

**PEMANFAATAN LIMBAH SERUTAN KAYU NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*)
UNTUK PEWARNAAN KAIN SUTERA
*Utilization of Jackfruit Wood (*Artocarpus heterophyllus*)
for Coloring Silk Fabrics***

Ainur Rosyida dan Subiyati

Akademi Teknologi Warga Surakarta, Jl. Raya Solo Baki Km 2, Kwarasan, Solo Baru, Sukoharjo
kenur.rosida@gmail.com

Tanggal Masuk: 22 Oktober 2018
Tanggal Revisi: 21 November 2018
Tanggal disetujui: 21 November 2018

ABSTRAK

Pewarnaan bahan tekstil dengan zat warna alam identik dengan warna coklat, hitam, dan biru. Untuk itu perlu dicari sumber pewarna alam yang menghasilkan warna primer agar dapat dicampurkan menjadi warna sekunder maupun tersier. Kayu nangka mengandung senyawa morin yang memberikan warna kuning pada larutan ekstraknya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui warna yang dihasilkan dari pencelupan ekstrak kayu nangka pada kain sutera serta pengaruh penggunaan variasi pH larutan dan jenis bahan mordan terhadap kualitas hasil pencelupan. Proses pencelupan dilakukan dengan variasi pH 5, 7, dan 9 serta zat mordan akhir (fiksator) menggunakan tawas dan tunjung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah serutan kayu nangka menghasilkan warna kuning dan coklat pada kain sutera. Jenis mordan berpengaruh pada arah warna dan pH larutan berpengaruh pada ketuaan warna yang dihasilkan. Proses pewarnaan menghasilkan warna yang merata dan permanen. Hasil uji ketuaan warna menunjukkan bahwa pada pencelupan dengan mordan tawas diperoleh warna kuning tua dengan nilai ketuaan warna yang paling tinggi pada suasana asam (pH 5) sedangkan pada pencelupan dengan mordan tunjung diperoleh warna coklat dengan nilai ketuaan warna yang paling tinggi pada suasana asam (pH 5). Ketahanan luntur warna terhadap pencucian diperoleh nilai rata-rata perubahan dan penodaan warna yang baik yaitu 4-5 sesuai standar *Grey Scale* maupun *Staining Scale*. Hasil uji ketahanan gosokan kering dan basah juga diperoleh nilai rata-rata penodaan warna yang sangat baik yaitu 5 sesuai standar *Staining Scale*.

Kata kunci: kayu nangka, pencelupan, serat sutera, zat warna alam

ABSTRACT

The coloring of textile materials using natural dyes are identical with the color brown, black, and blue. It is necessary to find natural dyeing sources that produce primary color to be mixed into secondary and tertiary colors. Jackfruit wood contain morin compounds that can produce yellow color. This research was carried out to discover the color of silk fabric dyed using jackfruit wood extract, the effect of Ph and mordant materials on dyeing quality. The value of Ph variation used were 5, 7, and 9; while the fixative materials used in this research were alum and ferrous sulfate. The result shows that jackfruit wood extract produced the color yellow and brown on silk fabric. On the other hand, mordant materials affecting the color inclination while Ph affecting color strength. Color strength test results show that dyeing using alum produce yellowish color and dyeing using ferrous sulfate produce brownish color, both under acid condition (pH 5). The color fastness test by washing and staining resulting a value of 4-5 which shows good fastness. The color fastness test by dry and wet rubbing also shows a good result with a value of 5.

Keywords: jackfruit wood, dyeing, silk fiber, natural dyes

PENDAHULUAN

Memburuknya kualitas lingkungan dan gangguan keseimbangan ekologis oleh limbah pencelupan menimbulkan banyak kekhawatiran dalam beberapa tahun terakhir. Meningkatnya kesadaran serta kepedulian masyarakat pada lingkungan, menyebabkan sejumlah negara mengeluarkan peraturan yang ketat untuk memperbaiki lingkungan. Bank Dunia memperkirakan 17-20% pencemaran air yang disebabkan oleh industri berasal dari proses pewarnaan dan penyempurnaan (*finishing*) tekstil. Pada hasil identifikasi limbah cair pencelupan tekstil, terdapat sebanyak 72 zat kimia yang bersifat toksik dan 30 diantaranya tidak dapat dihilangkan (Kant, 2012). Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa konsekuensi yang dihadapi lingkungan dari pembuangan limbah cair pencelupan tekstil yang tidak diolah secara memadai dapat merusak lingkungan air dan berkurangnya keanekaragaman hayati akuatik. Ini menjadi salah satu masalah kritis industri tekstil di negara-negara berkembang seperti Indonesia.

