

PEWARNAAN BATIK MENGGUNAKAN BUBUK PEWARNA ALAM *Indigofera tinctoria* DAN *Strobilanthes cusia*

Batik Dyeing Using Indigofera tinctoria and Strobilanthes cusia Powders

Tin Kusuma Arta, Vivin Atika, Agus Haerudin, Dwi Wiji Lestari, Isnaini, dan Masiswo

Balai Besar Kerajinan dan Batik Kementerian Perindustrian, Jl. Kusumanegara No.7 Yogyakarta

Korespondensi Penulis

Email : tin.arta@kemenperin.go.id

Naskah Masuk : 26 Juli 2019

Revisi : 31 Oktober 2019

Disetujui : 4 Desember 2019

Kata kunci: indigo, bubuk, batik, pewarna alami

Keywords: indigo, powder, batik, natural dyes

ABSTRAK

Indigo adalah zat warna alam paling tua yang dikenal manusia dan mempunyai peran besar dalam sejarah pewarnaan alami di dunia. Penelitian pembuatan bubuk pewarna indigo dengan menggunakan pengeringan konvensional ini dilakukan untuk melihat kemampuan bubuk zat warna alam (ZWA) indigo saat diaplikasikan pada proses pewarnaan kain batik. Penelitian dilakukan dengan metode percobaan laboratorium secara rancang acak dengan 2 (dua) variabel tetap yaitu pengeringan menggunakan oven dan pewarnaan batik pada katun, kemudian 2 (dua) variabel berubah yaitu jenis indigo dan pereduksi. Jenis tanaman indigo yang digunakan yaitu *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia*, sedangkan pereduksi yang digunakan yaitu gula jawa dan tetes tebu. Parameter uji berupa ketuaan warna dan beda warna dilakukan untuk menguji hasil aplikasi warna pada batik. Berdasarkan data spektra IR, diduga senyawa yang terdapat pada pewarna alami *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* adalah senyawa leuco indigo. Sementara hasil variasi pereduksi bubuk *Indigofera tinctoria* dengan pereduksi tetes tebu menghasilkan warna paling tua dengan nilai K/S 1,73 dan nilai beda warna $L^* = 37,62$, $a^* = (-1,52)$ dan $b^* = (-14,87)$. Bubuk pewarna *Indigo tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* dari pengeringan konvensional keduanya dapat diaplikasikan sebagai pewarna kain batik.

ABSTRACT

Indigo is the oldest natural dyestuff ever known to man. Indigo has a big role in the history of natural coloring in the world. The research of making indigo dye powder using conventional methods was conducted to see the ability of the powder to be applied as dye for batik cloth. The study was conducted with a laboratory experiment method with randomized design using 2 (two) fixed variables, namely oven drying and batik coloring on cotton. Meanwhile, 2 (two) changed variables used were indigo and reducing agent. The type of indigo used is Indigofera tinctoria and Strobilanthes cusia, while the reducing agent used is brown sugar and molasses. Testing parameters in the form of color intensity and color difference are done to test the results of the application on batik. Based on IR spectra data, it is suspected that the compounds contained in the natural dyes Indigofera tinctoria and Strobilanthes cusia are leuco indigo compound. While the result of variations in reducing powder indigofera tinctoria with reducing molasses produced the oldest color with value of K/S value 1.73 and value of color difference $L^ = 37,62$, $a^* = (-1,52)$ and $b^* = (-14,87)$. Indigo tinctoria and Strobilanthes cusia dyes from conventional drying can both be applied as batik cloth dyes.*

PENDAHULUAN

Indigo atau juga disebut nila/tom/tarum adalah zat warna alam yang paling tua dan mempunyai peran besar dalam sejarah pewarnaan alami dunia. Di Indonesia, indigo dipakai oleh perajin batik untuk memberi warna biru (*wedel*) pada proses pembuatan batik *soga* tradisional. Pewarna indigo diperoleh dari daun tanaman indigo.



