

Pengenalan Teknologi Ekstraksi Zat Warna Alam untuk Pewarna Alami Batik di UKM Batik Tulis “Kebon Indah”, Bayat, Klaten

Achmad Chafidz ^{a,1,*}, Ajeng Yulianti Dwi Lestari ^{b,2}

^{a,b} Chemical Engineering Department, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 55584, Indonesia

¹ achmad.chafidz@uii.ac.id *; ² aydlestari@uii.ac.id

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article History

Received, 25-11-2020

Revised, 17-01-2021

Accepted, 20-01-2021

Keywords

Batik Tulis;

Pewarna Alami;

Ekstraksi;

Usaha Kecil Menengah;

Kebon Indah

ABSTRACT

Batik Tulis is one of traditional Indonesian culture that must be preserved. UKM Batik Tulis “Kebon Indah” is one of Batik Tulis or Cap industries that uses natural dyes for coloring the Batik. This UKM is located in Desa Kebon, Bayat, Klaten. As a traditional UKM, of course there are many problems that must be solved. This community service activity aims to identify the existing problems and provide solutions or ideas to further develop UKM Batik Tulis “Kebon Indah” especially in terms of the production process of Batik Tulis. Additionally, also to introduce natural dye extraction process technology for better coloring results the Batik Tulis. This service community was carried out by interview, direct observation, and presentation/counseling methods. From this community service activity, the members of UKM Batik Tulis “Kebon Indah” have obtained new knowledge about the natural dye extraction process technology. Additionally, several recommendations to solve the current problems have been conveyed to the UKM, such as: pretreatment of raw natural coloring sources and application of natural dye extraction process technology on the production process of the Batik Tulis.

PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan hidup primer manusia adalah pakaian. Untuk tujuan estetika dan nilai tambah, kain yang merupakan bahan dasar pakaian perlu untuk diwarnai. Di masa lalu, kain diwarnai dengan mencelupkan ke dalam pewarna alami [1]. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, pada tahun 1856, pewarna sintetis muncul dan mulai menggantikan pewarna alami. Dalam dunia modern saat ini, pewarna sintetis banyak digunakan terutama dalam industri tekstil dikarenakan harganya yang murah, tersedianya banyak varian warna dan dalam jumlah yang banyak, warna yang cenderung konstan, mudah untuk digunakan, memiliki sifat tahan luntur yang baik, dll. [2, 3].

Yang menjadi permasalahan adalah penggunaan pewarna sintetis yang mengandung bahan kimia memiliki efek negatif pada lingkungan seperti pencemaran air dan tanah oleh limbah dari proses pewarnaan yang bersifat toksik dan karsinogenik. Secara tidak langsung hal ini juga akan berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar [4]. Dewasa ini, kesadaran orang-orang terhadap kelestarian lingkungan mulai meningkat. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan ini adalah dengan menggunakan pewarna alami [5]. Penggunaan pewarna alami untuk pewarnaan tekstil telah menarik minat para peneliti dan praktisi industri tekstil karena sifatnya yang tidak beracun dan non-alergi sehingga aman digunakan, terbuat dari bahan alam yang bersifat berkelanjutan, memiliki tingkat biodegradabilitas tinggi, dan yang paling penting lebih ramah lingkungan [6, 7].

Batik Tulis adalah salah satu ciri khas dan merupakan kebudayaan tradisional Indonesia yang cukup terkenal di dunia [8]. Saat ini sudah banyak sekali berdiri usaha industri Batik Tulis. Kebanyakan masih dalam bentuk Usaha Kecil dan Menengah (UKM) yang digerakkan oleh masyarakat-masyarakat pedesaan dan kebanyakan masih bersifat tradisional. Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah adalah salah satu UKM Batik Tulis maupun cap dengan menggunakan pewarna alami yang berlokasi di Dusun Ngembel, Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. UKM ini didirikan dengan model atau bentuk paguyuban yang anggotanya merupakan para pengrajin batik di Desa Kebon, Bayat, Klaten. Pendirian UKM ini bertujuan untuk membangun kerja sama antar para pengrajin batik di desa tersebut guna mengatasi permasalahan usaha/ekonomi serta meningkatkan kualitas kesejahteraan hidup secara bersama-sama dan saling bergotong royong. Paguyuban ini berdiri sejak Februari 2009 oleh Ibu Dalmini. Gambar 1 di bawah menunjukkan beberapa contoh Batik Tulis hasil produksi Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”, Bayat, Klaten.