Limbah industri tekstil dan batik telah mendominasi pencemaran sungai yang ada di Surakarta. Dari enam anak Sungai Bengawan Solo yang melintasi Surakarta, yaitu: Sungai Brojo, Premulung, Jenes, Pepe, Gajah Putih, Kali Anyar semuanya telah tercemar oleh limbah industri tekstil dan batik. Pencemaran telah mengakibatkan kuantitas dan kualitas sumber daya air di sekitar industri tekstil dan batik sangat memprihatinkan karena sudah menyebabkan kondisi anak sungai Bengawan Solo tersebut tercemar logam berat. Selain mencemari sungai, limbah cair tekstil juga mencemari sebagian air tanah yang ada disekitarnya. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa pada air tanah yang tercemar umumnya berwarna,

berbusa dan berbau sehingga tidak dapat dikonsumsi lagi (DLH, 2018)

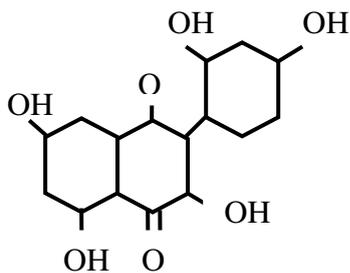
Zat warna sintetis dalam produksi dan penerapannya telah menyisakan limbah yang menyebabkan bahaya kesehatan dan gangguan keseimbangan ekologis di alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zat warna sintetis mengandung bahan kimia berbahaya yang menyebabkan alergi, karsinogenik dan merugikan kesehatan manusia (Ogugbue & Sawidis, 2011); (Balamurugan & Kannadasan, 2014); (T, Ravikumar, Kavitha, & V, 2013); (Naik, Desai, & Desai, 2013); (Varsha & Seema, 2013).

Pada beberapa tahun terakhir, ada kecenderungan untuk menghidupkan kembali penggunaan zat warna alam karena sifatnya yang tidak beracun, dapat diperbaharui (*renewable*), mudah terdegradasi dan ramah lingkungan (Yernisa, Gumbira-Sa'id, & Syamsu, 2014). Oleh karena itu penggunaan zat warna sintetis sudah seharusnya digantikan dengan zat warna alam yang bersifat *renewable*, *biodegradable* dan *eco-friendly*.

Zat warna alam merupakan komponen organik dengan grup hidroksil pada struktur molekulnya. Mempunyai sifat kelarutan dalam air yang rendah karena beberapa zat warna alam tidak mempunyai gugus pelarut (Vankar, Shanker, & Wijayapala, 2009); (Sinha, Das, & Datta, 2012). Dilihat dari beberapa aspek, zat warna alam berpotensi menggantikan penggunaan zat warna sintetis. Zat warna alam untuk bahan tekstil, umumnya diperoleh dari ekstrak bagian tumbuhan seperti: akar, kayu, daun, biji, dan bunga.

Kayu nangka (*Artocarpus heterophyllus lamk*) mengandung flavonoid, yang merupakan salah satu golongan fenol alam. Flavonoid, saponin, tanin dan antosianin

merupakan golongan zat warna ekstraktif kayu. Flavonoid merupakan senyawa yang menyebabkan kayu berwarna merah, kuning, coklat atau biru. (Heyne, 1987) menyebutkan bahwa kayu dari tumbuhan nangka mengandung zat warna kuning yang disebut morin. Kelarutan morin pada larutan ekstrak akan semakin besar dengan bertambahnya temperatur ekstrak karena akan melarutkan lebih banyak morin dari serbuk kayu nangka. Morin memberikan warna kuning sitrun pada kayu nangka. Larutan ekstrak kayu nangka dapat mewarnai bahan tekstil dari serat kapas dengan hasil yang baik (Rosyida & Zulfiya, 2013). Morin yang terdapat dalam kayu nangka mempunyai struktur molekul seperti pada gambar dibawah ini (wikipedia, 2018)



Gambar 1. Struktur Molekul Morin

Adanya morin yang terkandung dalam kayu nangka menyebabkan limbah serutan kayu nangka yang diambil dari sisa-sisa pembuatan mebel berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pewarna pada kain sutera.

