

**Produksi Pigmen Kapang *Monascus* sp. dari Angkak pada Substrat Tongkol Jagung
(*Zea mays*) dengan Variasi Ukuran Substrat dan Kadar Air**

Sesaria Esa Sekar Ardini, Agung Suprihadi¹, MG. Isworo Rukmi¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Tembalang,
Semarang 50275 Telepon (024)7474754; Fax. (024)76480690
email: sesariaessa@gmail.com

ABSTRACT

Natural dyes in food industry is more demand so its pushes efforts for developing the production. *Monascus* is one of fungi that is potentially used for anka production that used in industrial products such as meat, fish, soy sauce, and liquor. The aim of this study was to produce pigment from *Monascus* using corncob with 35 mesh (<0,5 mm), 18 mesh (0,6-1 mm), 10 mesh (1,1-2 mm) particle size substrate and 20%, 40%, 60% moisture content. The production of *Monascus* sp. pigments made of solid-state fermentation and incubated for 14 days. The parameters observed were pigment production and biomass. Analysis of pigment using spektrophotometer with wavelength () of 500 nm as well as biomass analysis by measuring N-acetyl glucosamin. The results of analysis showed that particle with size 0,6-1 mm from the substrates and with 20% and 40% moisture content was the best condition in process of pigment production using corncob substrate. The production of pigment from fungi with substrate with size 18 mesh ((0,6-1 mm) in 20% moisture content reached 1,1 CVU (*Color Value Unit*)/ml, and in 40% moisture content reached 1,07 CVU/ml. The highest biomass was reached on 10 mesh (1,1-2 mm) particle size at 20% moisture content reached 0,83 A (*absorbance*)/gds (*gram dry substrates*), 40% reached 0,72 A/gds, and 60% reached 0,81 A/gds.

Keywords: Solid-state fermentation, corncob, Monascus sp., particle size, moisture content

ABSTRAK

Pewarna alami dalam industri makanan semakin diminati sehingga mendorong upaya-upaya terhadap pengembangan produksinya. *Monascus* adalah salah satu jamur yang berpotensi sebagai penghasil angkak yang digunakan pada produk industri seperti daging, ikan, kecap, dan minuman keras. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproduksi pigmen jamur *Monascus* menggunakan substrat tongkol jagung dengan ukuran partikel substrat 35 mesh (< 0,5 mm), 18 mesh (0,6-1 mm), 10 mesh (1,1-2 mm) dan kadar air 20%, 40%, 60%. Produksi pigmen oleh *Monascus* sp. dilakukan melalui fermentasi substrat padat dan diinkubasi selama 14 hari. Parameter yang diamati adalah produksi pigmen dan biomassa. Analisis pigmen menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang () 500 nm serta analisis biomassa dengan mengukur N-asetil glukosamin. Hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran partikel substrat 10 mesh (0,6-1 mm) serta kadar air 20% dan 40% merupakan kondisi optimum dalam proses produksi pigmen menggunakan substrat tongkol jagung. Produksi pigmen jamur pada ukuran substrat 18 mesh (0,6-1 mm) pada kadar air 20% mencapai 1,1 CVU (*Color Value Unit*)/ml, dan kadar air 40% mencapai 1,07 CVU/ml. Biomassa tertinggi dicapai pada ukuran partikel 10 mesh (1,1-2 mm) pada kadar air 20% mencapai 0,83 A (*absorbance*)/gds (*gram dry substrates*), 40% mencapai 0,72 A/gds, dan 60% mencapai 0,81 A/gds.

Kata kunci: Fermentasi substrat padat, tongkol jagung, Monascus sp., ukuran partikel, kadar air

PENDAHALUAN

Peningkatan permintaan pewarna alami dalam industri makanan telah mendorong upaya terhadap pengembangan proses bioteknologi untuk produksi pewarna alami (S.G. Dastager, 2009 in Moharram, 2012). Pigmen mikroba merupakan alternatif zat pewarna tambahan selain yang berasal dari hewan atau tumbuhan, karena pigmen mikroba alami, produksi pigmen tidak bergantung musim dan menunjukkan produktivitas yang tinggi (Johns and Stuart 1991 in Carvalho *et al.*, 2006). Menurut Babitha *et al.*, (2007 in Velmurugan *et al.*, 2010) jamur dilaporkan sebagai mikroorganisme yang mampu memproduksi pigmen. Jamur berfilamen *Monascus* sp. telah lama digunakan dalam pembuatan makanan fermentasi tradisional, seperti anggur beras, keju kedelai merah dan angkak (beras merah). Produk metabolitnya dimanfaatkan sebagai pigmen makanan atau agen biologis di negara-negara timur selama berabad-abad terutama di Cina Selatan, Jepang, dan Asia Tenggara (Hamano and Kilikian, 2006; Lee *et al.*, 2008).

