

## Kondisi optimum pewarnaan serat daun doyo menggunakan pewarna alami dari ekstrak kulit akar *Rhizophora stylosa*

### Optimum condition of dyeing doyo leaf fibers using natural dye from *Rhizophora stylosa* root bark extract

Sukemi<sup>1\*</sup>, Syahida Adha<sup>1</sup>, Edy Suprianto<sup>1</sup>, Luthfi Talitha Fairuzy Fadji<sup>1</sup>, Rismananda Ishmah<sup>1</sup>, Rony Gunawan<sup>1</sup>, Fataa Kusumattaqin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 75123, Indonesia

<sup>2</sup>SMA Negeri 2 Samarinda, Kalimantan Timur, 75117, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur, 75131, Indonesia

\*kekem.basri@gmail.com

#### Abstrak

Kain tenun (ulap) doyo merupakan produk tekstil suku Dayak Benuaq, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Kain ini dibuat dari serat daun doyo yang memiliki warna dasar putih-krem dan pewarna alami digunakan untuk mewarnainya. Bakau mengandung tanin yang dapat dijadikan pewarna alami. Pada proses pewarnaan benang atau serat dari daun doyo terjadi proses penyerapan warna oleh serat. Penelitian ini dirancang untuk menentukan kondisi optimum pewarnaan serat daun doyo menggunakan ekstrak kulit akar bakau (EKAB) spesies *Rhizophora stylosa*. Pembuatan zat warna dilakukan dengan perebusan kulit akar bakau kering menggunakan aquades. Pewarnaan serat doyo menggunakan teknik pencelupan. Uji beda warna ( $\Delta I$ ) serat yang diwarnai dianalisis menggunakan aplikasi ImageJ. Hasil penelitian menunjukkan pewarna alami dari EKAB berwarna cokelat tua. Kondisi optimum pewarnaan serat daun doyo menggunakan pewarna alami EKAB adalah: pH larutan pewarna 3, suhu pewarnaan 92°C, waktu pencelupan/pewarnaan 130 menit, *material to liquor ratio* (MLR) 1:100 (b/v), dan konsentrasi larutan pewarna pada tiga kali pemekatan. Hasil pewarnaan serat daun doyo menggunakan ekstrak kulit akar bakau adalah cokelat. Hasil ini menunjukkan bahwa kulit akar bakau dapat diaplikasikan sebagai sumber zat warna pada pewarnaan serat daun doyo.

**Kata kunci:** pewarna alami; *Rhizophora stylosa*; ulap doyo

#### Abstract

A woven fabric namely ulap doyo is a textile product of Dayak Benuaq Tribes, East Kalimantan Province, Indonesia. This fabric is made from doyo leaf fiber which has a white-cream base color and natural dyes are used to dye the fibers. Mangroves contain tannin that can be applied as natural dye. On the dyeing process of yarns or fibers of doyo leaf, sorption of dye by the fibers is occurred. This research was conducted to determine the optimum conditions for dyeing process of the doyo leaf fibers using root bark extract of mangrove (species *Rhizophora stylosa*). Obtaining the natural dye was done by boiling dried root bark of the mangrove using distilled water. Dyeing process of the fibers has done by using batch technique. Color change ( $\Delta I$ ) of the dyed fibers was analyzed using ImageJ application. Research results shows that the color of obtained natural dye is dark brown. The optimum conditions for dyeing process were pH of dye solution: 3, dyeing temperature: 92°C, dyeing time: 135 minutes, material to liquor ratio (MLR): 1:100 (b/v), and the concentration of the dye solution: concentrated three times. The result of dyeing the fibers using the extract from root bark of mangrove is brown. This result shows that the root bark of mangrove can be applied as source of natural dye on the dyeing the doyo leaf fibers.

**Keywords:** natural dye; *Rhizophora stylosa*; ulap doyo

## Pendahuluan

*Curculigo latifolia* atau yang dikenal sebagai tanaman doyo oleh masyarakat suku Dayak Benuaq dari desa Tanjung Isuy Kecamatan Jempang, Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur, Indonesia, merupakan tanaman semak yang tergolong ke dalam famili Hipoxidaceae dan tumbuh di sekitar pinggiran hutan dan ladang (Sari, 2019; Umar, 2021). Doyo memiliki daun lanset, bunga kuning, batang pendek dan silindris berkerut (Umar, 2021). Serat daunnya mengandung 24,2% lignin, 33,3% alfa selulosa, dan 13,5% hemiselulosa (Ulfa, 2019) dan digunakan oleh masyarakat Dayak Benuaq untuk membuat kain tenun yang disebut “ulap doyo” (Sari, 2019; Valerisha & Yanti, 2020).