Proses mordan dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu *pre-mordan* (sebelum pencelupan), *simultan-mordan* (saat pencelupan) dan *post-mordan* (setelah pencelupan). Pada metode *pre-mordan*, dilakukan proses mordan dulu sebelum bahan tekstil dicelup larutan warna alam, sehingga terjadi pelapisan senyawa mordan pada permukaan bahan tekstil. Pada metode

simultan-mordan, zat mordan dan zat warna alam dilarutkan dalam larutan pencelupan secara bersamaan, setelah itu bahan tekstil dicelup dalam larutan pencelupan. Pada penelitian ini, metode mordan yang digunakan adalah *post-mordan* dengan mordan akhir menggunakan tawas dan tunjung. Menurut Sari (2014), dengan metode *post-mordan* dapat diperoleh warna yang lebih tajam dari metode mordan yang lainnya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui warna yang dihasilkan dari pencelupan ekstrak kayu nangka pada kain sutera serta pengaruh penggunaan variasi pH larutan dan jenis bahan mordan terhadap kualitas hasil pencelupan.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah kain sutera, limbah serutan kayu nangka, serta bahan kimia (*grade* teknis) antara lain NaCl, pembasah (*wetting agent*), CH₃COOH (asam asetat), Na₂CO₃, Al₂(SO₄)₃ (tawas), dan FeSO₄ (tunjung).

Peralatan yang digunakan adalah *beaker glass*, termometer, pH-meter, pengaduk dan timbangan digital. Peralatan uji yang digunakan adalah Spektrofotometer Data color 600, Lounder O Meter merk Super Star Textile Machinery, *Grey Scale* (standar skala perubahan warna), *Stanning Scale* (standar skala penodaan), *Crock meter* (uji gosokan kain).

Ekstraksi Kayu Nangka

Serutan kayu nangka diekstraksi menggunakan pelarut air dengan perbandingan 1:10 pada suhu mendidih selama 1 jam 30 menit. Setelah itu didiamkan selama 8-10 jam sebelum digunakan.

Pewarnaan Kain

Proses pewarnaan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: larutan ekstrak kayu nangka diukur pH-nya kemudian dimasukkan pada tiga *beaker glass* yang berbeda dan diatur pH-nya menjadi asam (pH 5), netral (pH 7) dan basa/alkali (pH 9). Sejumlah asam asetat dan natrium karbonat ditambahkan kedalam larutan celup hingga tercapai kondisi pH yang diinginkan. Pencelupan kain sutera dilakukan pada suhu kamar selama 1 jam 45 menit, selanjutnya kain diperas dan diproses mordan menggunakan tawas dan tunjung. Proses mordan dilakukan dengan cara memasukkan kain yang telah dicelup kedalam larutan mordan selama 15 menit pada temperatur kamar. Kain yang telah dimordan kemudian dicuci dengan air panas dan sabun, dibilas dan dikeringkan.

Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada kain hasil pencelupan adalah pengujian ketahanan warna, ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan berdasarkan SNI ISO 105-C06:2010, Tahan luntur warna terhadap pencucian rumah tangga dan komersial serta SNI ISO 105-X12:2012, Tahan luntur warna terhadap gosokan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi Kayu Nangka.

Larutan ekstrak kayu nangka berwarna coklat dengan tingkat keasaman berkisar antara pH 6,5-6,7. Morin yang terkandung dalam kayu nangka bersifat larut dalam air sehingga memberikan warna coklat pada larutan ekstrak kayu nangka.

Hasil Pencelupan

Dari hasil percobaan diketahui bahwa limbah serutan kayu nangka dapat mewarnai serat sutera dengan warna kuning dan

coklat. Tanin yang terkandung dalam kayu nangka adalah jenis morin yang dapat mewarnai kain sutera dengan baik dan memenuhi persyaratan sebagai zat warna tekstil, yaitu tidak mengalami kelunturan warna setelah dilakukan pencucian.