Carvalho *et al.* (2007) menyebutkan perbanyak jamur *Monascus* sp. dalam medium fermentasi padat umumnya menggunakan medium beras, namun ada banyak substrat alami yang memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang sama atau bahkan lebih tinggi. Beberapa residu pengolahan makanan potensial dapat digunakan sebagai substrat fermentasi *Monascus* sp, antara lain adalah tetes tebu, whey keju, bubuk biji durian, dan bubuk biji nangka (Moharram, 2012; Srianta *et al.*, 2012; Subhasree *et al.*, 2011).

Jamur *Monascus* memiliki kemampuan untuk memanfaatkan berbagai sumber karbon dan nitrogen, hal ini menyebabkan jamur ini digunakan dalam bioteknologi untuk produksi pigmen dengan menggunakan berbagai substrat murah atau limbah. Banyak limbah agroindustri yang telah dipelajari dan digunakan sebagai media dalam fermentasi substrat padat.

Velmurugan *et al.* (2011) menyebutkan tongkol jagung merupakan sumber penting dari furfural, aldehida aromatik yang digunakan dalam berbagai proses industri, selain itu juga mengandung sejumlah besar polisakarida, seperti selulosa dan hemiselulosa yang mendukung pertumbuhan jamur dan meningkatkan produksi pigmen. Uji proksimat dari tongkol jagung menunjukkan kandungan jumlah serat 38,2 per 1g berat kering, lemak 2,6 per 1g berat kering, protein 6,6 per 1g berat kering.

Ukuran partikel dan kadar air substrat merupakan parameter yang penting dalam proses fermentasi (Babitha *et al.*, 2006; Velmurugan *et al.*, 2011). Menurut Velmurugan *et al.* (2011) kadar air substrat mempunyai peran penting dalam pertumbuhan jamur, aktivitas enzim, dan produksi metabolit di fermentasi substrat padat. Zhang *et al.* (2013) menyebutkan ketersediaan luas permukaan dalam fermentasi substrat padat mempunyai peran penting untuk perlekatan mikroba dan perpindahan massa. Ketersediaan luas permukaan bergantung pada ukuran partikel yang mendukung.

Melimpahnya jumlah limbah tongkol jagung mendorong dilakukannya penelitian untuk memanfaatkan sisa hasil agroindustri tersebut sebagai media dasar pertumbuhan jamur penghasil pigmen dengan melakukan percobaan pada ukuran substrat dan kadar air tertentu yang dapat memacu pertumbuhan jamur dan produksi pigmen.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Matematika (FSM) Universitas Diponegoro pada bulan April - Juni 2014.

Alat dan Bahan

Alat yang dipergunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, erlenmeyer 250 mL, botol 100 mL, bunsen, mikropipet, tip mikropipet skala 100-1000 μ L, pipet tetes, gelas ukur, gelas beker, cuvet, cawan petri, spektrofotometer *Spectronic-20*, oven, haemositometer,

inkubator, tabung reaksi, *rotary shaker*, neraca analitik, pisau, blender, kertas saring, dan saringan dengan ukuran 35 mesh (<0.5 mm), 18 mesh (0.6-1 mm), 10 mesh (1.1-2 mm).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain isolat kapang *Monascus* dari angkak, PDA (*Potato Dextrose Agar*), tongkol jagung, etanol 90%, NH₄NO₃, NaCl, MgSO₄.7H₂O, KH₂PO₄, H₂SO₄ pekat, reagen asetil aseton, reagen Ehrlich, blanko N-glukosamin dan akuades.

Cara Kerja

Peremajaan Kapang

Isolat kapang diperoleh dari koleksi Laboratorium Biokimia Jurusan Biologi, FSM UNDIP. Kapang dari kultur stok diinokulasi ke cawan petri dan tabung reaksi yang berisi medium PDA, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 30 °C. Isolat dalam tabung reaksi disimpan di lemari pendingin sebagai kultur stok untuk penelitian selanjutnya.

Persiapan Inokulum (Babitha *et al.*, 2006)

Isolat kapang yang sudah diremajakan diinokulasikan ke medium PDA miring steril, diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari. Akuades steril sebanyak 5 mL ditambahkan, spora dilepaskan menggunakan ose. Suspensi spora dipindahkan ke dalam tabung reaksi kosong steril secara aseptik dan ditambah akuades steril sebanyak 5 mL sehingga diperoleh volume sebanyak 10 mL.