Gambar 1. Contoh Batik Tulis hasil produksi Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”

Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” menaungi beberapa kelompok pengrajin batik, antara lain Kelompok Batik Sidoluhur, Kelompok Batik Nusa Indah, Kelompok Batik Nuju Makmur, Kelompok Batik Sidomakmur, Kelompok Batik TSP Mukti. Saat ini Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” berperan sebagai salah satu motor penggerak ekonomi rakyat di desa Kebon; penghubung antara investor dan para kelompok pengrajin batik; dan sebagai sarana pendidikan non-formal untuk pelaku usaha dan masyarakat. Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah merupakan UKM yang didirikan dan dikelola secara swadaya oleh masyarakat sekitar. Bisnis UKM masih dijalankan secara tradisional, baik dalam hal produksi, manajemen, maupun pemasaran. Pengabdian masyarakat yang kami lakukan saat ini bertujuan untuk membantu Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” dalam mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dan memberikan solusi atau ide yang dapat meningkatkan produktifitas dan efisiensi usaha Batik Tulis serta mengenalkan tentang teknologi ekstraksi zat warna alam untuk pewarna alami Batik Tulis.

PELAKSANAAN DAN METODE

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada Bulan Juli 2018 di UKM Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”, yang berlokasi di Dusun Ngembel, Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah: 1) Untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang ada pada kegiatan UKM Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” dan memberikan solusi atau ide-ide untuk lebih mengembangkan Paguyuban UKM Batik Tulis Kebon Indah terutama dalam hal proses

produksi Batik Tulis. 2) Mengenalkan teknologi proses ekstraksi zat warna alam untuk pewarna alami Batik Tulis. Gambar 2 di bawah menunjukkan foto bersama antara penulis dengan anggota paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” setelah selesai pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat.



Gambar 2. Penulis artikel (*paling kiri*) dan anggota paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”

Kegiatan pengabdian dilakukan sebanyak dua kali pertemuan (tatap muka). Kunjungan pertama dilaksanakan pada tanggal 2 Juli 2018. Pertemuan pertama ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi awal mengenai seluk-beluk kegiatan usaha pembuatan Batik Tulis serta untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang dihadapi oleh Paguyuban UKM Batik Tulis Kebon Indah. Proses identifikasi dilakukan dengan mengadakan tanya jawab atau wawancara dengan Ketua Paguyuban UKM Batik Tulis Kebon Indah. Kegiatan pertama ini berlangsung kurang lebih 3 jam dengan jumlah peserta sebanyak 5 orang. Sedangkan pertemuan kedua dilaksanakan pada tanggal 31 Juli 2018. Pertemuan kedua ini dilakukan melalui kegiatan observasi dengan cara mendemokan seluruh kegiatan proses produksi Batik Tulis dari awal hingga akhir. Kegiatan ini melibatkan sebagian besar anggota paguyuban dengan jumlah sekitar 20 orang dengan durasi pelaksanaan kegiatan sekitar 4 jam. Pada dasarnya aspek yang ingin dikaji atau dianalisa pada kegiatan pengabdian masyarakat ini mencakup aspek manajemen (seperti sumber daya manusia, pemasaran, keuangan, operasional, dan tata kelola); aspek teknologi dalam proses produksi (jenis zat warna alam, ekstraksi zat warna alami, proses pewarnaan kain, pengeringan, karakterisasi warna, pembatikan, dll); dan aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Akan tetapi, artikel ini akan lebih berfokus dalam menyampaikan hasil pengabdian masyarakat ini pada aspek teknologi dalam proses produksi Batik Tulis terutama proses ekstraksi zat pewarna alami dari bahan alamnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN