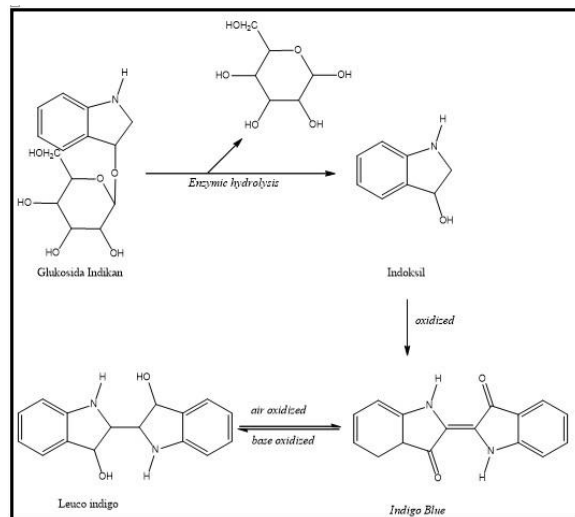
Gambar 1. Tanaman *Indigofera tinctoria* L

Penyebaran tanaman indigo dimulai dari Asia Selatan – Tenggara, Asia Timur, benua Eropa, Amerika Selatan, dan Afrika. Di Indonesia, jenis tanaman indigo yang tumbuh dan menghasilkan pewarna antara lain *Indigofera tinctoria*, *Indigofera suffruticosa*, *Marsdenia tinctoria*, *Indigofera arrecta*, *Indigofera longiracemosa* (Muzzazinah, 2016) dan *Strobilanthes cusia*.



Gambar 2. Tanaman *Strobilanthes cusia*

Indigo dilaporkan mengandung indigotin, isatin dan indirubin (Mantzouris, Karapanagiotis, & Panayiotou, 2014). Zat warna indigo pada umumnya diperjualbelikan dalam bentuk pasta. Pasta pewarna indigo diperoleh dengan cara fermentasi. Selama fermentasi, indikan yang terkandung dalam daun indigo dihidrolisis menjadi indoksil dan glukosa dengan kehadiran enzim β -glukosidase. Selanjutnya, indoksil dioksidasi melalui kontak dengan udara untuk membentuk indigo (Song, dkk., 2010) dalam (Comlekcioglu, Efe, & Karaman, 2015).



Gambar 3. Proses pembentukan senyawa indigo secara kimiawi

Proses pembuatan pasta indigo dimulai dengan merendam daun beserta potongan-potongan ranting didalam air selama 36-48 jam (Suheryanto, 2012), perbandingan daun indigo dan air sebanyak 1 : 5 bagian (Lestari & Riyanto, 2004). Rendaman daun indigo kemudian dibersihkan dari daun dan

potongan ranting. Larutan indigo ditambahkan larutan kapur tohor untuk selanjutnya diaerasi. Penambahan larutan kapur tohor dilakukan untuk membantu pengendapan. Kapur tohor memberikan molekul kalsium yang akan mengikat molekul indigotin di dalam daun indigofera untuk kemudian membentuk pasta. Pemisahan pasta dalam larutan indigo dilakukan dengan penyaringan.

Pewarna indigo harus diubah menjadi bentuk alkali leuco yang larut dalam air sebelum digunakan. Pembentukan alkali leuco dilakukan dengan menambahkan zat pereduksi yaitu gula jawa, tetes tebu, atau natrium hidrosulfid (Hossain, Khan, & Uddin, 2016). Zat warna alam indigo mempunyai ketahanan warna yang unggul terhadap pencucian dan sinar (Lestari & Sulaeman, 1998).

Analisa indigo menggunakan FT-IR menghasilkan spektrum yang menunjukkan puncak spesifik pada 2360 cm^{-1} (peregangan N-H), 1628 cm^{-1} (peregangan C=O), 1392 cm^{-1} (pembengkokan N-H), serta pada 1461 , 1483 dan 1585 cm^{-1} (vibrasi cincin aromatis C=C) (Lee, dkk., 2013).

