

## ***Study Of Physical-Chemical Characteristic In Dyeing With Teak Leaf Extract: The Role Of Post-Mordant And Alkaline Solution***

### **Studi Karakteristik Fisik-Kimia Dalam Pencelupan Dengan Ekstrak Daun Jati: Peran Post-Mordan Dan Larutan Ph Basa**

Hilmi Amanah Aditya Cahyaningtyas<sup>1\*)</sup>, Ade Vera<sup>2)</sup> dan Rr. Wiwiek Eka Mulyani<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta No. 31, Kebonwaru, Kec. Batununggal, Kota Bandung,  
40272

Email: [hilmiamanah@kemenperin.go.id](mailto:hilmiamanah@kemenperin.go.id)

<sup>2)</sup> Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta No. 31, Kebonwaru, Kec. Batununggal, Kota Bandung,  
40272

Email: [ade\\_vera58@yahoo.com](mailto:ade_vera58@yahoo.com)

<sup>3)</sup> Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta No. 31, Kebonwaru, Kec. Batununggal, Kota Bandung,  
40272

Email: [wimulyani@gmail.com](mailto:wimulyani@gmail.com)

\*) *Corresponding author*

**Abstract:** *Teak leaf extract has potential as a natural dye for dyeing textile materials because it contains many natural pigments. The exhaust method was used to dye cotton woven fabric with teak leaf extract at 40 °C in an alkaline solution (pH 10). Alum (5 g/L) and ferrosulfate (5 g/L) were then used in the post-mordant process on the dyed fabric. Post-mordant results are characterized by spectrophotometer color fastness and evenness, color space, and color fastness to washing and rubbing. A Laundry-O- meter is used to test color fastness, and a crockmeter is used to rub the fabrics.*

*Evaluation of physical and chemical characteristics was carried out by testing. According to the results, ferrosulfate mordant provided the highest values for color fastness and evenness (K/S 1.4805 and SD 0.0055) in comparison to alum (K/S values of 0.2857 and SD 0.0077). Alum mordant created a color space of  $a^* +5.36$  and  $b^* +3.75$ , while ferrosulfate mordant produced  $a^* +0.55$  and  $b^* +7.86$ . Both mordants received good ratings (4-5) for color fastness to washing. Alum had a good color fastness rating (4-5) while ferrosulfate received a rating of (4).*

**Keywords:** *Dyeing, Teak Leaf Extract, Post Mordant*

**Abstrak:** Ekstrak daun jati memiliki potensi sebagai zat warna alam pada pencelupan bahan tekstil karena mengandung banyak pigmen alam. Proses pencelupan kain tenun kapas dengan ekstrak daun jati dilakukan dengan metode perendaman pada suasana larutan basa (pH 10) suhu 40 °C. Kain hasil pencelupan kemudian dilanjutkan pada proses *post* mordan dengan menggunakan tawas 5 g/L dan ferrosulfat 5 g/L. Karakterisasi hasil *post* mordan meliputi pengujian ketahanan, kerataan, arah warna menggunakan spektrofotometer. Pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian menggunakan *Laundry O meter* dan penggosokan menggunakan *crock* meter. Hasil yang diperoleh menunjukkan pemberian mordan ferrosulfat menghasilkan nilai ketahanan dan kerataan warna tertinggi dengan K/S 1,4805 dan SD 0,0055 dibandingkan dengan tawas dengan nilai K/S 0,2857 dan SD 0,0077. Arah warna yang dihasilkan dengan mordan ferrosulfat memperoleh nilai  $a^* +0,55$  dan  $b^* +7,86$  dibandingkan dengan mordan tawas  $a^* +5,36$  dan  $b^* +3,75$ . Ketahanan luntur warna terhadap pencucian mendapatkan nilai baik (4-5) untuk kedua jenis mordan. Ketahanan luntur warna terhadap gosokan mendapatkan nilai baik (4-5) untuk tawas dan (4) pada ferrosulfat.

Kata Kunci: Pencelupan, Ekstrak Daun Jati, Post Mordan

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.797>

Received: 08, 2024. Accepted: 01, 2025.

Published: 03, 2025

## PENDAHULUAN

Tanaman jati dengan nama latin *Tectona grandis* memiliki kandungan pigmen alami seperti halnya tanin,  $\beta$ -karoten, klorofil, feofitin dan antosianin yang terkandung tidak hanya pada bagian daun tetapi juga bunga dan kulit dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Antosianin terkandung dalam daun jati memiliki konsentrasi terbesar apabila dibandingkan dengan kadar pigmen lainnya, yaitu sebesar 38 %. Dilihat dari struktur molekulnya, antosianin tergolong sebagai flavonoid yang ditandai dengan adanya dua cincin benzena ( $C_6$ ) yang terhubung dengan rantai alifatik tiga atom karbon (Siregar 2017). Golongan senyawa tersebut dapat menghasilkan warna jingga-merah ataupun ungu-biru. Pigmen alam terkandung pada jati dapat dimanfaatkan potensinya sebagai bahan pewarna ramah lingkungan untuk diaplikasikan pada makanan, minuman, hingga bahan tekstil (Qomariah, Bashiroh, and Chusnah 2022; Surlianti, Husain, and Sulfikar 2019; Wiji Lestari et al. 2020).