Warna dasar dari serat daun doyo putih atau krem dan untuk mewarnainya, masyarakat Dayak Benuaq menggunakan pewarna alami (Syabana dkk., 2013). Pewarna alami yang digunakan berasal dari berbagai bagian tanaman seperti kayu/batang, kulit batang, daun, biji buah, umbi dan akar (Syabana dkk., 2013). Beberapa penelitian tentang pewarna alami dari tanaman bakau telah dilakukan dan dilaporkan bahwa tanaman ini merupakan sumber pewarna alami untuk tekstil (Mongkolrattanasit dkk., 2013; Punrattanasin dkk., 2013; Punrattanasin dkk., 2016; Ulfah & Rohmawati, 2017; Mindaryani dkk., 2020; Baeren & Jusilin, 2021; Delianis dkk., 2021). Proses pewarnaan serat daun doyo dilakukan dengan pencelupan serat (atau benang) daun doyo ke dalam larutan pewarna sekitar 12 jam (Sari, 2019).

Pada proses pewarnaan serat daun doyo terjadi proses penyerapan zat warna oleh serat-serat daun doyo. Proses penyerapan dipengaruhi oleh sifat fisik dan sifat kimia dari penyerap seperti luas permukaan, ukuran partikel, komposisi kimia, sifat fisik dan kimia zat yang diserap seperti ukuran molekul dan komposisi kimia, serta konsentrasi zat warna dalam cairan (Susanti, 2009). Berbagai macam penelitian pewarnaan menunjukkan bahwa pH larutan pewarna, konsentrasi pewarna, suhu pewarnaan, waktu pewarnaan dan perbandingan bahan dan larutan pewarna (*material to liquor ratio*, MLR) berpengaruh pada penyerapan zat warna oleh bahan yang diwarnai (Sukemi, 2015). Penelitian tentang kondisi optimum penyerapan pewarna alami dari ekstrak biji buah gelinggam oleh serat daun doyo telah dilakukan dan diperoleh kondisi optimum pada pH 13, suhu 98°C, MLR 1:100 g/mL, konsentrasi larutan pewarna 1,00% (b/v) dan waktu kontak 75 menit (Sukemi dk., 2018).

Laporan penelitian tentang kondisi optimum pada pewarnaan serat daun doyo menggunakan ekstrak dari tanaman bakau, khususnya akar kulit bakau belum ditemukan. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, penulis menganggap perlu (*urgent*) diadakannya penelitian kondisi optimum penyerapan zat warna pada pewarnaan serat daun doyo menggunakan

ekstrak kulit akar bakau (EKAB). Kondisi optimum yang ditentukan dalam penelitian ini adalah pH larutan pewarna, suhu pewarnaan (pencelupan), MLR, waktu/lama pencelupan dan konsentrasi larutan pewarna.

## Metode Penelitian

### *Pembuatan pewarna alami dari kulit akar bakau*

Akar bakau diperoleh dari desa Tanjung Limau, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Akar bakau dibersihkan dari pasir dan lumpur menggunakan air kran. Kemudian kulit luar dipisahkan dari batang bagian dalam menggunakan pisau dan dipotong-potong dengan panjang 3-5 cm dan lebar  $\pm 1$  cm. Kemudian kulit dikeringkan di bawah naungan hingga benar-benar kering selama 7 hari. Prosedur ekstraksi menggunakan prosedur yang dikembangkan oleh Sukemi dkk. (2018) dengan sedikit modifikasi. Seratus gram kulit akar bakau kering direbus menggunakan 1,8 L aquades dalam gelas kimia 2 L selama 30 menit. Setelah didinginkan menggunakan air mengalir selama 30 menit, ekstrak (larutan pewarna) dari kulit akar bakau dipisahkan dari residu kulit akar dengan teknik filtrasi menggunakan kertas saring. Larutan EKAB yang diperoleh kemudian ditambahkan akuades hingga 1,2 L. Larutan ini kemudian digunakan untuk proses pewarnaan dan konsentrasi larutan dianggap sebagai *initial concentration*.