Perhitungan Jumlah Spora

Permukaan hitung haemasitometer dibersihkan menggunakan alkohol dan tisu halus, kemudian kaca penutup hemasitometer diletakkan di atas hemasitometer. Sebanyak satu tetes suspensi spora diteteskan pada lekukan pada tepi kaca penutup hemasitometer dengan pipet dan dibiarkan sampai memenuhi ruang hitung. Diamati dengan mikroskop pada perbesaran 400 kali dan dihitung jumlah spora yang terdapat pada 80 kotak kecil yang terletak di dalam kotak tengah yang berukuran 1 mm².

Kerapatan spora dihitung dengan menggunakan rumus menurut Gabriel dan Riyatno (1989 *dalam* Herlinda dkk., 2006):

$$C = \frac{t}{(nx0.25)} \times 10^6$$

Keterangan:

C :kerapatan spora per mL larutan
t :jumlah total spora dalam kotaksampel yang diamati
n :jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
0,25:faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada hemasitometer

Persiapan Substrat (Velmurugan *et al.*, 2011)

Tongkol jagung yang diperoleh dari pasar tradisional dicuci bersih menggunakan air mengalir, dicacah menggunakan pisau secara tidak beraturan hingga ukurannya beragam antara 1-4 mm, dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering dan terdengar bunyi kres ketika dipatahkan, diblender dan disaring menggunakan saringan untuk mendapatkan ukuran seragam, yaitu ukuran partikel antara 35 mesh (<0.5 mm), 18 mesh (0.6-1 mm), 10 mesh (1.1-2 mm).

Analisis Kandungan Proksimat Tongkol Jagung

Analisis kandungan total karbohidrat, protein, lemak, abu, dan kadar air dilakukan di Laboratorium Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Fermentasi Substrat Padat (Velmurugan *et al.*, 2011)

Persiapan Substrat

Lima belas gram substrat kering ukuran partikel 35 mesh (<0.5 mm) ditempatkan dalam wadah ditambah larutan garam hara (KH₂PO₄ 2 g/L; NH₄NO₃ 5 g/L; NaCl 1 g/L; dan MgSO₄.7H₂O 1 g/L) sebanyak 6 mL dengan cara disemprot secara merata dan pH awal substrat diatur hingga 6. Substrat dibagi menjadi tiga bagian sama rata dan kadar air masing-masing diatur 20%, 40%,

dan 60% dengan menambahkan akuades, dimasukkan ke dalam botol 100 mL. Medium diautoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Langkah-langkah tersebut diulang untuk ukuran substrat yang berbeda, ukuran partikel 18 mesh (0.6-1 mm) dan 10 mesh (1.1-2 mm).

Kadar air substrat ditentukan menurut Dikshit and Padmavathi (2011):

$$\text{Kadar air substrat (\%)} = \frac{100 \times (\text{berat basah} - \text{berat kering})}{\text{berat basah}}$$

Proses Fermentasi

Substrat diinokulasi dengan suspensi spora kapang sebanyak 0,5 mL (10^5 /mL) dan diinkubasi di suhu 30 °C selama 14 hari.

Pengukuran Biomassa (Velmurugan *et al.*, 2011)

Jumlah biomassa jamur ditentukan dengan mengukur N-asetilglukosamin yang dilepaskan melalui hidrolisis asam yang menghadirkan kitin dalam dinding sel jamur. Sebanyak 0,5 g serbuk fermentasi tongkol jagung dalam erlenmeyer dicampur dengan 1 mL H₂SO₄ pekat dan 1 mL reagen asetil aseton, kemudian dipanaskan diatas penangas yang berisi air mendidih selama 20 menit. Serbuk fermentasi ditambah 6 mL etanol dan 1 mL reagen Ehrlich, selanjutnya diinkubasi di suhu 65°C selama 10 menit dan didinginkan. Densitas optik (DO) diukur pada 530 nm terhadap blanko reagen menggunakan N-asetilglukosamin sebagai standar.

Pengukuran Pigmen Ekstraseluler (Babitha *et al.*, 2006)

Substrat padat dikeringkan di atas kertas alumunium pada suhu ruang. Sebanyak 1 g substrat dimasukkan ke erlenmeyer dan dicampur dengan 5 mL etanol 90%, dihomogenkan menggunakan rotary shaker pada 200 rpm selama 1 jam, kemudian didiamkan selama 15 menit, dan disaring menggunakan kertas saring. Ekstrak etanol dari substrat yang tidak difermentasi digunakan sebagai blanko.

Pengukuran pigmen ekstraseluler dihitung dengan mengukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang

gelombang 500 nm. Hasil pigmen (A/gram) dihitung melalui panjang gelombang hasil pengukuran () per gram substrat kering (gram).

