

POTENSI UMBI BENGKUANG DAN TONGKOL JAGUNG SEBAGAI MEDIA PENGHASIL ZAT WARNA MERAH MELALUI METODE *SOLID STATE FERMENTATION* UNTUK MEMPERKAYA MATERIAL PEWARNA BATIK

POTENTIAL OF JICAMA TUBER AND CORN COB AS A GROWTH MEDIA FOR RED DYES PRODUCTION VIA SOLID STATE FERMENTATION PROCESS TO ENRICH BATIK DYES MATERIAL

Ika Natalia Mauliza¹, Mardiyati², Octianne Djamaludin¹ dan Maya Komalasari¹

¹Kimia Tekstil, Politeknik STTT, Bandung, Indonesia

Jalan Jakarta No. 31 Bandung 40272

²Teknik Material, ITB, Bandung, Indonesia

E-mail: nataliamauliza@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan dan penggunaan zat warna sintetik pada aplikasi pembuatan batik memiliki dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Alternatif pemecahan masalah yang perlu dilakukan adalah dengan menggunakan zat warna alam yang mudah, aman, dan cepat pemrosesannya seperti zat warna dari angkak. Kekurangan angkak sebagai bahan pewarna adalah menggunakan beras sebagai media fermentasi. Pada penelitian ini, dicari alternatif media lain untuk mengganti beras, yaitu digunakan umbi bengkuang dan tongkol jagung dilihat karakteristik serta kualitas zat warna yang dihasilkan pada kain kapas. Umbi bengkuang dan tongkol jagung difermentasi menggunakan jamur *Monascus purpureus* selama 21 hari, kemudian dikarakterisasi sifat penyerapan, gugus fungsi, kadar, serta sifat pewarnaan yang dihasilkan pada kain kapas. Hasil percobaan menunjukkan bahwa umbi bengkuang dan tongkol jagung memiliki kemampuan untuk digunakan sebagai media pembuatan zat warna dengan serapan maksimum pada panjang gelombang 500 nm. Gugus fungsi zat warna mengarah pada struktur zat warna merah *Monascus*. Kadar zat warna yang dimiliki oleh media umbi bengkuang adalah 13,43% dan tongkol jagung adalah 7,46%. Ketuaan warna yang dihasilkan pada kapas yang diwarnai menggunakan zat warna ekstrak media umbi bengkuang dan media tongkol jagung dievaluasi dengan nilai K/S berturut-turut yaitu 1,218 dan 0,677.

Kata kunci - beras, kapas, *Monascus*, pewarnaan, tongkol jagung, umbi bengkuang

ABSTRACT

*Manufacturing and using of synthetic dye for batik application have a negative impact on health and environment. Alternative solutions to the problems is using natural dyes that is easy, safe, and fast processing as the dye from red yeast rice. Red yeast rice produced in rice medium. In this study, we try to find alternatives media to replace rice, by jicama tuber and corncobs then evaluate the characteristics and quality of the resulting dyes on cotton fabric. Jicama tubers and corn cobs using as the growth media for *Monascus purpureus* for 21 days, then characterized absorption properties, functional groups, concentration, and coloration properties on cotton. The results showed that jicama tubers and corn cobs have the ability to use as manufacturing media of dyes with maximum absorption at a wavelength of 500 nm. Dye functional groups leads to structures *Monascus* red dye. Dyes concentration owned by jicama tubers was 13.43% and was 7.46% for corn cobs. Color produced on cotton dyed using the dye extracts of jicama tubers and corn cob media evaluated with the value of K / S respectively 1.218 and 0.677.*

Keywords – corncob, jicama, Monascus, rice, dyeing, cotton

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu kearifan lokal Indonesia yang harus dipertahankan. Salah satu proses penting pada pembuatan batik adalah proses pewarnaan. Salah satu

permasalahan yang masih menjadi polemik hingga saat ini adalah dampak negatif yang timbul akibat penggunaan zat warna sintesis. Bahaya yang ditimbulkan oleh zat warna sintesis terhadap makhluk hidup, terutama manusia akan berujung terhadap

masalah kesehatan, diantaranya reaksi alergi hingga kanker (Kant, 2012). Selama ini pewarnaan batik didominasi oleh zat warna sintetis yang berdampak terhadap lingkungan.