Arah warna yang dihasilkan oleh pigmen antosianin dapat dipengaruhi dengan pemberian pH, suhu dan cahaya matahari saat proses pencelupan maupun penyimpanan. Suhu dan paparan cahaya matahari yang berlebih akan mengakibatkan percepatan proses degradasi dari antosianin. Sedangkan pH asam maupun basa yang diberikan dapat menghasilkan hasil warna pencelupan yang berbeda. Pada pH asam, akan dihasilkan warna yang cenderung merah. Sedangkan pemberian pH basa akan dimungkinkan untuk memperoleh warna kuning hingga biru (Surlianti et al. 2019).

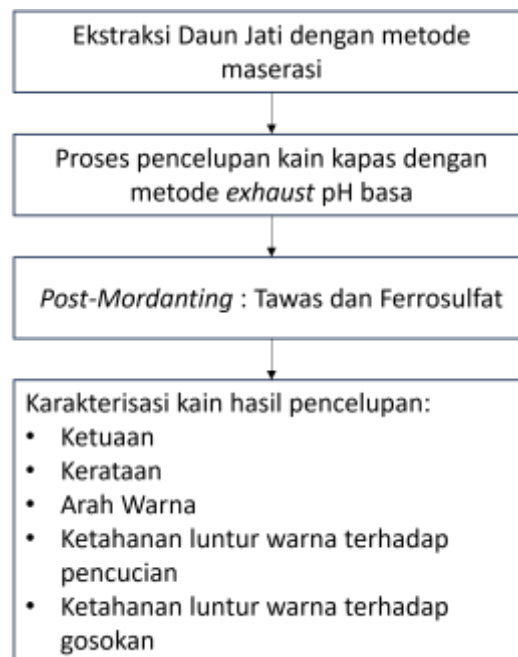
Prosedur pembuatan zat warna alam memerlukan tahapan ekstraksi untuk melarutkan zat aktif melalui berbagai teknik, dimana yang paling sederhana ialah menggunakan metode maserasi dengan jenis pelarut dengan polaritas yang sesuai (Utami, Chalil, and Komalasari 2023). Salah satu kekurangan dalam penggunaan pewarna alami ialah ketahanan terhadap luntur warna, sehingga perlu dilakukan proses mordanting untuk memfiksasi zat warna yang telah masuk ke dalam serat serta meningkatkan afinitas zat warna. Logam yang terkandung pada mordan akan memperkuat ikatan fisika antar serat dan zat warna alam. Proses pemberian mordan dapat dilakukan pada waktu sebelum (pra mordan), saat (mordan simultan) ataupun setelah (post mordan) proses pencelupan. Waktu mordan masing-masing memiliki kelebihan serta kekurangan dalam pengaplikasiannya. Post mordan diketahui menghasilkan daya serap yang relatif lebih tinggi dibandingkan pra dan mordan simultan tetapi cenderung menghasilkan arah warna berbeda dikarenakan pemberian senyawa logam setelah penyerapan zat warna ke dalam bahan (Cahyaningtyas, Vera, and Mulyani 2024; Dianingrum Hanafi et al. 2022).

Terdapat berbagai jenis mordan yang dapat digunakan dalam proses mordanting, diantaranya adalah tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dan tunjung/ferrosulfat ( $FeSO_4$ ). Tawas memiliki sifat sebagai penjernih air sehingga dapat menghasilkan kenampakan warna yang muda. Sebaliknya, ferrosulfat dapat memunculkan warna yang lebih pekat. Hal tersebut dikarenakan ferrosulfat tergolong sebagai garam yang memiliki sifat higroskopis sehingga mudah menyerap larutan zat warna sehingga dapat menajamkan warna pada serat (Qomariah et al. 2022).

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk melihat pengaruh post mordanting dengan tawas dan ferrosulfat pada kain kapas hasil pencelupan kondisi pH basa menggunakan ekstrak daun jati. Hal ini dilandasi dengan belum adanya penelitian mengenai efek mordan terhadap pencelupan dengan daun Jati beserta uji karakteristik kain hasil celup. Beberapa penelitian terdahulu telah meneliti penggunaan daun gambir (Maharani 2016) dan daun Marenggo (Laksono and Subiyati 2021). Sedangkan fokus penelitian terhadap daun jati sebagai pewarna alami hanya berfokus terhadap ekspresi warna yang dihasilkan pada proses *ecoprint* (Qomariah et al. 2022). Pengujian ketahanan, kerataan, arah warna serta ketahanan luntur warna pada pencucian dan gosokan dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pada kain hasil pencelupan.