Sitorus (2009) juga telah meneliti senyawa dominan yang terdapat pada pewarna alami pasta ekstrak daun salaon (*Indigofera tinctoria* L) dan menyimpulkan bahwa senyawa dominan yang terkandung di dalamnya adalah senyawa leuco indigo. Senyawa leuco indigo dengan interpretasi adanya serapan lebar dan kuat pada bilangan gelombang 3300 cm^{-1} adalah rentangan N-H, serapan tajam dan kuat pada bilangan gelombang sekitar 3600 cm^{-1}

adalah rentangan C-H ($\text{sp}^3\text{-s}$) dari metil dan metilen (CH_2), serapan lemah sekitar 1600 cm^{-1} adalah alkena, sedangkan serapan lemah pada bilangan gelombang 1450 cm^{-1} adalah rentangan aromatis (Gultom, dkk., 2017). Serapan di sekitar bilangan gelombang 1300 cm^{-1} - 1000 cm^{-1} adalah karbonil C=O. Kelompok-kelompok fungsional dari pigmen biru yang dimurnikan dari spektrum IR pada Indigo: 3200 cm^{-1} (OH Bonding), $2950\text{-}2880\text{ cm}^{-1}$ (CH Stretching of Alkyl), 1600 cm^{-1} (C = C Aromatic), $1350\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$ (CN Amines), $900\text{-}690\text{ cm}^{-1}$ (CH Aromatik) (Chanayath, Lhieochaiphant, & Phutrakul, 2002).

Indigo dalam bentuk pasta memiliki masa simpan yang tidak terlalu lama (Muzzaninah, Kristiandi dan Nurmiyati, 2018). Untuk mengakomodir kebutuhan pasar yang tersebar di berbagai wilayah, dibutuhkan pewarna dalam bentuk bubuk yang diyakini lebih praktis dan awet dalam penyimpanan maupun pengemasan (Atika & Isnaini, 2019). Salah satu upaya untuk mengubah bentuk pasta menjadi bubuk secara tradisional adalah pengeringan. Pengeringan didefinisikan sebagai proses pengeluaran atau pemisahan air dengan jumlah relatif kecil dari suatu bahan menggunakan panas (Utomo, dkk, 2009). Pengeringan dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan, menambah kepraktisan dan mengurangi ruang untuk penyimpanan (Ando, dkk., 2019).

Penelitian sebelumnya tentang pengaruh pengeringan dalam persiapan daun indigo menunjukkan penurunan nilai kuantitas pewarna indigo yang dihasilkan. Enzim dari daun indigo yang mengalami

pengeringan tidak aktif sehingga molekul warna yang dihasilkan sedikit (Laitonjam dan Wangkheirakpam, 2011).

Adanya penurunan pewarna yang dihasilkan karena pengeringan sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Laitonjam dan Wangkheirakpam, tentu akan berpengaruh terhadap hasil pewarnaan ketika bubuk indigo diaplikasikan sebagai pewarna batik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan bubuk indigo dalam mewarnai kain batik.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan pewarna alami indigo dalam bentuk bubuk dengan memanfaatkan pengeringan konvensional, kemudian diuji kemampuannya sebagai pewarna kain batik. Bahan baku pewarna indigo yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada jenis *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia*. Kedua jenis indigo ini menjadi sampel karena keduanya merupakan jenis indigo yang digunakan oleh perajin batik.

Indigofera tinctoria merupakan tanaman indigo yang tumbuh di area terbuka dengan sinar matahari cukup. Tanaman ini tergolong dalam tanaman perdu dengan tinggi kurang lebih 1 meter (Jusri, 2015).

Strobilanthes cusia dikenal dengan nama lain indigo jepang. Tanaman *Strobilanthes cusia* memiliki daun menyirip dengan tulang daun tersusun rapi, ujung daun meruncing. Tanaman ini mudah dibudidayakan di daerah pegunungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bubuk pewarna

alam *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* mewarnai kain batik.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode percobaan laboratorium secara rancang acak dengan 2 (dua) variabel tetap yaitu pengeringan menggunakan oven dan pewarnaan pada kain batik katun. 2 (dua) variabel berubah yaitu jenis tanaman indigo dan pereduksi. Jenis indigo yang digunakan adalah *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia*, sedangkan pereduksi dipilih gula jawa dan tetes tebu.