### *Penentuan kondisi optimum pewarnaan*

Proses pewarnaan serat daun doyo dilakukan melalui sejumlah percobaan. Proses pewarnaan dilakukan menggunakan teknik *bath* (pencelupan). Pada setiap percobaan, 1,00 $\pm$ 0,01 gram serat digulung dengan diameter  $\pm 3$  cm (Gambar 1). Sejumlah volume, konsentrasi dan pH tertentu larutan EKAB dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL. pH larutan EKAB diukur menggunakan pH meter Hanna dan pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan larutan HCl 0,1 atau 1,0 M dan larutan NaOH 0,1 atau 1,0 M ke dalam larutan EKAB. Dimasukan serat ke dalam larutan EKAB dan diatur suhu hingga mencapai suhu tertentu



**Gambar 1.** Gulungan serat daun doyo

**Tabel 1**  
**Kondisi percobaan pewarnaan serat doyo dengan larutan EKAB**

Variabel	Kondisi percobaan
pH	berat serat: $1,00 \pm 0,01$ g; volume larutan EKAB: 100 mL; MLR: 1:100 (g/mL); suhu pencelupan: $55,5^{\circ}\text{C}$ ; konsentrasi larutan EKAB: <i>initial</i> ; waktu (lama) pencelupan: 45 menit; pH larutan EKAB: 3-13 (3; 5,1; 7,1; 9, 11 dan 13).
Suhu	berat serat: $1,00 \pm 0,01$ g; volume larutan EKAB: 100 mL; MLR: 1:100 (g/mL); suhu pencelupan: $25-92^{\circ}\text{C}$ (suhu ruang/25; $55,5$ ; dan titik didih/ $92^{\circ}\text{C}$ ); konsentrasi larutan EKAB: <i>initial</i> ; waktu pencelupan: 45 menit; pH larutan EKAB: 3.
Waktu pencelupan	berat serat: $1,00 \pm 0,01$ g; volume larutan EKAB: 100 mL; MLR: 1:100 (g/mL); suhu pencelupan: $92^{\circ}\text{C}$ ; konsentrasi larutan EKAB: <i>initial</i> ; waktu pencelupan: 45-180 menit (45, 90, 135, dan 180 menit); pH larutan EKAB: 3.
<i>Material to linquor ratio</i> (MLR)	berat serat: $1,00 \pm 0,01$ g; volume larutan EKAB: 50, 100 dan 150 mL; MLR: 1:100, dan 1:150 (g/mL); suhu pencelupan: $92^{\circ}\text{C}$ ; konsentrasi larutan EKAB: <i>initial</i> ; waktu pencelupan: 135 menit; pH larutan EKAB: 3.
Konsentrasi larutan pewarna	berat serat: $1,00 \pm 0,01$ g; volume larutan EKAB: 100 mL; MLR: 1:100 (g/mL); suhu pencelupan: $92^{\circ}\text{C}$ ; konsentrasi larutan EKAB: pengenceran 2x, <i>initial</i> , pemekatan 2x, pemekatan 3x, dan pemekatan 4x; waktu pencelupan: 135 menit; pH larutan EKAB: 3.



**Gambar 2.** Lilitan serat daun doyo pada *impraboard*



**Gambar 3.** Larutan EKAB

dan proses pencelupan dilakukan selama kurun waktu tertentu. Setelah mencapai akhir proses pencelupan, serat segera diangkat dan dipisahkan dari larutan EKAB. Kemudian serat dibilas dengan aquades dan dikeringkan pada suhu ruang tanpa paparan sinar matahari selama  $\pm 24$  jam (Sukemi, 2015; Sukemi dkk., 2018). Pada penentuan kondisi optimum pewarnaan diterapkan beberapa kondisi sesuai Tabel 1.

### **Uji perbedaan warna**

Uji perbedaan warna serat daun doyo ditentukan menggunakan nilai *mean gray value* yang diukur dengan aplikasi ImageJ. Serat yang akan diuji dililitkan pada *impraboard* dengan ukuran  $3,5 \times 3,5$  cm (Gambar 2), kemudian difoto dan diukur *gray value*-nya. Pengambilan gambar (foto) menggunakan *Camera Canon EOS 6D* (nilai *dimensions*:  $5472 \times 3648$ ; *size*: 22,3 MB; *F-stop*: F/5,6; *exposure time*:  $1/125$  sec.; *exposure bias*: 0 step; dan pengaturan lain *exposure program*: *manual*; *metering mode*: *partial*; *flash mode*: *no flash, compulsory*; dan *focal length*: 50 mm). Perbedaan warna serat daun doyo diukur dalam bentuk  $\Delta I$ ,  $\Delta I = I_1 - I_0$ .  $\Delta I$  adalah perbedaan *gray value* serat daun doyo diwarnai ( $I_1$ ) dan tanpa diwarnai ( $I_0$ ) (Sukemi & Niamnont, 2016).






