Pembuatan zat warna sintetis beresiko tinggi terhadap kesehatan dan lingkungan karena selain menghasilkan limbah, juga menggunakan bahan baku dengan tingkat toksisitas tinggi. Produksi zat warna tekstil dunia mencapai 1 juta ton per tahun dan 50% diantaranya adalah untuk pewarna tekstil (Boyter, 2007).

1 ton bahan tekstil membutuhkan air untuk proses pewarnaan sebanyak volume 230-270 m³ dan berpotensi menghasilkan limbah dalam jumlah besar (de Santis, 2005). Konsentrasi zat warna azo yang terbuang dalam limbah tekstil per tahun rata-rata sebesar 500 ppm dengan jumlah zat warna keseluruhan sebanyak 200.000 ton (Chequer, 2013). Termasuk ke dalam paparan tersebut adalah proses pembuatan batik yang saat ini masih banyak dilakukan di industri kecil. Sebagian besar industri batik belum memiliki pengolahan limbah yang memadai, sehingga dengan penggunaan zat warna tekstil dan limbah yang dihasilkan akan sangat berdampak terhadap lingkungan sekitar.

Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan pewarna alam. Produksi pewarna alam yang saat ini digunakan menemui banyak kendala, diantaranya ketersediaan bahan alam sebagai bahan baku pewarna yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan, membutuhkan lahan yang luas, usia panen cukup lama, serta dipengaruhi oleh musim. Pewarna merah contohnya, biasanya diperoleh dari gambir, secang, dan pinang. Ketiga jenis bahan alam ini membutuhkan waktu rata-rata 3 tahun untuk dapat dipanen dan diambil hasilnya sebagai bahan baku pewarna alam. Alih-alih mengurangi dampak pencemaran, dengan kondisi yang demikian akan menyebabkan produsen batik kesulitan akan pewarna. Sebagai alternatif, pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Velmurugan diketahui bahwa ada salah satu pewarna merah yang dihasilkan oleh jamur mikro *Monascus purpureus* pada beras. Hasil fermentasi tersebut dikenal dengan angkak yang

memiliki kemampuan untuk mewarnai serat kapas (Velmurugan, 2009). Pewarna yang dihasilkan tersebut dikenal sebagai pewarna *Monascus*. Pewarna ini dipilih karena memiliki kemampuan untuk mewarnai serat kapas dan sutera yang merupakan material umum yang digunakan sebagai bahan dasar batik.

Konsentrat pewarna angkak memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pewarna alam dari tumbuhan tingkat tinggi. Hal ini menjadi keunggulan dari angkak. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah angkak secara umum diproduksi pada media beras yang merupakan bahan makanan pokok. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka bermunculan penelitian yang bertujuan mengganti media tumbuh jamur *Monascus purpureus* dengan media lain yang memiliki sumber karbohidrat dan protein, diantaranya kentang, singkong, jagung, kedelai, dan lain-lain.

Pada penelitian ini, pewarna dibuat dari fermentasi umbi bengkuang melalui metode fermentasi solid kemudian pewarna yang dihasilkan dianalisis probabilitasnya untuk dijadikan pewarna batik dengan pembandingan angkak komersial.

Monascus berada pada kelas Ascomycetes. *Monascus* yang banyak dibudidayakan terdiri dari empat spesies, yaitu *Monascus pilosus*, *Monascus purpureus*, *Monascus ruber* dan *Monascus floricola* (Juzlova, 1996). *Monascus* menghasilkan warna melalui proses fermentasi yang berlangsung secara solid, maupun selama periode awal fermentasi, *Monascus* memanfaatkan sumber karbohidrat dan nitrogen dari media untuk membentuk energi, karbondioksida, dan air (Timotius 2004). *Monascus* menghasilkan enam jenis pewarna, yaitu ankaflavin dan monascin yang berwarna kuning, rubropunctatin dan monascorubrin yang berwarna jingga, serta rubropunctamin dan monascorubramin yang berwarna merah (Pintea, 2007). Rubropunctamin dan monascorubramin memiliki kemampuan kelarutan dalam air.