Pada saat pencelupan kain dalam ekstrak kayu nangka, serat sutera akan mengalami penggelembungan yang disebabkan oleh adanya penyusupan molekul-molekul air dan zat warna yang masuk kedalam serat. Pori serat akan terbuka dan morin yang terdapat dalam larutan celup dapat bermigrasi dari larutan celup menuju permukaan serat dan terabsorpsi ke dalam serat. Morin yang masuk ke dalam serat tetap dapat berikatan dengan serat kain yang tidak diproses mordan, tetapi jumlah ikatan yang terjadi tidak sebanyak pada kain yang telah di proses mordan. Adanya garam-garam logam tawas dan tunjung yang digunakan dalam proses mordan akan dapat membantu terjadinya ikatan antara *morin* dengan serat sehingga *morin* yang terikat jumlahnya lebih banyak dalam serat. (Gordon & Gregory, 1983) menjelaskan bahwa mordan dapat mengikat beberapa molekul zat warna bersama-sama membentuk senyawa kompleks dengan ukuran yang lebih besar dan berikatan dengan serat. Diperoleh kain dengan warna kuning muda pada pencelupan tanpa menggunakan proses mordan, warna kuning tua pada kain celupan yang dimordan dengan tawas dan warna coklat pada kain celupan yang dimordan dengan tunjung.

Ketahanan Warna

Nilai ketahanan warna pada kain hasil celupan dapat dilihat pada Tabel 1. Pencelupan dengan menggunakan mordan tawas menghasilkan warna kuning tua. Pencelupan pada suasana asam (pH 5)

menghasilkan warna kuning dan memiliki ketuaan warna lebih tinggi dibandingkan pencelupan pada suasana netral (pH 7) dan basa (pH 9). Pada proses pencelupan suasana basa, penambahan zat alkali kedalam larutan celup dapat menyebabkan pembentukan gugus yang memungkinkan terjadinya ikatan silang pada struktur protein, dimana residu serin akan membentuk residu lisinoalanin (Lubis, 1994). Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya reaktifitas serat sutera pada morin yang terkandung dalam larutan ekstrak kayu nangka selama proses pencelupan berlangsung. Walaupun residu yang terbentuk jumlahnya kecil tetapi berpengaruh pada nilai ketuaan hasil pencelupan.

Proses mordan yang dilakukan dengan tawas tidak akan merubah warna pada hasil celupan karena tawas merupakan senyawa yang tidak berwarna sehingga hasil fiksasi dengan tawas hanya akan menguatkan warna dari hasil celupan sebelumnya.

Pada pencelupan kain sutera tanpa menggunakan mordan, diperoleh warna kuning muda walaupun dilakukan pada pH yang berbeda yaitu 5, 7 dan 9. Diperoleh warna yang muda karena morin yang telah masuk kedalam serat pada saat pencelupan sebagian besar keluar dari serat pada saat proses pencucian. Hal ini disebabkan karena tidak ada zat mordan yang dapat mengikat morin dalam serat dengan kuat sehingga pigmen dari kayu nangka tersebut mudah terlepas dan dapat keluar lagi dari serat saat pencucian.

Proses mordan menggunakan tunjung menghasilkan warna coklat dan memiliki nilai ketuaan warna yang berbeda dengan adanya variasi pH yang dilakukan. Pada pencelupan kondisi basa (pH 9) diperoleh kain berwarna coklat dengan nilai ketuaan yang paling rendah (paling muda), pada

kondisi netral (pH 7) diperoleh nilai ketuaan yang lebih tinggi dan pada kondisi asam (pH 5) diperoleh warna coklat dengan nilai ketuaan warna yang paling tinggi.

Uji ketuaan warna kain menggunakan spektrofotometer menunjukkan beberapa data hasil pengukuran, salah satunya adalah *lightness* (DL) yang menunjukkan nilai ketuaan warna kain dibandingkan dengan kain standar. Nilai DL dapat bernilai positif dan negatif. Nilai positif menunjukkan bahwa kain yang diuji (*batch*) lebih muda dari kain standar sedangkan bila nilainya negatif menunjukkan bahwa kain yang diuji (*batch*) lebih tua dari kain standar. Kain standar yang digunakan dalam uji ketuaan