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasta *Indigofera tinctoria* dari Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan pasta *Strobilanthes cusia* dari Temanggung (Jawa Tengah). Bahan pereduksi yang digunakan adalah gula jawa dan tetes tebu yang ada di pasar tradisional Yogyakarta. Kain katun batikan digunakan untuk uji pewarnaan. Soda abu dan *Turkey Red Oil* (TRO) sebagai bahan pembantu pencelupan serta *pelorodan*.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya oven, bak celup, neraca analitis, *aluminium foil*, bak *pelorodan*, *magnetic stirrer*, alat uji *Spectrophotometer UV-Vis Shimadzu 2401(PC)S* dan *Spectrophotometer IR Shimadzu Prestige-21*.

Prosedur Kerja

Pembuatan Bubuk Indigo

Pembubukan pasta indigo dilakukan menggunakan oven pada suhu 100 °C

selama 8 jam. Bubuk yang sudah terbentuk diuji menggunakan FTIR di Laboratorium Kimia UGM dan dilakukan aplikasi pewarnaan pada kain batik.

Proses Pewarnaan

Proses pelarutan bubuk *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* dilakukan menggunakan reduktor gula jawa dan tetes tebu. Bubuk indigo direduksi dengan reduktor dengan perbandingan 1 : 2, kemudian dilarutkan dengan vlot 1 : 50. Pelarutan dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 20 menit. Larutan yang telah homogen didiamkan selama 16 jam, kemudian digunakan untuk mencelup kain katun batikan. Pencelupan kain dilakukan sebanyak 6 kali. Urutan proses pencelupan yaitu: dicelup – diangin-anginkan – dibilas – diangin-anginkan sampai kering. Kain yang sudah diwarnai dengan bubuk indigo selanjutnya dilakukan *pelorodan* untuk menghilangkan *malam/lilin* batik yang menempel.

Pengujian

Parameter pengujian senyawa dalam ekstrak daun *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* meliputi analisis gugus fungsi, sedangkan pada hasil pewarnaan meliputi ketuaan warna dan beda warna. Pengujian bubuk warna menggunakan *Spectrophotometer IR* akan menghasilkan spektrum gugus fungsi dan pengujian ketuaan warna menggunakan spektrofotometer UV-Vis akan menghasilkan nilai reflektansi (%R).

Pengukuran ketuaan warna dilakukan dengan mengkonversi %R ke dalam nilai

K/S. Nilai K/S diasumsikan sebagai jumlah zat warna alam yang terserap kedalam kain. Secara empiris, K/S dapat dihitung menggunakan rumus Kubelka – Munk dengan asumsi faktor-faktor lain tidak berpengaruh (Kuntari & Barkasih, 2005).

$$K/S = (1 - R)/2R$$

di mana:

- K = Koefisien penyerapan cahaya
- S = Koefisien penghamburan cahaya
- R = Reflektansi

Selanjutnya K/S total dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$K/S = (K/S)_0 - (K/S)_1$$

di mana:

- K/S = Ketuaan zat warna
- (K/S)₀ = Ketuaan warna kain berwarna
- (K/S)₁ = Ketuaan warna kain putih



Pengujian beda warna berdasarkan kecerahan (*lightness*), kejenuhan warna (*chroma*) dan corak warna (*hue*). Metode yang digunakan adalah CIELAB yang merupakan ruang warna yang mencakup semua warna yang dapat dilihat oleh mata. Ruang warna ini berupa ruang tiga dimensi dalam tiga sumbu yaitu L* (kecerahan), a* (hijau – merah), dan b* (biru – kuning) (CIE, 1976). Pembacaan nilai L* yaitu 0 = hitam dan 100 = putih, nilai a* yaitu + = merah dan - = hijau, sedangkan nilai b* + = kuning dan - = biru (Sunaryati, Hartini, & Tekstil, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan kenampakan fisik bubuk indigo dari pasta *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* ditunjukkan pada Tabel