Pewarna *Monascus* stabil pada rentang pH 4 – 7 dan pada suhu di bawah 100 °C. Salah satu sifat yang penting pada pewarna *Monascus* adalah memiliki afinitas yang tinggi terhadap senyawa yang

mengandung gugus amino, seperti asam amino, peptida, protein, dan chitosan. Gugus amino akan bereaksi sangat cepat dengan pewarna melalui pembukaan rantai cincin (Pintea, 2007). Faktor yang berpengaruh terhadap produksi pewarna antara lain karbohidrat, nitrogen, oksigen, pH, suhu, metode fermentasi, dan kualitas inokulum.

Bengkuang merupakan salah satu spesies yang telah banyak dibudidayakan di beberapa negara. Umumnya bagian tanaman bengkuang yang diambil adalah bagian umbinya. Pemanfaatan umbi bengkuang masih didominasi sebagai bahan pangan, namun bukan bahan makanan pokok seperti halnya beras. Pemanfaatan umbi bengkuang yang masih terbatas menyebabkan bengkuang tidak termasuk kategori produk yang bernilai ekonomis tinggi. Umbi bengkuang kaya akan nutrisi, diantaranya mengandung 2,1 – 10,7 gram pati, 1 – 2,2v gram protein (Sorensen, 1996). Umbi bengkuang mengandung pati dengan kadar amilosa sebanyak 23% (Melo, 1994). Rata-rata umbi bengkuang yang dihasilkan di Indonesia sebanyak 35 ton/ha, maka potensi pati dan protein bengkuang yang dihasilkan di Indonesia dapat menembus angka 0,735 – 3,75 ton pati dan 0,35 – 0,77 ton protein per hektar. Hal ini merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki oleh umbi bengkuang. Umbi bengkuang juga mengandung gula jenis fruktosa 8,89%, glukosa 14,84%, dan sukrosa 8,07%. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan beras yang hanya memiliki kandungan glukosa 6,26%, maltosa 3,83%, dan sukrosa 0,92% (Moongngarm, 2011).

Pada penelitian ini, bahan baku lain yang digunakan sebagai media pertumbuhan jamur *Monascus purpureus* adalah tongkol jagung. Pada tahun 2015, Kementerian pertanian menyampaikan bahwa produksi jagung di Indonesia diprediksi mencapai 23-25 juta ton (www.beritasatu.com). Brant, Klopfenstein, Aregheore, dan Ramirez menyatakan bahwa tongkol jagung memiliki kadar protein <4,64%, lignin 15,8% dan kadar selulosa yang tinggi (Yulistiani, 2012). Berdasarkan nilai tersebut, tongkol jagung

berpotensi untuk dijadikan media fermentasi jamur *Monascus*.

Kemampuan pewarnaan dari hasil fermentasi masing-masing media dievaluasi pada kain kapas.

BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bengkuang diperoleh dari pasar tradisional Kosambi, Bandung. Biakan murni *Monascus purpureus* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, ITB.

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya erlenmeyer, beaker glass, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, bunsen, tissue, sentrifuge, pH meter, pipet tetes, pipet volum, gelas arloji, gelas ukur, kapas, pengaduk, pemanas elektrik, magnetic stirrer, cawan petri, desikator, penjepit kayu, aluminium foil, botol kaca (untuk menyimpan serbuk angkak), destruktur, oven, blender, lemari es, neraca analitik, spektrofotometer.

2.2 Metode

Penelitian dilakukan dua tahap, yaitu :
a. Pembuatan pewarna *Monascus* menggunakan media umbi bengkuang
Pada tahap ini, dilakukan proses pengembangan inokulum jamur *Monascus purpureus* pada media agar. Media yang digunakan untuk pertumbuhan jamur *Monascus purpureus*, yaitu umbi bengkuang dicuci, dikeringkan, dan dihancurkan menggunakan blender. Selanjutnya dilakukan proses inokulasi, masing-masing media ditimbang dengan berat tertentu diatur moisture content sebesar 50% dan pH media 6. Jamur *Monascus purpureus* kemudian diinokulasikan ke dalam masing-masing media. Proses inokulasi berlangsung selama 21 hari. Inokulum yang terbentuk setelah 21 hari kemudian dikeringkan pada suhu 70°C selama 2 hari dan dihaluskan kembali dengan cara diblender.