Tabel 1. Hasil uji nilai ketuaan warna

pH	Zat mordan	Hasil uji ketuaan warna (DL)			
		Pengujian ke			
		1	2	3	4
5	Tanpa mordan	-11,32	-16,25	-15,82	-15,62
7	Tanpa mordan	-10,64	-15,10	-14,80	-15,05
9	Tanpa mordan	-10,12	-14,56	-14,02	-14,19
5	Tawas	-16,84	-19,89	-19,32	-19,20
7	Tawas	-16,40	-19,02	-18,86	-18,43
9	Tawas	-14,89	-18,34	-18,36	-17,79
5	Ferro Sulfat	-40,21	-40,25	-39,10	-37,97
7	Ferro Sulfat	-39,82	-39,27	-38,54	-37,91
9	Ferro Sulfat	-38,60	-39,10	-38,29	-35,81

Keterangan :

L : Menunjukkan *Lightness*

DL+ : Menunjukkan kain hasil pewarnaan

lebih muda dari standar
DL- : Menunjukkan kain hasil pewarnaan
lebih tua dari standar

Tabel 2. Hasil pencelupan

Cara Pencelupan	pH		
	5 (Asam)	7 (Netral)	9 (Alkali)
Tanpa Mordan (Fiksasi)			
Tawas			
Ferro Sulfat			

warna ini adalah kain sutera putih yang belum dicelup. Hasil uji ketahanan warna dari kain hasil celupan dapat dilihat pada Tabel 1.

Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian

Hasil pewarnaan pada kain yang telah dicelup bersifat permanen. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil pengujian ketahanan luntur warna pada kain yang dicelup dengan berbagai variasi pH dan zat mordan. Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa pada kain yang pencelupannya tanpa dan dengan mordan serta pH larutan celup yang berbeda diperoleh nilai rata-rata *Grey Scale* yang sama, yaitu 4-5 (baik). Hasil rata-rata *Staining Scale*/penodaan warna pada kain yang pencelupannya tanpa dan dengan mordan serta pH larutan celup yang berbeda juga memiliki nilai yang sama, yaitu 4-5 (baik).

Nilai *Grey Scale* dan *Staining Scale* yang baik pada hasil uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian ini disebabkan karena selama proses pencelupan berlangsung, morin dapat masuk kedalam serat dan berikatan dengan serat. Meskipun

ikatan yang terbentuk hanya ikatan hidrogen, tetapi zat mordan dapat mengunci morin dalam serat sehingga tidak mudah keluar dari serat

Tabel 3. Hasil uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian

pH	Variasi proses pencelupan Mordan	Ketahanan luntur warna terhadap pencucian			
		Perubahan warna		Penodaan warna	
		GS	CD	SS	CD
Asam (pH 5)	tanpa mordan	4-5	1,0	4-5	2,5
	tawas	4-5	0,8	4-5	2,5
	ferro sulfat	4-5	0,8	4-5	1,5
Netral (pH 7)	tanpa mordan	4-5	0,9	4-5	1,8
	tawas	4-5	0,7	4	3,3
	ferro sulfat	4-5	0,9	4-5	1,5
Alkali (pH 9)	tanpa mordan	4-5	0,9	4-5	2,5
	tawas	4-5	0,8	4-5	3,0
	ferro sulfat	4-5	1,0	4-5	1,5

Keterangan:

GS : *Grey Scale*/Skala Penodaan

CD : *Colour Difference*

SS : *Staining Scale*/Skala Perubahan

Ketahanan Luntur Warna Terhadap Gosokan

Pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering dan basah pada kain yang telah dicelup tanpa dan dengan mordan serta variasi pH larutan celup menghasilkan nilai rata-rata *Staining Scale* yang sama, yaitu 5 (sangat baik). Diperolehnya nilai ketahanan gosok yang sangat baik disebabkan morin yang terkandung dalam larutan ekstrak kayu nangka telah berikatan dengan serat sutera sehingga sulit untuk lepas atau keluar lagi dari dalam serat walaupun dilakukan gosokan secara mekanik pada permukaan kain/serat.