## Hasil dan Pembahasan

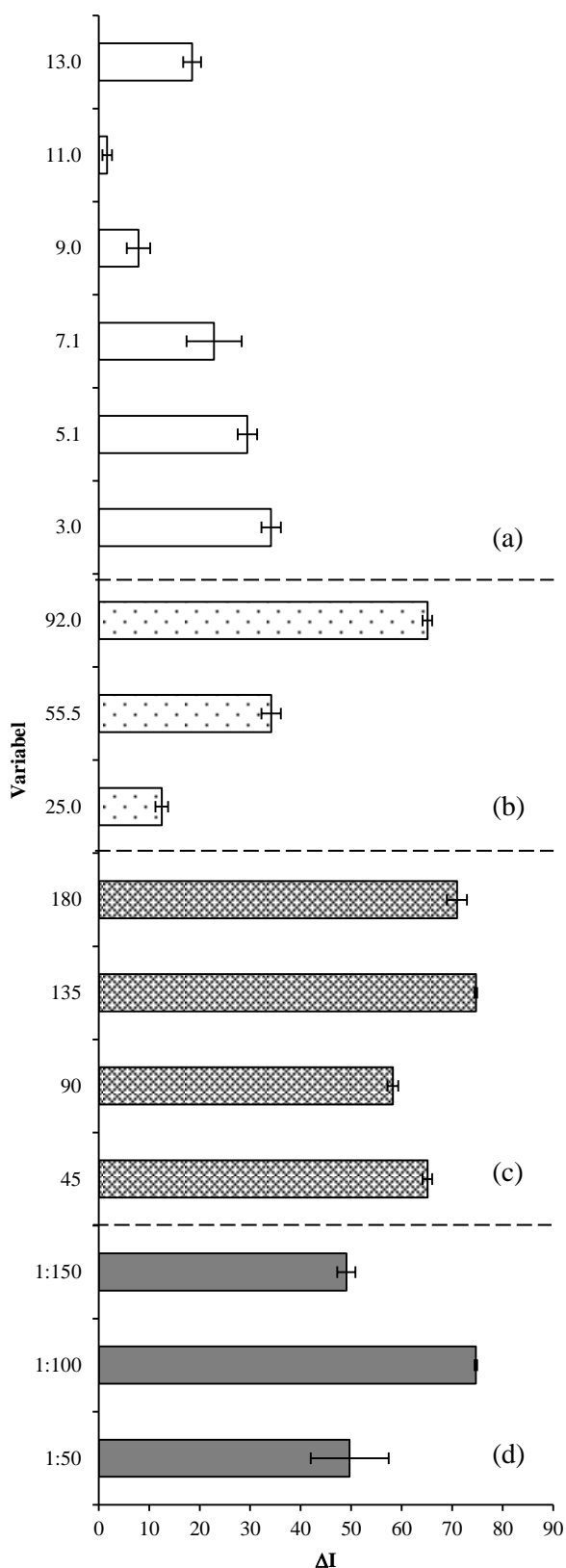
Larutan EKAB yang dihasilkan berwarna coklat tua (Gambar 3) dengan pH 5,1. Dari 100 gram kulit akar bakau yang diekstraksi dengan 1,8 L aquades mendidih selama 30 menit, diperoleh sebanyak 1,2 L larutan EKAB. Konsentrasi larutan ini dianggap sebagai konsentrasi awal (*initial concentration*) dan digunakan dalam penentuan pH, suhu, waktu pencelupan dan MLR optimum (Tabel 1). Larutan tersebut diencerkan atau dipekatan pada penentuan konsentrai optimum (Tabel 1). Warna coklat dari larutan EKAB dimungkinkan berasal dari kandungan taninnya. Pengaplikasian tanin atau pewarna alami yang mengandung tanin pada bahan tekstil dapat meningkatkan nilai guna dari tekstil, yang mana tekstil memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur (Utang dkk., 202).