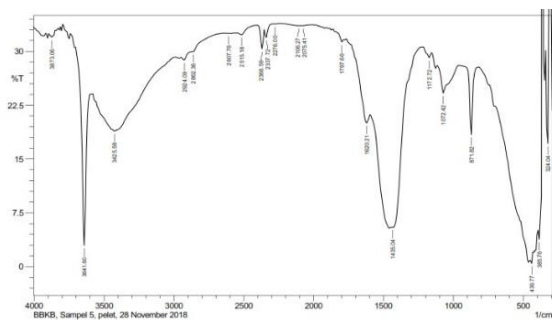
1. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kenampakan fisik bubuk indigo, bubuk dari pasta *Indigofera tinctoria* menghasilkan warna lebih muda daripada bubuk dari pasta *Strobilanthes cusia*. Bubuk indigo yang diperoleh dengan cara pengeringan konvensional memiliki sifat mudah dihaluskan menggunakan *blender* atau penumbuk.

Tabel 1. Kenampakan fisik bubuk indigo

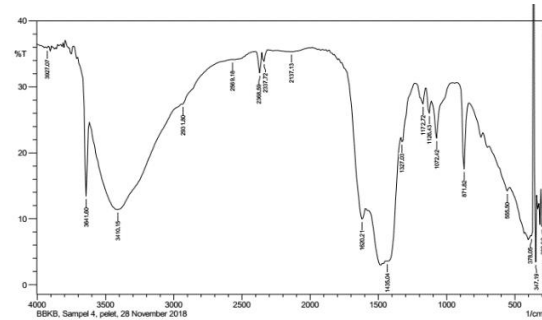
Sampel	Kenampakan sampel	Warna
<i>Indigofera tinctoria</i>		Warna bubuk biru muda
<i>Strobilanthes cusia</i>		Warna bubuk biru tua

Bubuk indigo kemudian diuji dengan *Spectrophotometer IR*, untuk melihat gugus fungsinya. Indigo memiliki rumus kimia $C_{16}H_{10}N_2O_2$. Warna biru pada indigo disebabkan adanya ikatan rangkap dua terkonjugasi.

Hasil pengujian spectrum IR bubuk *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Spektrum IR bubuk *Indigofera tinctoria*



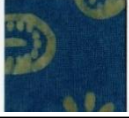




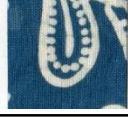


Gambar 5. Spektrum IR bubuk *Strobilanthes cusia*

Berdasarkan data spektra IR, pewarna alami *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* sama-sama memiliki senyawa dominan berupa senyawa leuco indigo. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya serapan lebar dan kuat pada bilangan gelombang 3425 cm^{-1} pada *Indigofera tinctoria* dan 3410 cm^{-1} pada *Strobilanthes cusia* yang merupakan rentangan N-H. Data spectra IR juga menunjukkan serapan tajam dan kuat pada bilangan gelombang 3641 cm^{-1} pada kedua sampel yang merupakan rentangan C-H (sp^3-s) dari metil dan metilen (CH_2), sementara serapan lemah di sekitar bilangan gelombang 1620 cm^{-1} pada kedua sampel adalah gugus C=C alkena aromatik. Serapan lemah pada bilangan gelombang 1435 cm^{-1} pada kedua sampel yang merupakan rentangan aromatik dan bilangan gelombang $1350\text{ cm}^{-1} - 1000\text{ cm}^{-1}$ adalah rentangan karbonil C=N amina juga dapat dilihat pada data spectra IR.

Bubuk *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* kemudian digunakan untuk mewarnai batik katun. Hasil pewarnaan disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat secara visual Bubuk *Indigofera tinctoria* menghasilkan warna yang lebih tua.

Tabel 2. Hasil aplikasi pewarnaan bubuk indigo pada kain katun batikan

Sampel	Sebelum dilorod	Setelah dilorod
<i>Indigofera tinctoria</i>		
Reduktor gula jawa		
Reduktor tetes tebu		
<i>Strobilanthes cusia</i>		
Reduktor gula jawa		
Reduktor tetes tebu		

Hasil pengujian ketuaan warna dan beda warna kain katun batik setelah diwarnai dengan bubuk indigo ditunjukkan pada Tabel 3. Ketuaan warna terbaik diperoleh dari pewarnaan dengan bubuk *Indigofera tinctoria* dengan pereduksi tetes tebu.