Masing-masing media yang telah diinokulasikan jamur *Monascus purpureus* kemudian dikarakterisasi menggunakan metode spektrofotometri. Analisis gugus

fungsional yang terdapat pada ekstrak pewarna dari masing-masing media dilakukan menggunakan FTIR, sedangkan karakter molekul pewarna dilakukan menggunakan spektrofotometri. Kadar zat warna yang dihasilkan pada media umbi bengkuang dihitung dengan cara ekstraksi menggunakan ekstraktor.

b. Aplikasi pewarna *Monascus* yang dihasilkan pada kain kapas dengan pembanding pewarna *Monascus* dari angkak komersial.

Umbi bengkuang yang telah difermentasi kemudian diekstrak menggunakan air. Larutan ekstrak zat warna kemudian digunakan untuk pewarnaan kain kapas pada suhu 25°C selama 45 menit dan dievaluasi ketahanan warnanya menggunakan spektrofotometer cahaya tampak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Zat Warna

Selama proses fermentasi pada media umbi bengkuang, terjadi perubahan yang sangat signifikan pada warna sampel. Perubahan tersebut berupa perubahan warna yang semula warna asli dari masing-masing media, berubah menjadi warna kuning, kemudian jingga serta stabil di akhir proses dengan warna merah. Perolehan warna di akhir proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.

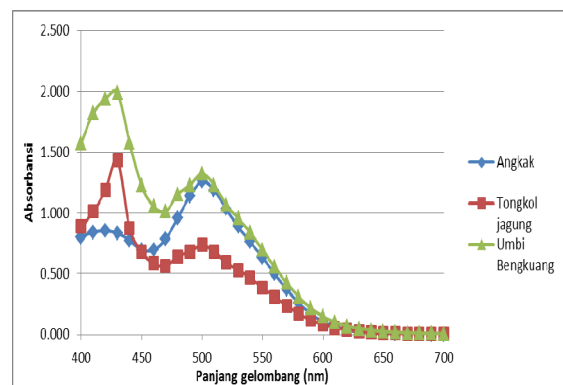


Gambar 2. Hasil fermentasi pada media umbi bengkuang dan media tongkol jagung

Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa secara kualitatif, warna merah yang dihasilkan pada umbi bengkuang lebih pekat. Pada gambar tersebut terlihat pula

bahwa pada sampel umbi bengkuang terjadi penggumpalan (aglomerasi) sedangkan pada tongkol jagung tidak terjadi aglomerasi. Penggumpalan ini terjadi karena pada umbi bengkuang memiliki kandungan gula yang cukup banyak dibandingkan pada tongkol jagung. Adanya gula pada media menyebabkan media cenderung teraglomerasi, akibatnya luas permukaan media akan lebih kecil.

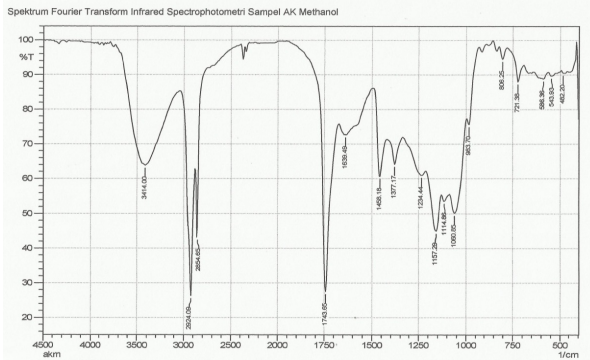
Angka kuantitatif dari kualitas masing-masing ekstrak dibandingkan dengan ekstrak angkak komersial dapat dilihat pada Gambar 3.