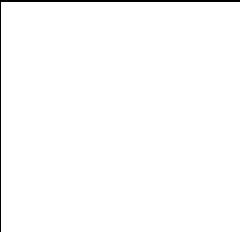
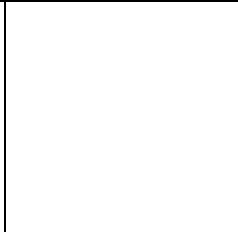
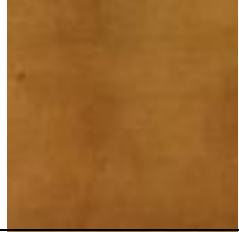
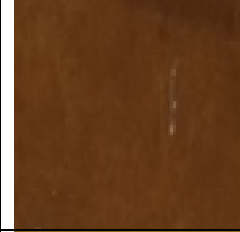
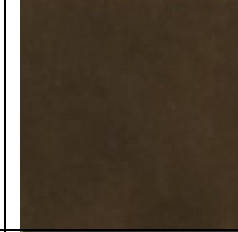
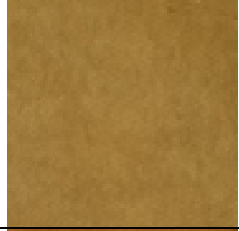
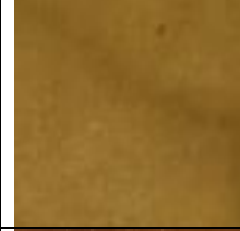
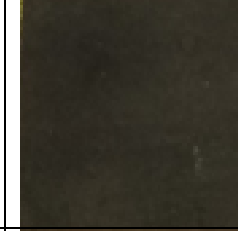
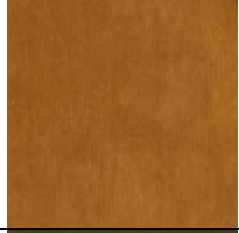
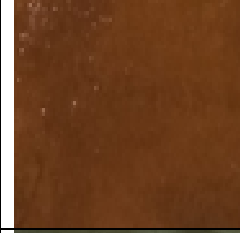
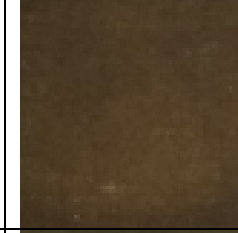
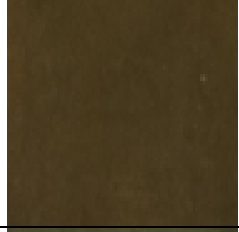
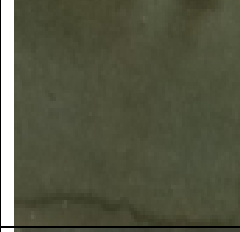
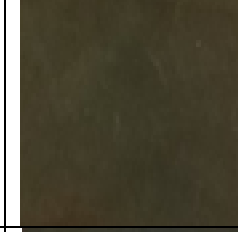
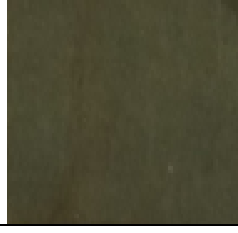
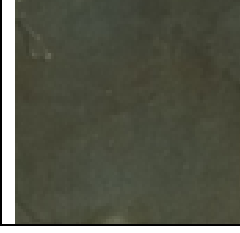
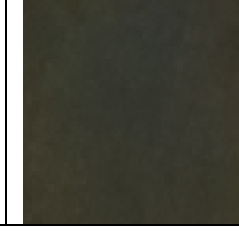
Dari hasil wawancara pada pertemuan pertama dengan pimpinan paguyuban dan hasil observasi pada pertemuan kedua, maka didapatkan penemuan-penemuan dalam kaitannya dalam aspek teknologi dalam proses produksi Batik Tulis terutama pewarna alami dan proses ekstraksi zat pewarna alami dari bahan alamnya sebagai berikut:

1) Kurangnya variasi pewarna alami yang digunakan dalam pembuatan batik tulis

Tabel 1 di bawah menunjukkan daftar warna yang saat ini digunakan pada pembuatan batik di Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah. Dari table di bawah, diketahui

bahwa bahan pewarna alam yang digunakan pada pembuatan batik tulis hanya terbatas pada *Indigo, Sogan, Tingi, Jambal, Teger, Jolawe*. Sedangkan zat fiksasi yang digunakan adalah *tawas, kapur, dan tunjung*. Fungsi Fiksasi ini adalah untuk memperkuat zat warna dan mengubah zat warna alam sesuai dengan jenis logam yang mengikatnya. Dengan demikian kekayaan warna yang dimiliki oleh Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah masih tergolong kurang. Sehingga diperlukan tambahan varian warna dan komposisinya untuk memperkaya warna batik dari Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah, sehingga dapat meningkatkan daya tarik konsumen terhadap produk dari Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah.