Proses penyerapan zat warna oleh serat daun doyo atau bahan lainnya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, suhu, MLR, waktu dan konsentrasi (Rosyida & Zulfiya, 2013; Sukemi dkk., 2018; Sukemi dkk., 2019). Warna dan nilai  $\Delta I$  serat daun doyo setelah diwarnai dengan larutan EKAB pada berbagai variasi pH larutan EKAB, suhu pencelupan, waktu pencelupan, MLR dan konsentrasi larutan EKAB disajikan pada Tabel 2, Gambar 4 dan Gambar 5. Berdasarkan Tabel 2, Gambar 4 dan Gambar 5 tampak bahwa pH, suhu, waktu pewarnaan, MLR dan konsentrasi larutan menggeser ketuaan warna serat daun doyo yang diwarnai dengan larutan EKAB. Hal ini dapat dilihat dari ketuaan warna dan nilai  $\Delta I$ . Kondisi optimum pewarnaan serat daun doyo menggunakan larutan EKAB pada pH larutan EKAB: 3, suhu pencelupan: 92°C, waktu pencelupan: 130 menit, MLR: 1:100 (b/v), dan konsentrasi larutan EKAB: tiga kali pemekatan.

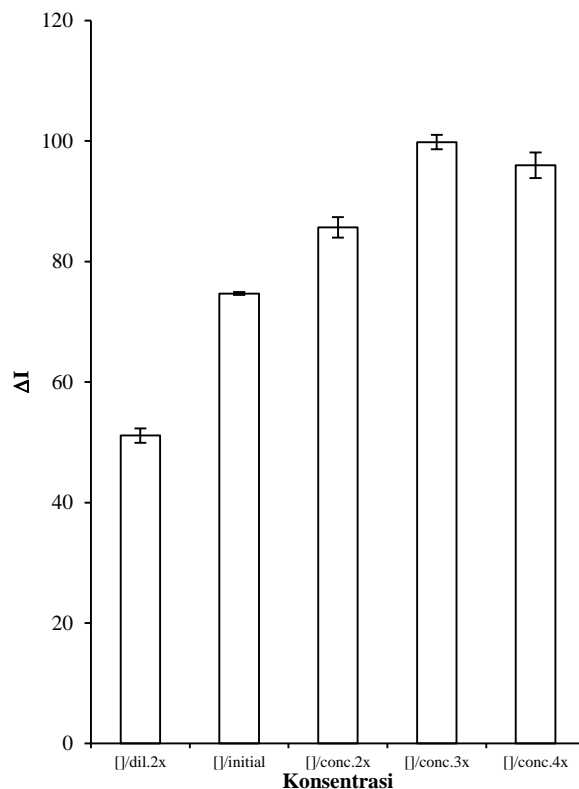
Pergeseran ketuaan warna akibat perubahan pH dapat disebabkan oleh asosiasi/diasosiasi dari gugus -OH pada serat (selulosa) dan gugus fenol pada EKAB (tanin). Nilai pKa dari gugus -OH selulosa adalah 13,3-14,3 (Burkinshaw, 2015) dan tanin adalah 7,0-8,5 (Sukemi dkk., 2019; Du dkk., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa gugus -OH pada serat dan senyawa fenolik (tanin) dalam zat warna mengalami protonasi pada kondisi asam dan mengalami deprotonasi pada kondisi basa. Sebagai akibatnya gugus fenol dalam zat warna membentuk ikatan hidrogen dengan serat pada  $pH \leq 7$  sebagaimana disajikan pada Gambar 6 (Sukemi, 2015). Fenomena ini sesuai dengan bertambahnya ketuaan warna serat dengan menurunnya pH EKAB. Pada  $pH > 7$ , fenolat terbentuk dan terjadi tolak menolak antara fenolat pada zat warna dan serat (Ahmad, 2014). Fenomena ini sesuai dengan penurunan ketuaan warna dengan meningkatnya pH. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya. Rattanaphani dkk. (2007) melaporkan bahwa kapasitas penyerapan tertinggi dari asam lakkaat oleh serat katun pada pH 2,5 dan Sukemi (2015) melaporkan bahwa warna tertua terdapat pada pewarnaan serat katun menggunakan pewarna alami dari limbah daun teh hijau pada pH 3.

**Tabel 2**  
**Warna serat daun doyo pada berbagai kondisi pewarnaan menggunakan larutan EKAB**

Variabel	Warna serat	
Original		
pH	3,0	
	5,5	
	7,1	
	9,0	
	11,0	
Suhu (°C)	13,0	
	25,0	
	55,5	
Waktu (menit)	92,0	
	45	
	90	
	135	
MLR (b/v)	180	
	1:50	
	1:100	
	1:150	
Konsentrasi	2x pengenceran initial	
	2x pemekatan	
	3x pemekatan	
	4x pemekatan	