Tabel 4. Hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan

Variasi proses pencelupan		Ketahanan luntur warna terhadap gosokan			
		Kering		Basah	
pH	Mordan	SS	CD	SS	CD
Asam (pH 5)	tanpa mordan	5	0	5	0
	tawas	5	0,3	5	1,0
	ferro sulfat	5	0,3	4-5	1,3
Netral (pH 7)	sanpa mordan	5	0	5	0,5
	tawas	5	0	4-5	1,5
	ferro sulfat	5	0,3	5	1,0
Alkali (pH 9)	tanpa mordan	5	0	5	0,5
	tawas	5	0	5	1,0
	ferro sulfat	5	0,5	4-5	1,5

Keterangan:

GS : Grey Scale/Skala Penodaan
 CD : Colour Difference
 SS : Staining Scale/Skala Perubahan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Limbah serutan kayu nangka dapat dimanfaatkan sebagai pewarna kain sutera dengan hasil yang merata dan permanen. Penggunaan jenis mordan yang berbeda akan menghasilkan warna yang berbeda, dengan tawas menghasilkan warna kuning sedangkan dengan tunjung menghasilkan warna coklat. Variasi pH larutan celup berpengaruh pada ketahanan warna yang dihasilkan.

Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem kontinyu dan semi kontinyu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan dana untuk Penelitian Strategis Nasional Institusi di tahun kedua melalui DIPA-042.06.1.401516/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Balamurugan, B., & Kannadasan, T. (2014). Photocatalytic Oxidation of Anaerobically Degraded Reactive Red Dye Bath Effluent. *Journal Environmental Research and Development*, 7(December 2012), 827–837.
- DLH. (2018). *Pemantauan Kualitas Air Sungai di Surakarta*. Surakarta.
- Gordon, P. F., & Gregory, P. (1983). *Organic Chemistry in Colour*. New York: Springer-Verlag.
- Heyne, K. (1987). Tumbuhan Serbaguna Indonesia Jilid II (Terjemahan). *Badan Litbang Kehutanan. Departemen Kehutanan, Jakarta*.
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 4(1), 22–26.
- Lubis, A. (1994). Teknologi Persiapan Penyempurnaan. *Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil*.
- Naik, D. J., Desai, H. H., & Desai, T. N. (2013). Characterization and treatment of untreated wastewater generated from dyes and dye intermediates manufacturing industries of Sachin industrial area, Gujarat, India. *Journal of Environmental Research and Development*, 7(4A), 1602.
- Ogugbue, C. J., & Sawidis, T. (2011). Bioremediation and detoxification of synthetic wastewater containing triarylmethane dyes by *Aeromonas hydrophila* isolated from industrial effluent. *Biotechnology Research International*, 2011.
- Rosyida, A., & Zulfiya, A. (2013). Pewarnaan bahan tekstil dengan menggunakan ekstrak kayu nangka dan teknik pewarnaannya untuk mendapatkan hasil yang optimal. *Jurnal Rekayasa Proses*, 7(2), 51–57.
- Sari, I. M. (2014). Pengaruh Frekuensi Pencelupan Pewarnaan Kulit Pohon Mahoni Terhadap Hasil Jadi Batik Pada Bahan Rajut. *Jurnal Mahasiswa Unesa*.
- Sinha, K., Das, P., & Datta, S. (2012). INatural

- Blue Dye from *Clitoria Ternatea*: Extraction and Analysis Methods. *Research Journal of Textile and Apparel*, 16(2), 34–38.
- T, C. D., Ravikumar, R., Kavitha, N., & V, S. D. (2013). Impact of Agitation for the Color Removal from Dye Effluent Using Isolated Fungal Species. *Journal Environmental Research and Development*, 7(4), 1559–1564.
- Vankar, P. S., Shanker, R., & Wijayapala, S. (2009). Dyeing of cotton, wool and silk with extract of *Allium cepa*. *Pigment & Resin Technology*, 38(4), 242–247.
- Varsha, G., & Seema, S. (2013). Physico-chemical analysis of textile effluents of dye and printing clusters of Bagru region, Jaipur, India. *Journal of Environmental Research and Development*, 8(1), 11.
- wikipedia. (2018). Morin (flavonol). Retrieved October 2, 2018, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Morin_\(flavonol\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Morin_(flavonol))
- Yernisa, Gumbira-Sa'id, E., & Syamsu, K. (2014). Aplikasi Pewarna Bubuk Alami dari Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu* L.) pada Pewarnaan Sabun Transparan. *Journal of Agroindustrial Technology*, 23(3).