Nilai-nilai absorbansi dikonversikan menjadi unit pigmen menggunakan rumus menurut Dikshit and Tallapragada (2011):

$$\text{Nilai Warna} = \frac{\text{O. D.} \times \text{pengenceran} \times \text{volume ekstrak}}{\text{Jumlah sampel (g)}}$$

Analisis Data

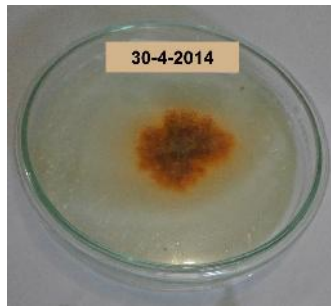
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Data yang diperoleh diolah menggunakan software minitab dan SAS. Langkah pertama yang dilakukan adalah uji normalitas dan uji homogenitas variansi. Apabila data yang diperoleh normal dan homogen maka dilanjutkan dengan uji ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

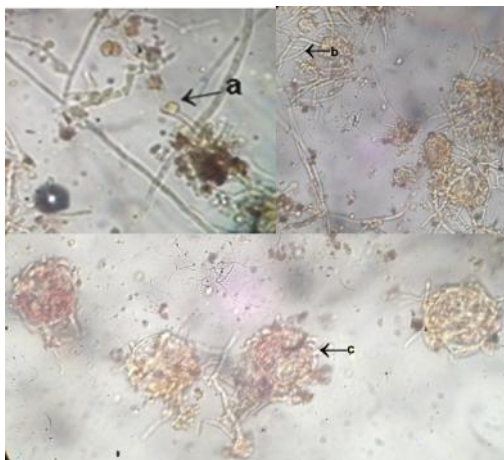
Penelitian ini menggunakan isolat kapang dari angkak dan tongkol jagung sebagai substrat media pertumbuhan. Pengamatan morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan dengan mengamati kapang yang ditumbuhkan pada medium PDA (*Potato Dextrose Agar*) selama 7 hari. Pengamatan makroskopis menunjukkan miselinya nampak tipis seperti kapas padat, berwarna merah kecoklatan dengan pembentukan serabut hifa aerial di bagian tengah koloni, dasar koloni berwarna merah bata. Biasanya pigmen yang dihasilkan terdifusi ke dalam agar. Gambar 1 menunjukkan koloni *Monascus* pada media PDA.

Pengamatan mikroskopis dari isolat jamur *Monascus* menunjukkan hifa tidak berwarna (*hyalin*), aleurokonidia tampak muncul di ujung hifa, dan kleistotesia yang merupakan kantung berisi askus. Penampakan mikroskopis jamur *Monascus* dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan ciri-ciri tersebut kapang yang diperoleh masuk ke dalam genus *Monascus*. Menurut Samson *et al.* (2010) koloni *M. ruber* tumbuh cepat pada media MEA atau PDA, mencapai diameter 7,5-8,5cm dalam 7 hari pada 25-30°C, koloninya terlihat tipis, umumnya mempunyai nuansa warna

oranye keabu-abuan sampai merah kuat dengan warna merah lebih kuat di bagian bawah koloni. Askomata banyak diproduksi, hifa hialin sampai kecoklatan, berukuran 20-70 μ m. Askospora berbentuk elips atau bulat, hialin atau sedikit oranye, tebal dan berinding halus.



Gambar 1. Isolat kapang *Monascus* pada medium PDA inkubasi 7 hari pada suhu 28 °C



Gambar 2. Morfologi mikroskopis *Monascus* umur 7 hari pada medium PDA inkubasi 7 hari pada suhu 28 °C perbesaran 400x;
a. Aleurokonidia; b. Hifa; c. Kleistotesia

Jamur *Monascus* diketahui dapat menghasilkan pigmen yang merupakan metabolit sekunder. Menurut Holker *et al.*, (2005) produksi pigmen dibagi menjadi dua proses, yaitu fermentasi substrat padat dan fermentasi terendam. Fermentasi substrat padat biasanya menggunakan limbah agroindustri (Velmurugan *et al.*,