Nilai ketuaan warna terbaik ditunjukkan dengan K/S 1,73. Warna batik setelah dilorod lebih tua daripada sebelum dilorod. Hal ini karena adanya kontak zat warna dengan air dan soda ash sehingga mengoptimalkan proses oksidasi leuco indigo menjadi indigo yang tidak larut dan berwarna biru. Pada proses pelorodan juga kotoran dan sisa zat warna yang hanya menempel pada permukaan kain akan hilang sehingga menjadi bersih.

Tabel 3. Hasil uji ketuaan warna dan beda warna kain katun batik

Sampel	Nilai K/S	Nilai beda warna		
		L*	a*	b*
blanko	0,00	0,13	0,05	0,00
<i>Sebelum dilorod</i>				
x1	0,34	45,39	-2,03	-9,19
x2	0,24	50,92	-1,10	-12,82
y1	0,19	54,08	-2,04	-13,17
y2	0,17	55,87	-3,24	-14,32
<i>Setelah dilorod</i>				
x1	1,42	49,28	-1,45	-10,66
x2	1,73	37,62	-1,52	-14,87
y1	0,89	53,77	-1,52	-15,14
y2	0,28	52,82	-1,84	-17,82

Keterangan:
 x1 = *Indigofera tinctoria*, gula jawa
 x2 = *Indigofera tinctoria*, tetes tebu
 y1 = *Strobilanthes cusia*, gula jawa
 y2 = *Strobilanthes cusia*, tetes tebu

Bubuk *Strobilanthes cusia* dengan pereduksi gula jawa menghasilkan warna yang lebih tua jika dibandingkan dengan pereduksi dengan tetes tebu.

Pengujian beda warna digunakan untuk menunjukkan kecerahan dan arah warna. Warna yang paling tua menurut nilai K/S memiliki L* = 37,62 paling mendekati warna hitam daripada sampel lain, nilai a = (-1,52) ke arah warna hijau dan b* = (-14,87) ke arah warna biru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengeringan pasta indigo menggunakan oven menghasilkan bubuk indigo yang dapat digunakan untuk pewarna batik. Hasil uji spektrum IR (*infra*

red) pada bubuk zat warna alam *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* menunjukkan ciri gugus dan ikatan indigo yang sama. Hasil pewarnaan pada kain batik katun secara visual berwarna biru tua dengan nilai K/S 1,73, Nilai beda warna $L^* = 37,62$, $a^* = -1,52$ dan $b^* = -14,87$. Hasil ini dinilai cukup untuk memenuhi kualitas batik warna alam.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai perbandingan kualitas bubuk *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* dari berbagai daerah di Indonesia. Selain itu diperlukan juga penelitian mengenai variasi cara dan suhu pembubukan.

KONTRIBUSI PENULIS

Seluruh penulis memiliki kontribusi yang sama dalam penyusunan tulisan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Balai Besar Kerajinan dan Batik Kementerian Perindustrian sebagai penyandang dana penelitian ini. Aprilia Fitriani sebagai teknisi litkayasa yang telah mendukung dan bekerjasama dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ando, Y., Hagiwara, S., Nabetani, H., Sotome, I., Okunishi, T., Okadome, H., Orikasa, T., Tagawa, A. (2019). Effects of Prefreezing on the Drying Characteristics, Structural Formation and Mechanical Properties of Microwave-vacuum Dried Apple. *Journal of Food Engineering*, 244, 170-177. 10.1016/j.jfoodeng.2018.09.026.

Atika, V., & Isnaini. (2019). Pengaruh Pengeringan Konvensional terhadap

Karakteristik Fisik Indigo Bubuk. *In Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (p. C4-1 - C4.7). Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.

Chanayath, N., Lhieochaiphant, S., & Phutrakul, S. (2002). Pigment Extraction Techniques from the Leaves of *Indigofera tinctoria* Linn. and *Baphicacanthus cusia* Brem. and Chemical Structure Analysis of Their Major Components. *CMU Journal*, 1(2), 149–160.