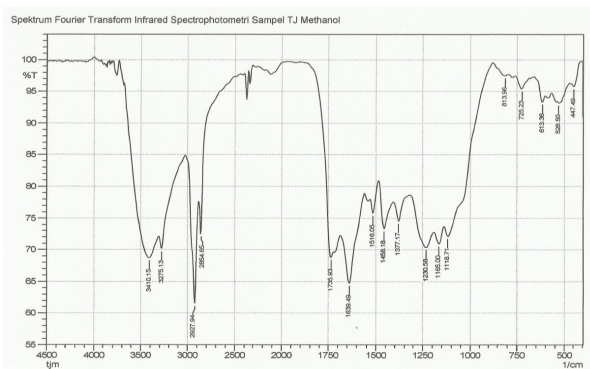
Gambar 3. Nilai Absorbansi Ekstrak Zat Warna Merah dari Media Tongkol Jagung, Umbi Bengkuang, dan Angkak Komersial

Pada Gambar 3 terlihat bahwa ketiga ekstrak memiliki panjang gelombang maksimum yang sama, yakni terletak di panjang gelombang 500 nm. Hal tersebut sesuai dengan literatur, bahwa panjang gelombang maksimum untuk pewarna merah *Monascus* bernilai 500 nm. Nilai absorbansi yang dimiliki oleh ekstrak umbi bengkuang lebih tinggi dibandingkan ekstrak zat warna dari media tongkol jagung. Meskipun nilai absorbansi yang dihasilkan oleh media umbi bengkuang dan tongkol jagung memperlihatkan bahwa kedua material tersebut memiliki potensi sebagai media tumbuh jamur *Monascus purpureus* untuk menghasilkan zat warna merah. Data analisis spektrum infra merah pada masing-masing contoh uji menunjukkan bahwa ketiga contoh uji memiliki karakter gugus fungsi yang mirip satu sama lain. Kemiripan spektrum tersebut tidak identik, akan tetapi pada kedua media tersebut memiliki potensi terbentuknya amina

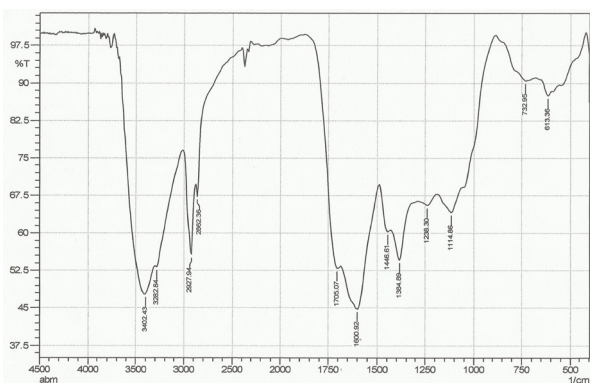
sekunder yang merupakan salah satu ciri khas molekul zat warna merah *Monascus*. Data analisis spektrum infra merah dari ekstrak angkak komersial, tongkol jagung, dan umbi bengkuang dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 4. Spektrum Infra Merah Ekstrak Zat Warna dari Angkak Komersial



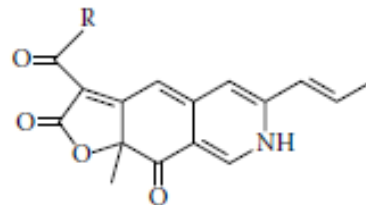
Gambar 5. Spektrum Infra Merah Ekstrak Zat Warna dari Media Tongkol Jagung



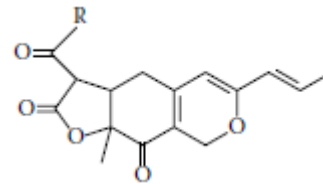
Gambar 6. Spektrum Infra Merah Ekstrak Zat Warna dari Media Umbi Bengkuang

Dari Gambar 4, 5, 6 tampak adanya puncak pada bilangan gelombang 3200-3400 cm^{-1} , 1190-1130 cm^{-1} , 750-680 cm^{-1} yang merupakan puncak yang menunjukkan adanya amina sekunder pada molekul zat warna. Kemunculan amina sekunder

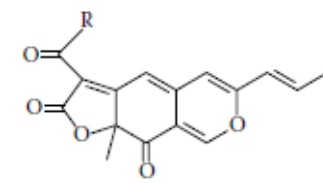
tersebut menandakan bahwa pada struktur molekul zat warna yang muncul adalah struktur zat warna rubropunctamin dan monascorubramin seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Molekul Zat Warna Merah *Monascus*



(a)