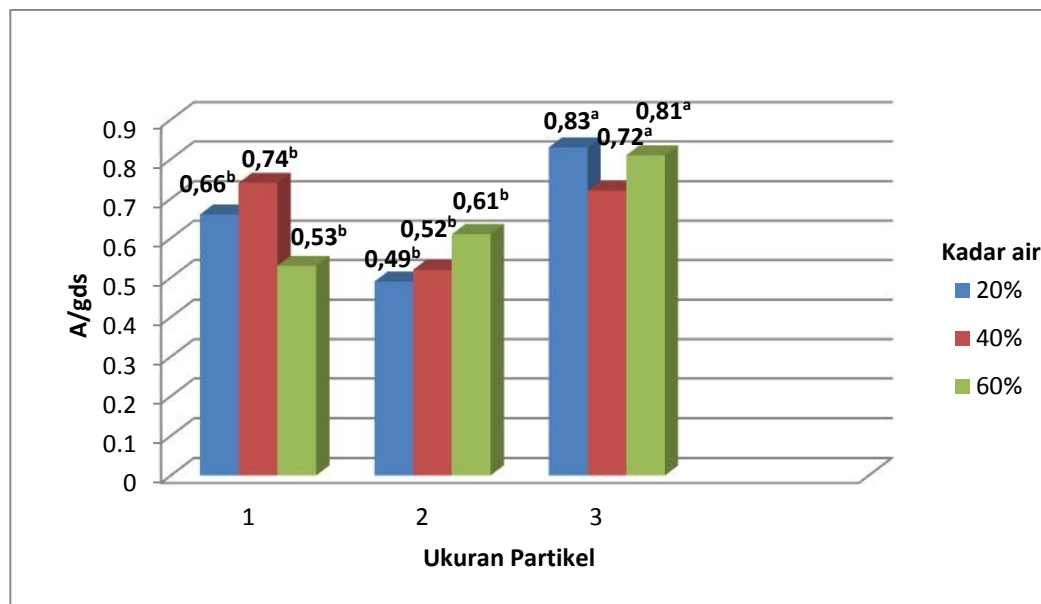
2011). Tongkol jagung merupakan salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai media pertumbuhan jamur. Berdasarkan uji proksimat tongkol jagung mengandung serat 38,2 per 1g berat kering, lemak 2,6 per 1g berat kering, dan protein 6,6 per 1g berat kering dapat menjadi salah satu substrat alternatif sebagai media pertumbuhan jamur dan menghasilkan pigmen.

Pertumbuhan miselium jamur dalam semua kombinasi perlakuan pada substrat tongkol jagung terlihat setelah 48 jam. Pertumbuhan terlihat pada permukaan atas serbuk tongkol jagung yang dipenuhi hifa. Miselium tumbuh di bagian atas substrat dengan warna putih dan berserabut. Munculnya miselium jamur pada substrat setelah 48 jam mengindikasikan adanya pemecahan polisakarida menjadi molekul yang lebih sederhana. Secara umum produksi pigmen tampak setelah 96 jam dengan keluarnya warna merah muda di bagian atas medium yang telah ditumbuhi hifa. Namun pada kombinasi perlakuan P₁K₂, P₁K₃, P₂K₃, dan P₃K₃ produksi pigmen dimulai setelah 72 jam meskipun pigmen yang dihasilkan masih sedikit dan hanya di bagian permukaan serbuk tongkol jagung. Substrat yang ditumbuhi miselium awalnya berwarna putih kemudian berubah menjadi kemerahan, merah muda, dan akhirnya berwarna merah di akhir fermentasi. Perubahan warna substrat yang ditumbuhi oleh *Monascus* sp. kurang terlihat jelas dan lambat dari awal hingga akhir fermentasi jika dibandingkan dengan penggunaan substrat beras. Warna merah mulai tampak jelas setelah hari ke 8 dan berlanjut sampai akhir fermentasi.

Beras memiliki kandungan amilosa 9-30%, protein berkisar antara 6-10%, mengandung vitamin B1, fosfat, kalium, asam amino, dan garam seng (Lin, 1973 dalam Purwanto, 2011). Berbeda dengan beras, Menurut Velmurugan, *et al.* (2011) tongkol jagung mengandung 32,3-45,6% selulosa dan 39,8% hemiselulosa (terutama terdiri dari pentosan dan 6,7-13,9% lignin). Perbedaan kandungan nutrisi yang dimiliki kedua substrat tersebut berpengaruh terhadap

pertumbuhan dan pigmen yang dihasilkan, karena pemanfaatan nutrisi dalam substrat ditentukan oleh kemampuan *Monascus* dalam menghasilkan enzim hidrolisis. Selulosa lebih sulit didegradasi, sehingga diperlukan *pretreatment* untuk memudahkan jamur dalam memanfaatkan nutrisi di dalam tongkol jagung. Menurut Chen *et al.* (2008 in Xie *et al.*, 2013) *pretreatment* sangat signifikan dalam proses biokonversi lignoselulosa. Tujuannya untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa, untuk merusak struktur kristal selulosa, dan untuk meningkatkan porositas bahan, sehingga membuat substrat lebih mudah didegradasi oleh enzim.