Comlekcioglu, N., Efe, L., & Karaman, S. (2015). Extraction of Indigo from Some *Isatis* species and Dyeing Standardization Using Low-technology Methods. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58 (1), 96–102. Doi:10.1590/S1516-8913201502658.

Gulton, Jelita, Midun Siagian, Ucok Jhon Royagus Tamba, Jecky Bukit dan Murniaty Simorangkir. (2017). Ekstrak Daun Salaon (*Indigofera tinctoria* L) sebagai Pewarna Alam dalam Upaya Pelestarian Kearifan Lokal Budaya Batak. *Jurnal Pendidikan Kimia vol. 9, No. 2, Agustus 2017 p.293-298*.

Hossain, M. D., Khan, M. M. R., & Uddin, M. Z. (2016). Fastness Properties and Color Analysis of Natural Indigo Dye and Compatibility Study of Different Natural Reducing Agents. *Journal of Polymer and Environmental*. Doi: 10.1007/s10924-016-0900-6.

Jusri. (2015). *Zat Warna Alam Bahan Tekstil*. Jakarta: Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Kuntari, & Barkasih, S. (2005). Pengaruh Penggunaan Plexophor HBN Dalam Metode Grey Dyeing terhadap Hasil Pencelupan Benang Selulosa Dengan Zat Warna Reaktif. *In Simposium Nasional Polimer* (p. 282). Bandung: Himpunan Polimer Indonesia. Retrieved from digilib.batan.go.id/ppin/katalog/file/1410-8720-2005-1-282.pdf.

Laitonjam, Warjeet. S & Wangkheirakpam, Sujata. D. (2011). Comparative Study of The Major Components of The Indigo Dye Obtained From *Strobilanthes flaccidifolius* Nees. And *Indigofera tinctoria* Linn.

- International journal of Plant Physiology and Biochemistry Vol. 3(7), pp. 108-116.*
- Lee, J., Kang, M. H., Lee, K.-B., & Lee, Y. (2013). Characterization of Natural Dyes and Traditional Korean Silk Fabric by Surface Analytical Techniques. *Materials*, 6(1), 2007–2025. Doi: 10.3390/ma6052007.
- Lestari, K., & Riyanto. (2004). Pembuatan Pewarna Alam Biru Dari Indigofera tinctoria. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 21, 7–15. Doi: 10.22322/dkb.v0i21.1107.g941
- Lestari, K., & Sulaeman. (1998). Pengkajian Zat Warna Alam Untuk Batik Sebagai Alternatif Pewarna. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 17, 33–42.
- Mantzouris, D; Karapanagiotis, I; dan Panayiotou, C. (2014). Comparison of extraction methods for the analysis of Indigofera tinctoria and Carthamus tinctorius in textiles by high performance liquid chromatography. *Microchemical Journal*, 115, 78–86. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X14000320>.
- Muzzazinah. (2016). *Biosistematika Jenis-jenis Indigofera Indonesia Penghasil Warna*. Disertasi. Program Studi Biologi Tumbuhan Institut Pertanian Bogor.
- Muzzazinah, Kristiandi, & Nurmiyati. (2018). Peningkatan Kualitas Pewarna Indigo Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna pada UKM Tom Batik. In *Prosiding PKM-CSR 2018; Vol. 1* (p. 682-695). Tangerang: Universitas Multimedia Nusantara.
- Sitorus, M. (2009). *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Medan: Medan.
- Suheryanto, D. (2012). Optimalisasi Waktu Fermentasi Pembuatan Zat Warna Alam Indigo (Indigo tinctoria). Prosiding pada *Seminar Nasional Teknik Kimia, Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur*. Surabaya. Sunaryati, S., Hartini, S., dan Ernaningsih. (2000).
- Pengaruh Tata Cara Pencelupan Zat Warna Alam Daun Sirih pada Hasil Pencelupan Kain Sutera. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan teknologi Nuklir P3TM*. Yogyakarta. BATAN. Utomo, A.D., Rahayu, W.S., Dhiani, B.A. (2009). Pengaruh Beberapa Metode Pengeringan terhadap Kadar Flavonoid Total Herba Sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Pharmacy*, 6(1), 1693-3591.