**Gambar 4.** Nilai perbedaan warna ( $\Delta I$ ) serat daun doyo yang diwarnai dengan larutan EKAB pada variasi (a)  $\square$  pH larutan EKAB (b)  $\square$  suhu ( $^{\circ}C$ ) pencelupan (c)  $\square$  waktu (menit) pencelupan, dan (d)  $\square$  MLR (g/mL)

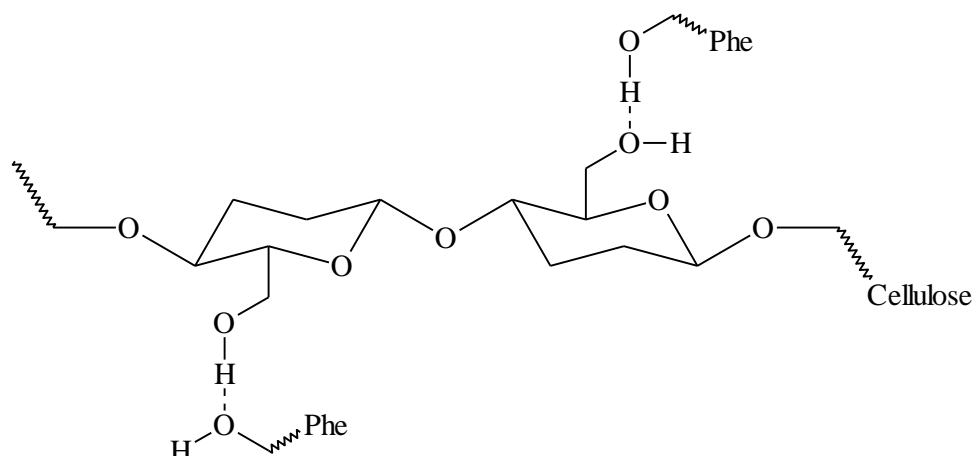


**Gambar 5.** Nilai perbedaan warna ( $\Delta I$ ) serat daun doyo yang diwarnai dengan larutan EKAB pada variasi konsentrasi larutan EKAB. [ ] = konsentrasi, dil. = pengenceran, initial = awal, conc. = pemekatan

Gambar 4(b) menunjukkan bahwa peningkatan nilai  $\Delta I$  linear dengan peningkatan suhu. Perubahan suhu yang tinggi menyebabkan pergerakan zat warna meningkat yang dapat mempengaruhi laju penyerapan zat warna oleh serat (Gamal dkk., 2010; Sukemi dkk., 2019). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gamal dkk., (2010) tentang pewarnaan serat katun menggunakan *reactive dye* dan Sukemi (2015) tentang pewarnaan serat katun menggunakan ekstrak limbah daun teh hijau, yang mana penyerapan maksimum dan ketuaan warna serat paling tinggi diperoleh ketika proses pewarnaan dilakukan pada suhu titik didih.

Selama proses pewarnaan, terjadi interaksi antara situs aktif pada serat dengan pewarna dan penyerapan dipengaruhi oleh waktu (Sukemi dkk., 2018). Mula-mula situs aktif masih tersedia banyak hingga mencapai kondisi optimum yang mana semua situs aktif telah terisi semua oleh zat warna sehingga tidak memungkinkan untuk membentuk ikatan (penyerapan) lebih lanjut. Hasil ini sesuai dengan penelitian Sukemi (2015) dan Sukemi dkk. (2018) yang menyatakan bahwa pewarnaan serat katun menggunakan ekstrak limbah daun teh hijau, ketuaan warna dan laju penyerapan meningkat dengan meningkatkannya waktu pewarnaan hingga optimum pada waktu tertentu (120-150 menit).





**Gambar 6.** Interaksi antara selulosa dan senyawa fenol (tanin) dalam EKAB pada pH ≤ 7

*Material liquor ratio* (MLR) juga merupakan salah satu variabel penting yang mempengaruhi penyerapan suatu zat (Adeel dkk., 2009). Penurunan dan peningkatan MLR (1:50, 1:100, 1:150 (b/v)) dilakukan dengan mengecilkan dan meningkatkan volume larutan pewarna, sementara massa serat tetap. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi optimum pada MLR 1:100 (b/v). Mula-mula ketuaan warna dan nilai  $\Delta I$  meningkat dari MLR 1:50 (b/v) ke 1:100 (b/v) dan menurun dari MLR 1:100 (b/v) ke 1:150 (b/v). Peningkatan MLR berdampak pada meningkatnya jumlah zat warna dalam larutan dan meningkatkan jumlah interaksi antara zat warna dan serat hingga mencapai kesetimbangan. Peningkatan MLR lebih lanjut menyebabkan jumlah volume dan zat warna yang berada dalam larutan meningkat dan berdampak pada kesetimbangan zat warna---serat dan zat warna dalam larutan (zat warna---H<sub>2</sub>O), yang mana menurunkan penyerapan zat warna oleh serat (Rattanaphani dkk., 2007).