Gambar 3. menunjukkan biomassa *Monascus* pada kombinasi perlakuan ukuran partikel serbuk tongkol jagung dan kadar air. Pertumbuhan *Monascus* tertinggi terjadi pada kombinasi perlakuan ukuran partikel substrat 10 mesh (1,1-2 mm). Perbedaan pertumbuhan miselium jamur terjadi karena perbedaan ukuran substrat menyebabkan perbedaan kemampuan jamur dalam mengabsorpsi nutrisi di dalam substrat. Uji statistik menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan ukuran substrat 10 mesh memiliki perbedaan nyata ($P < 0,05$) terhadap ukuran substrat 18 (0,6-1 mm) dan 35 mesh ($< 0,5$ mm).



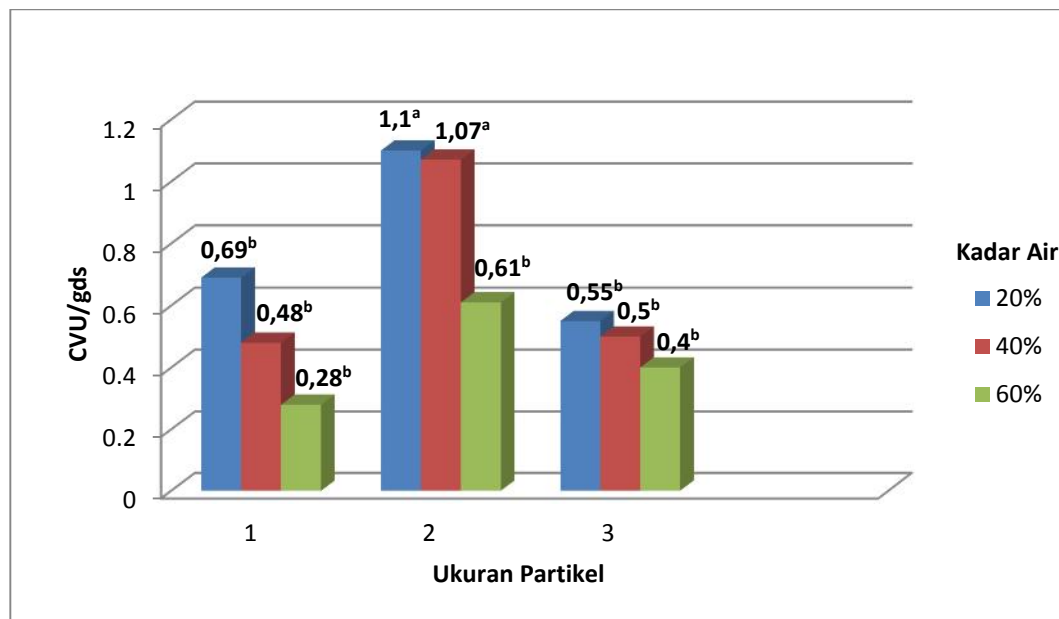
Gambar 3. Biomassa *Monascus* pada kombinasi ukuran partikel serbuk tongkol jagung dan kadar air selama 14 hari inkubasi.

Keterangan: Nilai dengan huruf yang berbeda memiliki perbedaan nyata ($P < 0,05$); Ukuran partikel 1: 35 mesh ($< 0,5$), 2: 18 mesh (0,6-1mm), 3: 10 mesh (1,1-2mm); A (*Absorbance*) / gds (*gram gdy substrates*).

Gambar 4. menunjukkan produksi pigmen *Monascus* pada kombinasi ukuran partikel serbuk tongkol jagung dan kadar air selama 14 hari inkubasi. Produksi pigmen tertinggi terjadi pada ukuran substrat 18 mesh (0,6-1 mm) dan kadar air antara 20-40%. Uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan ukuran substrat 18 mesh dan kadar air antara 20-40% memberikan pengaruh nyata ($<0,05$) terhadap produksi pigmen *Monascus*. Percobaan Velmurugan *et al.* (2011) menggunakan tongkol jagung yang diberi *pretreatment* dengan perendaman serbuk tongkol jagung selama 48 jam pada suhu 80°C menghasilkan produksi pigmen yang lebih baik, dengan konsentrasi pigmen merah tertinggi 25.42 OD Units/gdfs. Hal ini berarti bahwa perlakuan *pretreatment* pada substrat memberi pengaruh besar terhadap pemanfaatan nutrisi oleh

Monascus sp. sehingga mampu tumbuh dan menghasilkan pigmen dalam jumlah besar.