Tabel 1. Daftar warna Batik Tulis Kebon Indah

Bahan pewarna alami	Fiksasi		
	Tawas	Kapur	Tunjung
Indigo			
Sogan Tingi Jambal Teger			
Jolawe			
Teger			
Teger Indigo			
Jolawe Indigo			

Masih banyak sekali bahan baku zat warna alam yang ada di Indonesia yang dapat digunakan sebagai zat warna alam pada pembuatan batik tulis alam, di antaranya adalah: Pinang (*Areca Cathecu*), Safflower (*Crocus Sativus*), Kunyit (*Curcuma domestica*), Suji (*Dracaena angustifolia*), Kulit manggis (*Garcinia mangostana*), Ketapang (*Terminalia catappa*) [9], Kesumba (*Bixa Orellana*) [10], Mangrove, Mahoni [11], Akar mengkudu (*Morinda citrifolia*), Secang (*Caesalpinia sappan*), Getah gambir, Jati (*Tectona grandis*), Menteng (*Baccaurea racemosa*), dll. Untuk itu diperlukan upaya eksplorasi bahan baku alam yang ada di alam Indonesia yang dapat digunakan sebagai zat warna alam dalam proses pewarnaan batik. Proses eksplorasi ini dilakukan baik dengan *littrature review* maupun juga *trial/error* (skala laboratorium) bahan-bahan baku yang ada di Indonesia. Untuk kegiatan eksplorasi ini tentu saja dibutuhkan penelitian yang lebih mendalam.

2) Proses ekstraksi zat warna alam di UMKM Batik Tulis “Kebon Indah” tergolong masih tradisional

Gambar 3 menunjukkan proses ekstraksi zat warna alam di Paguyuban Batik Tulis Kebon Indah yang masih dilakukan secara manual. Yaitu dengan cara merebus zat pewarna alami seperti: *teger, jolawe, tingi, jambal, mahoni, jati, manga* (lihat gambar 3a) dalam air panas dengan menggunakan panci di atas tungku api yang berbahan bakar kayu (lihat gambar 3b). Proses ekstraksi ini dilakukan selama 3 (tiga) kali perebusan. Kemudian hasil perebusan dicampur menjadi satu. Dari hasil observasi terhadap proses ekstraksi zat warna yang oleh Paguyuban UKM Batik Tulis “Kebon Indah” didapatkan kekurangan-kekurangan sebagai berikut:

- 1) Proses pelarutan atau ekstraksi zat warna alami yang masih tergolong tradisional yaitu menggunakan panci dan diaduk secara manual, sehingga proses ekstraksi zat warna dari bahan bakunya tidak berjalan dengan maksimal. Hal ini dikarenakan tidak adanya pengadukan yang dilakukan secara kontinyu.
- 2) Proses perebusan bahan baku alam yang tidak mengalami pre-treatment terlebih dahulu menyebabkan proses perebusan perlu dilakukan lebih dari sekali (dari hasil survei sebanyak tiga kali). Hal ini tentunya menambah lama waktu produksi serta campuran 3 (tiga) kali hasil ekstraksi dapat menyebabkan kualitas zat warna yang dihasilkan tidak bisa konsisten, sehingga akan berdampak pada kualitas Batik Tulis yang akan dihasilkan.
- 3) Penggunaan bahan bakar kayu menyebabkan hasil pemanasan yang kurang sempurna dan tidak stabil sehingga proses ekstraksi tidak berjalan dengan maksimal dan waktu yang dibutuhkan juga menjadi lebih lama dibandingkan jika menggunakan gas elpiji. Selain itu kelemahan penggunaan bahan bakar kayu adalah pada saat musim penghujan, adanya kelembaban udara yang tinggi akan membuat kayu menjadi basah sehingga dapat menurunkan panas yang dihasilkan.