Selain empat parameter yang telah dijelaskan diawal, konsentrasi larutan pewarna juga merupakan parameter penting dalam proses pewarnaan suatu bahan menggunakan pewarna (Sukemi dkk., 2019). Pada pewarnaan serat daun doyo menggunakan larutan EKAB, tampak bahwa terjadi peningkatan ketuaan warna yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi (kepekatan) larutan EKAB hingga diperoleh kondisi optimum pada konsentrasi tiga kali pemekatan dari larutan awal (*initial concentration*). Peningkatan ketuaan warna diakibatkan oleh semakin banyaknya jumlah partikel zat warna seiring dengan pemekatan zat warna yang berdampak pada laju penyerapan zat warna oleh serat (Sukemi dkk., 2019). Penyerapan zat warna tidak berlanjut ketika pemekatan (konsentrasi) terus ditingkatkan setelah melewati titik optimum dikarenakan situs aktif pada serat telah terisi (berikatan) dengan zat warna sehingga tidak memungkinkan terbentuknya ikatan (penyerapan) lebih lanjut meskipun konsentrasi terus ditingkatkan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukemi (2015), yang

mana ketuaan warna serat katun yang diwarnai menggunakan pewarna alami dari ekstrak limbah daun teh hijau terus meningkat hingga mencapai konsentrasi optimum, dan Sukemi dkk. (2018), yang mana ketuaan warna serat daun doyo yang diwarnai menggunakan pewarna alami dari ekstrak biji buah gelinggam terus meningkat hingga mencapai konsentrasi optimum.

## Simpulan

Penelitian ini menggambarkan tentang potensi kulit akar bakau sebagai sumber pewarna alami untuk serat daun doyo. Warna serat daun doyo yang diwarnai dengan larutan ekstrak kulit akar bakau adalah cokelat. Kondisi optimum pewarnaan ditemukan pada pH larutan 3, suhu pewarnaan 92°C, waktu pewarnaan 135 menit, MLR 1:100 (b/v), dan konsentrasi pada pemekatan 3 kali.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mulawarman yang telah mendanai penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Adeel, S., Ali, S., Bhatti, I. A., & Zsila, F. (2009). Dyeing of cotton fabric using pomegranate (*Punica granatum*) aqueous extract. *Asian Journal of Chemistry*, 21(5), 3493–3499. [https://asianjournalofchemistry.co.in/user/journal/viewarticle.aspx?ArticleID=21\\_5\\_24](https://asianjournalofchemistry.co.in/user/journal/viewarticle.aspx?ArticleID=21_5_24)
- Ahmad, T. (2014). Reviewing tannic acid mediated synthesis of metal nanopartikel. *Journal of Nanotechnology*, 2014, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/954206>
- Baeren, E. J., & Jusilin, H. (2021). The uniqueness of mangrove forests in State of Sabah as a source of natural color on batik fabric. *Proceedings of the 5th International Conference on Arts*