Pertumbuhan dan produksi pigmen dipengaruhi oleh berbagai faktor, Singhanian *et al.* (2009) menyebutkan faktor yang berhubungan dengan fisiologis mikroorganisme dan faktor fisik seperti aerasi, ketersediaan air dan kelembaban, serta sifat substrat padat juga berpengaruh. Kadar air dan ukuran partikel substrat merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi pigmen (Babitha *et al.*, 2006; Velmurugan *et al.*, 2011). Pengaruh nutrisi dan faktor lingkungan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi pigmen jamur pada substrat berukuran 18 mesh (0,6-1mm) dan kadar air 20-40%, sehingga memiliki biomassa rendah namun hasil pigmennya tinggi.



Gambar 4. Produksi pigmen *Monascus* pada kombinasi ukuran partikel serbuk tongkol jagung dan kadar air selama 14 hari inkubasi.

Keterangan: Nilai dengan huruf yang berbeda memiliki perbedaan nyata ($P<0,05$); Ukuran partikel 1: 35 mesh ($<0,5$), 2: 18 mesh (0,6-1mm), 3: 10 mesh (1,1-2mm); CVU (*Color Value Unit*) / gds (*gram gdy substrates*).

Ukuran partikel substrat berpengaruh terhadap kemampuan jamur dalam memanfaatkan nutrisi dan perlekatan pada substrat, karena Pandey *et al.*, (2000 in Babita *et al.*, 2006) menyebutkan umumnya partikel substrat lebih kecil memberikan luas permukaan lebih besar untuk penetrasi jamur, namun menyebabkan pepadatan substrat dan dapat mengganggu aerasi karena kurangnya ruang antar partikel. Partikel yang lebih besar memberikan efisiensi aerasi yang lebih baik, tetapi menyediakan permukaan yang terbatas untuk penetrasi jamur.

Kadar air berpengaruh terhadap kelembaban substrat. Percobaan Velmurugan *et al.* (2011) menggunakan serbuk tongkol jagung berukuran 2 mm memiliki hasil pigmen tertinggi pada kadar air 60%. Namun pada penelitian ini kadar air yang memiliki pengaruh terbaik adalah 20% dan 40%, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan penggunaan jenis tongkol jagung, isolat *Monascus* sp. yang dipakai, dan faktor lingkungan yang berpengaruh selama proses fermentasi. Timotius (2004) menyebutkan bahwa pertumbuhan pada substrat padat dipengaruhi faktor lingkungan, seperti kelembaban, oksigen/aerasi, pH, suhu, dan kualitas inokulum. Selain itu peralatan yang digunakan juga memiliki pengaruh terhadap keberhasilan proses fermentasi. Percobaan Velmurugan *et al.* (2011) menggunakan erlenmeyer dalam fermentasi substrat padat sedangkan pada percobaan ini menggunakan botol kecil berukuran 100 ml. Perbedaan ukuran botol memberikan pengaruh berbeda terhadap aerasi atau kadar oksigen yang berada di dalam botol, sehingga berpengaruh pada kadar air optimal untuk mendukung pertumbuhan dan produksi pigmen *Monascus* sp. Menurut Lee *et al.* (2002) produksi pigmen merah menurun drastis pada kadar air awal 60% dan dengan kadar air lebih besar dari sekitar 55%, karena pemisahan partikel menjadi sulit. Agregasi partikel mengakibatkan kurangnya oksigen, sehingga mengakibatkan produksi pigmen rendah. Percobaan Tudor *et al.* (2012) dalam meneliti pengaruh

variasi kadar air pada pembentukan pigmen jamur di kayu menunjukkan bahwa jenis jamur berbeda memiliki kadar air optimal yang berbeda untuk menghasilkan pigmen.

SIMPULAN

Perbedaan penggunaan ukuran partikel substrat dan kadar air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi pigmen merah *Monascus* pada substrat tongkol jagung dengan kombinasi perlakuan ukuran partikel dan kadar air. *Monascus* mampu menghasilkan pigmen secara optimum pada substrat berukuran 18 mesh (0,6-1 mm) dan pada kadar air 20% dengan produksi pigmen 1,1 CVU (*Color Value Unit*) dan kadar air 40% dengan produksi pigmen 1,07 CVU. Substrat tongkol jagung dapat digunakan sebagai media dalam pertumbuhan jamur dan produksi pigmen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf laboratorium Mikrobiogenetika Fakultas Sains dan Matematika yang telah membantu penulis selama penelitian Tugas Akhir.