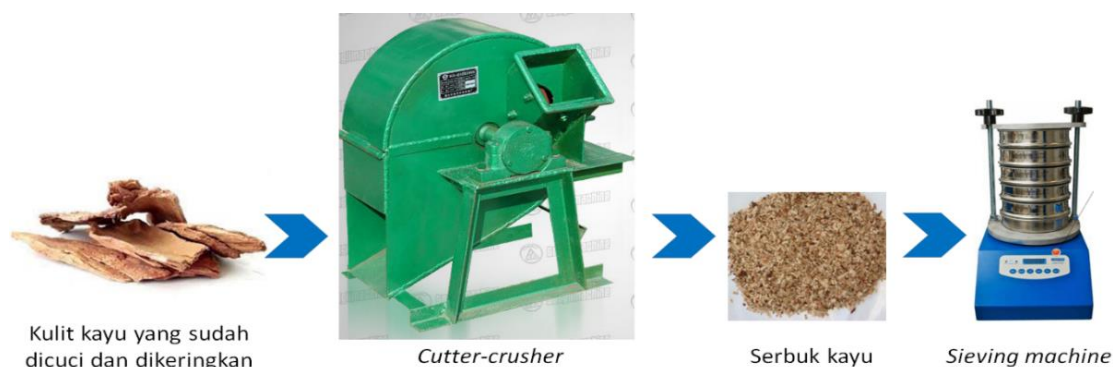


Gambar 3. a) Beberapa jenis bahan baku pewarna alami seperti *teger, jolawe, tingi, jambal, mahoni, jati, manga*; **b)** Proses ekstraksi zat pewarna alami

Berdasarkan temuan-temuan yang didapatkan selama kegiatan pengabdian ini, maka kami memberikan alternatif solusi sebagai berikut di bawah ini. Penjelasan mengenai solusi ini diberikan dalam bentuk penyuluhan/presentasi kepada pimpinan Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”.

a) Pre-treatment Bahan baku zat pewarna alami

Sebelum proses ekstraksi zat warna alam perlu dilakukan pre-treatment bahan baku alam (contoh kulit kayu) Yaitu sebagai berikut: 1) Kulit kayu dicuci hingga bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan kemudian dikeringkan. 2) Setelah kering, kulit kayu/kayu tersebut dimasukkan ke dalam alat penggiling untuk mendapatkan serbuk. 3) Serbuk kayu kemudian disieving untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Tahap yang ketiga adalah untuk proses studi di laboratorium. Hal ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh ukuran bahan baku alam terhadap di antaranya lama proses ekstraksi dan konsentrasi zat warna alam yang dihasilkan. Gambar 4 menunjukkan skema tahapan *pre-treatment* bahan baku alam sebelum proses ekstraksi.



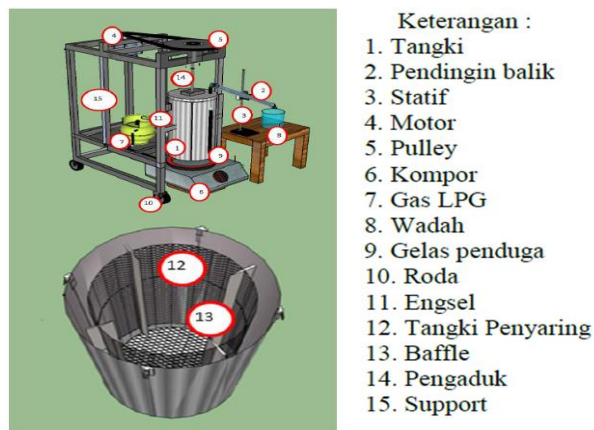
Gambar 4. Contoh tahapan *pre-treatment* bahan baku alam sebelum proses ekstraksi