- Language and Culture (ICALC 2020)*. 534, pp. 47-53. Atlantis Press.
- Burkinshaw, S. M. (2015). *Physico-chemical aspects of textile coloration*. Wiley.
- Delianis, P., Ridlo, A., Dewi, L. F., & Djunaedi, A. (2021). The commercial value of mangrove-based pigments as natural dye for batik textiles. In S. Sharma (Ed.), *Mangrove Ecosystem Restoration* (pp. 93-103). IntechOpen <https://doi.org/10.5772/intechopen.95341>
- Du, Y., Brumaud, C., Winnefeld, F., Lai, Y-H., & Habert, G. (2021). Mechanisms for efficient clay dispersing effect with tannins and sodium hydroxide. *Colloid and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 630, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127589>
- Gamal, A. M., Farha, A. S., Sallam, H. B., Mahmoud, G. E., & Ismail, L. F. (2010). Kinetic study and equilibrium isotherm analysis of reactive dyes adsorption onto cotton fiber. *Nature and Science*, 292(2-3), 246-250. <https://doi.org/10.7537/marsnsj081110.15>
- Mindaryani, A., Rahayuningsih, E., Adriyanti, D. T., Parthasiwi, L. D., Widhiasih, M. S., & Larasati, F. (2020). Production of tannin-based natural dye from mangrove (*Rhizophora mangle*) tree bark waste from wood chips industry: a feasibility study. *26th Regional Symposium on Chemical Engineering*. 778, pp. 1-10. IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/778/1/012001>
- Mongkolrattanasit, R., Ruangruangkitrai, N., Klaichoi, C., Punrattanasin, N., & Nakpathom, M. (2013). Dyeing characteristics and UV protection properties of silk fabric dyed with natural dye from mangrove bark. In J. Fu (Ed.), *Dyeing: processes, techniques, and applications* (pp. 103-117). Nova Science Publishers, Inc.
- Punrattanasin, N., Nakpathom, M., Somboon, B., Narumol, N., Rungruangkitkrai, N., & Mongkolrattanasit, R. (2013). Silk fabric dyeing with natural dye from mangrove bark (*Rhizophora apiculata* Blume) extract. *Industrial Crops and Products*, 49, 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.041>
- Punrattanasin, N., Nakpathom, M., Somboon, B., Narumol, N., Rungruangkitkrai, N., & Mongkolrattanasit, R. (2016). Dyeing properties of nylon fabrics with mangrove bark extract via mordanting methods. *Material Science Forum*, 857, 495-498. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.857.495>
- Rattanaphani, S., Cahairat, M., Bremner, J. B., & Rattanaphani, V. (2007). An adsorption and thermodynamic study of lac dyeing on cotton pretreated with chitosan. *Dyes and Pigments*, 72(1), 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2005.08.002>
- 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), 52-58. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.4952>
- Sari, I. I. (2019). Bunga anggrek hitam sebagai ide penciptaan karya batik pada kain tenun ulap doyo. *Corak: Jurnal Seni Kriya*, 8(2), 108-102 <https://doi.org/10.24821/corak.v8i2.2792>
- Sukemi. (2015). *Study on the potential of natural products as antioxidant and natural dye for cotton fibers* [Unpublished Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Sukemi, & Niamnont, N. (2016). *Electrospun nanofibres doped with Thiosemicarbazone-phenylacethylene fluorophore for Hg(II) ion detection*. Faculty of Science of King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Sukemi, Normawati, E., Norma, N. A., & Fajri, R. C. (2018). *Kondisi optimum pewarnaan serat doyo menggunakan ekstrak biji buah gelinggam*. Teacher Training and Education Faculty of Mulawarman University.
- Sukemi, Pratumyot, K., Srisuwannaket, C., Niamnont, N., & Mingvanish, W. (2019). Dyeing of cotton with the natural dye extracted from waste leaves of green tea (*Camellia sinensis* var. assamica). *Coloration Technology*, 135(2), 121-126. <https://doi.org/10.1111/cote.12381>
- Susanti, A. (2009). *Potensi kulit kacang tanah sebagai adsorben zat warna reaktif cibarcron red*. Institut Pertanian Bogor.
- Syabana, D. K., Satria, Y., & Widiastuti, R. (2013). Aplikasi zat warna alam pada tenunan serat doyo untuk produk kerajinan. *Jurnal Dinamika Kerajinan dan Batik*, 30(1), 45-52. <https://doi.org/10.22322/dkb.v30i1.951>
- Ulfa, A. (2019). *Pembuatan dan karakterisasi pulp daun singkut (Curculigo latifolia Sp.)*. Universitas Negeri Sumatera Utara. <https://repository.usu.ac.id/handle/123456789/12203>
- Ulfah, M., & Rohmawati, I. (2017). Local wisdom Omah Sawah Community Ngesrepbalong Kendal Indonesia in maintaining sustainability of natural dyes batik cloth plant. *2nd*

*International Conference On Educational Studies 1-4.*

- Umar, A. H. (2021). *Potensi tumbuhan Curculigo spp. sebagai antidiabetes: pendekatan berbasis anatomi dan histokimia, metabolomik, bioinformatika, dan bioteknologi.* Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/108572>
- Utang, F. B., Rupidara, A. D., & Sabuna, A. C. (2020). Uji daya hambat pewarna alami kulit batang jambang (*Syzygium cumini*) terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan jamur *Aspergillus niger*. *Indigeneous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 3(3), 128–135. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v3i3.91>
- Valerisha, A., & Yanti, M. (2020). Behind the ulap doyo of East Borneo: indigenous women and the importance of media coverage. *Southeast Asian Media Studies*, 2(1), 1-18. <https://ejournals.ph/article.php?id=15219>