PUSTAKA

- Babitha, S., Soccol, C.R. and Pandey, A. 2006. Jackfruit seed for production of *Monascus* pigments. *Food Technol. Biotechnol.*, 44(4):465-471.
- Carvalho, J.C., Oishi, B.O., Pandey, A., Soccol, C.R., Brand, D., and Rodriguez-L´eon, J.A. 2006. Relation between growth, respirometric analysis and biopigments production from *Monascus* by solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 29:262-269.
- _____, Woiciechowski, A.L., and Babitha, S. 2007. Effect of substrates on the production of *Monascus* biopigments by solid-state fermentation and pigment extraction using different solvents. *Indian J. Biotechnol.*, 6: 194-199
- Dikshit, R. and Tallapragada, P. 2011. *Monascus purpureus*: A potential source for natural pigment

- production. *J. Microbiol. Biotechnol. Res.*, 1(4):164-174.
- Hamano, P.S. and Kilikian, B.V. 2006. Production of red pigments by *Monascus ruber* in culture media containing corn steep liquor. *Braz J Chem Eng.*, 23(04):443-449.
- Herlinda, S., Utama, M.D., Pujiastuti, Y., dan Suwandi. 2006. Kerapatan dan viabilitas spora *Beauveria basiana* (Bals.) akibat subkultur dan pengayaan media, serta virulensinya terhadap larva *Plutella xylostella* (Linn.). *J. HPT Tropika*, 6(2):70-78.
- Holker, U. and Lenz, J. 2005. Solid-state fermentation-are there any biotechnological advantages? *Curr Opin Microbiol*, 8:301-306.
- Lee, B.K., Piao, H.Y., and Chung, W.J., 2002. Production of red pigments by *Monascus purpureus* in solid-state culture. *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 7:21-25.
- Lee, Y.L, Yang, J.H, and Mau, J.L. 2008. Antioxidant properties of water extracts from *Monascus* fermented soybeans. *Food Chemistry*, 106:1128–1137.
- Moharram, A.M., Mostafa M., E. and Ismail, M.A. 2012. Chemical profile of *Monascus ruber*. *Food Technol. Biotechnol*, 50(4):490-499.
- Purwanto, A. 2011. Produksi angkak oleh *Monascus Purpureus* dengan menggunakan beberapa varietas padi yang berbeda tingkat kepulenannya. *J. Biol. FMIPA Univ. Katolik wida mandala madiun*. 1(35): 40-56
- Samson, R.A., J. Houbraken, U., Thrane, J.C.F. and B. Andersen. 2010. *Food and indoor fungi*. CBS Laboratory Manual series no. 2. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands.
- Singhania, R.R., Patel, A.K., Soccol, C.R., and Pandey, A. 2009. Review: Recent advances in solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 44:13-18.
- Srianta, I., Hendrawan, B., Kusumawati, N. and Blanc, P.J. 2012. Study on durian seed as a new substrate for angkak production. *Int. Food Res. J.*, 19(3): 941-945.
- Subhasree, R.S., Babu, P.D., Vidyalakshmi, R., and Mohan, V.C. 2011. Effect of carbon and nitrogen sources on stimulation of pigment production by *Monascus purpureus* on jackfruit seeds. *Int. J. Microbiol. Res.*, 2(2): 184-187.
- Timotius, K. H. 2004. Produksi pigmen angkak oleh *Monascus*. *J Teknologi dan Industri Pangan*, 15(1).
- Tudor, D., Robinson, S.C. and Cooper, P.A. 2012. The influence of moisture content variation on fungal pigment formation in spalted wood. *AMB Express* 2012, 2:69.
- Velmurugan, P., Hur, H., Balachandar, V., K.-Kannan, S., Lee, K.J., Lee, S.M., Chae, J.C., Shea, P.J., and Oh, B.T. 2011. *Monascus* pigment production by solid-state fermentation with corn cob substrate. *J. Biosci. Bioeng.*, 112(6):590-594.
- _____, Lakshmanaperumalsamy, P., Chae, J.C., and Oh, B.T., 2010. Natural pigment extraction from five filamentous fungi for industrial applications and dyeing of leather. *Carbohydr. Polym.*, 79:262-268.
- Xie, N., Jiang, N., Zhang, M., Qi, W., Su, R. and He, Z . 2014. Effect of different pretreatment methods of corncobon bioethanol production and enzyme recovery. *Cellulose Chem. Technol.*, 48(3-4): 313-319.
- Zhang, B.B. , Lu, L.P., Xia, Y.J., Wang, Y.L., and Xu, G.R. 2013. Use of agar as carrier in solid-state fermentation for Monacolin K production by *Monascus*: A novel method for direct determination of biomass and accurate comparison with submerged fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 80:10-13.