b) Pengenalan teknologi ekstraksi zat warna alam yang modern

Untuk mengambil zat warna yang terkandung dalam bahan baku alamnya diperlukan suatu proses yang disebut sebagai ekstraksi. Di dalam ilmu teknik kimia, ekstraksi adalah salah satu jenis proses pemisahan (separation proses) yang memisahkan suatu bahan tertentu (misal zat warna alam) dari suatu padatan atau cairan induk dengan bantuan pelarut (solvent). Proses pemisahan ini dapat berjalan karena adanya perbedaan kelarutan dari komponen-komponen yang akan dipisahkan terhadap dua pelarut yang tidak saling bercampur. Berdasarkan wujud/fasanya ekstraksi dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu : (1) Ekstraksi padat-cair, di mana komponen yang diekstraksi terkandung dalam campuran yang berwujud padat. (2) Ekstraksi cair-cair, dimana komponen yang diekstraksi terkandung dalam campuran yang berwujud cairan. Proses ekstraksi zat warna alam dari bahan baku alamnya merupakan tahap yang paling penting dalam mendapatkan zat warna dengan karakteristik yang diinginkan pada industri batik tulis warna alam. Selain itu membuat proses ekstraksi yang standar dan optimisasi variable yang berpengaruh juga sangat penting. Karena tingkat kualitas dan konsistensi warna yang akan dihasilkan dapat mempengaruhi kualitas dan nilai jual produk batik itu sendiri. Beberapa metode ekstraksi zat warna alam dari bahan baku alamnya, adalah sebagai berikut: a) Ekstraksi pelarut air (aqueous extraction); b) Ekstraksi dengan alcohol/pelarut organik; c) Ekstraksi dengan bantuan ultrasonic; d) Ekstraksi dengan bantuan microwave. Metode ekstraksi yang paling

banyak digunakan untuk mengekstrak pewarna alami dari bahan baku alamnya adalah Ekstraksi Pelarut Air (aqueous extraction).

Sebelumnya di atas sudah disimpulkan bahwa prosedur ekstraksi yang masih sederhana dan tradisional ternyata mempengaruhi kualitas zat warna yang dihasilkan juga produktifitas dari UKM Batik Tulis di Klaten. Sehingga, nantinya disarankan untuk menggunakan alat ekstraktor skala UKM berupa *boiling-assisted extraction unit* untuk menggantikan cara yang tradisional tadi. Ini sebuah alat untuk mengekstraksi zat warna alam dengan menggunakan pelarut air (atau pelarut lain) yang dididihkan. Dengan menggunakan alat tersebut diharapkan proses ekstraksi zat pewarna alam dari bahan baku alamnya berjalan lebih cepat, teratur, dan kualitas zat warna yang dihasilkan konsisten. Selain itu, perlu juga disediakan alat penghancur (*crusher*) bahan baku zat warna alam dan *sieving machine*. Karena, Selain dengan menaikkan suhu pelarut, efektivitas proses ekstraksi dipengaruhi pula oleh ukuran bahan baku, dimana semakin kecil ukuran bahan baku maka efektivitas proses ekstraksi akan semakin tinggi karena transfer massa zat pewarna dari bahan padat ke pelarut berjalan sangat cepat. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan salah satu desain alat *boiling-assisted extraction unit*.



Gambar 5. Rangkaian alat boiling assisted extraction unit. Diambil dan diadopsi dari literature [11].

PENUTUP

Simpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat di Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” di Dusun Ngembel, Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah telah berlangsung dengan lancar. Dari hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan selama dua kali pertemuan (tatap muka) telah diidentifikasi masalah-masalah dalam kaitannya dengan aspek teknologi dalam proses produksi Batik Tulis terutama jenis pewarna alami dan proses ekstraksi zat pewarna alami dari bahan alamnya sebagai berikut: 1) Variasi warna yang tidak sebanyak pewarna sintesis, yang tentu saja akan berdampak pada variasi produk yang yang dapat dihasilkan; 2) Warnanya yang sulit konsisten sehingga sangat berpengaruh pada kualitas dari batik yang dihasilkan; 3) Proses produksi batik yang relatif lama jika dibandingkan dengan jika menggunakan zat pewarna sintesis. Berdasarkan temuan-temuan yang didapatkan selama kegiatan pengabdian ini, maka alternatif solusi yang dapat diberikan antara lain: 1) Melakukan pre-treatment terhadap bahan baku alam sebelum dilakukan proses ekstraksi zat pewarna alami, seperti pencucian, pengeringan, penggilingan, dan *sieving*. 2) Pengenalan teknologi ekstraksi zat warna alam secara modern. Sehingga untuk menjaga kualitas zat pewarna alami serta untuk meningkatkan produktifitas dari Paguyuban UKM Batik Tulis “Kebon Indah” di Klaten disarankan untuk menggunakan alat penghancur (*crusher*) bahan baku zat warna alam dan