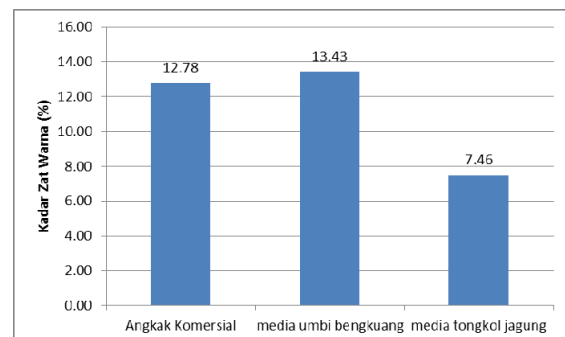


(b)

Gambar 8. Struktur Molekul Zat Warna Kuning (a) dan Jingga (b) *Monascus*

Dari struktur molekul pada Gambar 8, terlihat bahwa pada molekul zat warna kuning dan jingga tidak terdapat gugus amina sekunder.

Perbandingan kadar zat warna pada angkak komersial, media umbi bengkuang, dan tongkol jagung dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kadar Zat Warna pada Angkak Komersial, Umbi Bengkuang, dan Tongkol jagung

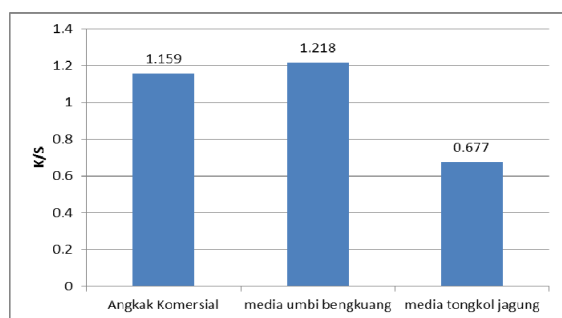
Pada grafik yang terdapat di Gambar 9, terlihat bahwa kadar zat warna yang

dihasilkan pada media umbi bengkuang lebih besar dibandingkan kadar zat warna pada angkak komersial dan media tongkol jagung.

3.2 Aplikasi pewarna *Monascus* pada kain kapas

Pada kain kapas yang diwarnai oleh ekstrak zat warna dari media umbi bengkuang memiliki ketuaan warna yang hampir menyerupai hasil pewarnaan menggunakan angkak komersial, sedangkan untuk kain kapas yang diwarnai oleh ekstrak zat warna dari media tongkol jagung memiliki ketuaan warna yang lebih rendah.

Nilai kuantitatif ketuaan warna untuk masing-masing contoh uji dapat dilihat pada grafik di Gambar 10.



Gambar 10. K/S Kain Kapas Hasil Pewarnaan Menggunakan Ekstrak Angkak Komersial, Media Umbi Bengkuang, dan Media Tongkol Jagung

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 terlihat bahwa nilai K/S kain kapas yang diwarnai menggunakan ekstrak umbi bengkuang memiliki paling besar dibandingkan dua contoh lainnya. Semakin tinggi nilai K/S, maka ketuaan warna kain semakin besar. Hasil pewarnaan kapas menggunakan ekstrak umbi bengkuang memiliki ketuaan warna yang hampir mendekati, bahkan melebihi hasil pewarnaan menggunakan angkak komersial. Hal ini berarti bahwa media umbi bengkuang dapat menjadi pengganti media beras pada produksi zat warna merah *Monascus*. Disamping itu, dengan menggunakan bengkuang, kita dapat mengurangi konsumsi beras untuk kebutuhan pembuatan zat warna alam untuk aplikasi tekstil. Hal ini menjadi keunggulan dari penelitian. Produsen zat

warna alam khususnya untuk penyedia material zat warna untuk proses pembatikan tidak memerlukan waktu yang lama dan lahan yang luas untuk memproduksi zat warna merah yang merupakan salah satu warna primer.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan zat warna merah hasil fermentasi umbi bengkuang dan tongkol jagung telah berhasil dibuat.
2. Serapan maksimum zat warna berada pada panjang gelombang maksimum 500 nm.
3. Struktur molekul zat warna yang dihasilkan memiliki kemiripan struktur molekul dengan zat warna *Monascus* merah.
4. Kadar zat warna *Monascus* dari media umbi bengkuang lebih tinggi dibandingkan media tongkol jagung.
5. Kadar zat warna *Monascus* dari media umbi bengkuang memiliki kadar mendekati angkak komersial.
6. Hasil pewarnaan kapas terbaik menggunakan zat warna dari ekstrak media umbi bengkuang.