sieving untuk mempermudah proses ekstraksi dan alat ekstraktor skala UKM berupa *boiling-assisted extraction unit* untuk menggantikan cara yang tradisional yang ada.

Saran

Disarankan kepada Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah”, Bayat, Klaten untuk terus melakukan evaluasi dan perbaikan diri untuk memajukan usaha Batik Tulisnya. Diharapkan dengan mengikuti ide-ide yang diberikan akan dapat meningkatkan atau setidaknya menjaga kualitas warna kain batik, menambah varian warna kain batik, serta meningkatkan produksi Batik Tulis. Tentu saja untuk melaksanakannya diperlukan kolaborasi dengan institusi penelitian seperti perguruan tinggi dan juga bantuan finansial dalam pengadaan alat-alat. Sehingga menjadi saran kepada penulis sendiri untuk meningkatkan level pengabdian masyarakat ini ke tingkat yang lebih tinggi (nasional) sehingga bisa mendapatkan bantuan dari pemerintah dan bisa berbuat lebih banyak.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan bantuan dana operasional demi terselenggaranya kegiatan pengabdian masyarakat ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada UKM Paguyuban Batik Tulis “Kebon Indah” yang telah menerima kami dan secara aktif berkerja sama dengan kami demi terselenggaranya kegiatan pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Samanta AK and Konar A. 2011. Dyeing of textiles with natural dyes. InTech, United Kingdom.
- Samanta AK and Agarwal P. 2009. Application of natural dyes on textiles. *Indian J. Fibre Text. Res.* 34: 384-99.
- Zarkogianni M, Mikropoulou E, Varella E, Tsatsaroni E. 2011. Colour and fastness of natural dyes: revival of traditional dyeing techniques. *Color. Technol.* 127: 18-27.
- Kasiri K and Khataee A. 2011. Photooxidative decolorization of two organic dyes with different chemical structures by UV/H₂O₂ process: experimental design. *Desalination*, 270: 151- 159.
- Aberoumand A. 2011. A Review Article on Edible Pigments Properties and Sources as Natural Biocolorants in Foodstuff and Food Industry. *World J. Dairy Food Sci.* 6:71-78
- Zarkogianni M, Mikropoulou E, Varella E, Tsatsaroni E. 2011. Colour and fastness of natural dyes: revival of traditional dyeing techniques. *Color. Technol.* 127: 18-27.
- Shahid M, Islam S-ul, Mohammad F. 2013. Recent advancements in natural dye applications: A review. *J. Clean. Prod.* 53: 310-31.
- Handayani PA, Chafidz A, Ramadani NS, Kartika D. 2019. Microwave Assisted Extraction (MAE) Process of Tannin from Mangrove Propagules Waste as Natural Dye for Coloring Batik tulis. *Key Eng.Mater.* 805: 128-133.
- Faisal RM., Chafidz A. 2019. Extraction of Natural Dye from Ketapang Leaf (*Terminalia catappa*) for Coloring Textile Materials. IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng. 543: 012074.
- Rusdi S, Yogaswara H, Prabowo WT, Chafidz A. 2019. Extraction of Natural Dyes from Kesumba Keling (*Bixa orellana*) Seed and Secang (*Caesalpinia sappan* Linn) Wood for Coloring Fabrics. *Mater. Sci. Forum* Vol. 981: 179-184.
- Paryanto, Nur A, Nurcahyanti D. 2018. Alat Ekstraktor-Evaporator Zat Warna Alami dari Buah Mangrove, Mahoni, dan Kulit Tingi untuk Pewarna Batik Ramah Lingkungan. *Inovasi Teknik Kimia*, Vol.3 No. 1.