DAFTAR PUSTAKA

- Carvalho, J.C., C.R. Soccol, S. Babitha, A. Pandey, dan A.L. Woiciechowski, (2007) : Production of Pigments. Current Developments in Solid State Fermentation. Asiatech Publisher, inc. New Delhi.
- Carvalho, J.C., B.O. Oishi, A.L. Woiciechowski, A. Pandey, S. Babitha, dan C.R. Soccol. (2007) : Effect of Substrates on The Production of *Monascus* biopigments by solid state fermentation and pigment extraction using different solvent. Indian Journal of Biotechnology, 6, 194-199.
- De Santis D. dkk. (2005) : Assessment of The Dyeing Properties of Pigments from *Monascus purpureus*. J. Chem

- Technol Biotechnol.2005. pp 0268-2575
- Dufosse, Laurent. (2008) : Pigments from Microalgae and Microorganisms : Sources of Food Colorants. Food and Colorants : Chemical and Functional Properties. CRC Press.
- Feng, Yanli, dkk.(2012) : *Monascus* Pigments : Mini Review, Appl Microbiol Biotechnol 96:1421–1440, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Kant, R., (2012) : Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard, Natural Science Vo. 4, No. 1, 22-26.
- Karuniawan, Agung (2004) Cultivation Status and Genetic Diversity of Yam Bean (*Pachyrhizus erosus* (L) Urban in Indonesia. Cuvilier Verlag Gottingen
- Juzlova, P, L. Martinkova, dan V Kren, (1996) : Secondary Metabolites of The Fungus *Monascus* : A Review, Journal of Industrial Microbiology, 16, 163-170.
- Lin, TF, dkk. (1992) : Formation of Water Soluble *Monascus* Red Pigments by Biological and semi-synthetic Processes. Journal of Industrial Microbiology. 9 : 173-179
- Mussak, Rita and Bechtold, T. (2009) : "Natural Colorants in Textile Dyeing". Handbook of Natural Colorants. John Wiley and sons Ltd. West Sussex.
- Pintea, A.M. (2008) : Food Colorants Derived from Natural Sources by Processing. Food and Colorants : Chemical and Functional Properties. CRC Press.
- Shazwani, Nur., (2012) : The Optimization of Red Pigment by *Monascus purpureus* FTC 5356 in Solid State Fermentation, Thesis Program Magister, Universiti Malaysia Pahang.
- Shen, Jiajia dan Chen, Xuming. (2013) : Kinetics and Thermodynamics Studies of *Monascus* Red Dyeing on Wool. Applied Mechanics and Materials, Vols. 395-396, pp 565-570.
- Velmurugan P., et.al. (2009) : Assesment of The Dyeing Properties of Pigments from Five Fungi and Anti-Bacterial Activity of Dyed Cotton Fabric and Leather. Coloration Technology, 125, 334-341
- Velmurugan, P., dkk. (2010) : Dyeing of Cotton Yarn with Five Water Soluble Fungal Pigments Obtained from Five Fungi, Fibers and Polymers,Vol.11, No.4, 598-605.
- Velmurugan P., dkk. (2012) : The Use of Cochineal and *Monascus purpureus* as Dyes for Cotton Fabric. Coloration Technology, 129, 246-251
- Velmurugan P., dkk. (2011) : *Monascus* Pigment Production by Solid – State Fermentation with Corn Cob Substrate, Journal of Bioscience and Bioengineering Vol. 112 No. 6. 590 – 594.
- <http://www.beritasatu.com/ekonomi/270935-25-juta-ton-target-produksi-jagung-tahun-2015.html>, diunduh tanggal 10 Oktober 2015.
- Yulistiani, D, dkk. (2012) : Pengaruh Berbagai Pengolahan terhadap Nilai Nutrisi Tongkol Jagung : Komposisi Kimia dan Kecernaan In Vitro. JITV 17(1):59-66