## METODOLOGI

Bahan yang digunakan yaitu daun jati (*Tectona grandis* sp.) yang diperoleh dari Sumedang-Bandung, tawas, ferrosulfat, aquades, NaCl, CH<sub>3</sub>COOH 75 %, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Teepol, dan kain tenun kapas siap celup dengan anyaman polos, memiliki tetal lusi dan pakan sebesar 48 dan 26 helai/cm. Ekstraksi daun jati menggunakan metode maserasi dengan pelarut air. Proses pencelupan dan *post*mordan menggunakan metode perendaman. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan laboratorium standar, mesin HT dyeing, Stenter, Spektrofotometer Minolta CM-3600 d, Crockmeter dan Laundry-O-meter. Eksperimen dan karakterisasi dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Pencelupan dan Evaluasi Kimia Politeknik STTT Bandung.



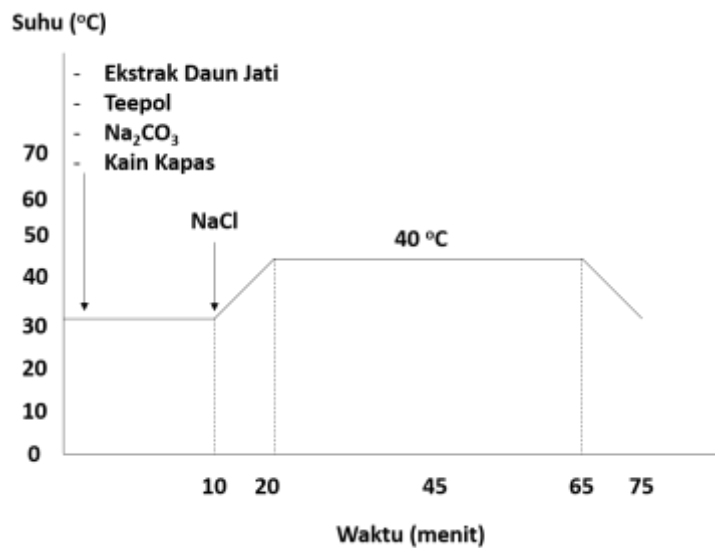
**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

### 1. Pembuatan Ekstrak Daun Jati

Ekstrak daun jati diperoleh menggunakan metode maserasi dengan pelarut air dalam perbandingan 1:6 selama 12 jam. Setelah proses maserasi, dilakukan prosedur ekstraksi dengan perebusan pada suhu 80 °C selama 15 menit. Setelah itu, dilakukan pemisahan ampas daun dan larutan dengan penyaringan.

### 2. Proses Pencelupan

Larutan celup dikondisikan pada pH basa (pH 10) dibuat dengan perbandingan kain dengan larutan ekstrak daun jati sebanyak 1:30, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1,2 g/L, NaCl 5 g/L dan Teepol 1 ml/L. Kain tenun kapas dicelup dengan menggunakan mesin HT *dyeing* pada suhu 40 °C dalam waktu 45 menit. Skema dari proses pencelupan pada kain kapas dengan ekstrak daun jati sebagai alternatif zat warna alam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Skema Proses Pencelupan

3. Proses *Post-Mordan*

Pemordanan dilakukan setelah proses pencelupan dengan tujuan meningkatkan ketajaman dan kerataan warna yang dihasilkan oleh zat warna alam. Tawas dan Ferrosulfat digunakan sebagai zat mordan dengan pemberian konsentrasi masing-masing sebesar 5 g/L. Proses *post-mordan* dikerjakan pada suhu kamar selama 15 menit. Lalu kain melalui proses pencucian dengan 1 ml/L teepol dengan vlot 1:30 selama 10 menit pada suhu 80 °C dan dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu 100 °C selama 1 menit.

4. Karakterisasi hasil pencelupan dan *post mordan*.

Ketuaan, kerataan dan arah warna dari kain hasil pencelupan dan mordanting dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer Minolta CM-3600 d pada panjang gelombang 400-700 nm dalam selang 20 nm. Kerataan diukur pada lima titik kain yang berbeda untuk mendapatkan hasil nilai rata-rata dan standar deviasi. Nilai reflektansi dikonversi menjadi nilai ketuaan warna (K/S) berdasarkan persamaan Kubleka-Munk. Arah warna didapat dari nilai L\* (*light*), a\* (*reddish*), dan b\* (*yellowish*).

5. Karakterisasi ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian

Karakterisasi ketahanan luntur warna terhadap pencucian dilakukan dengan menggunakan Laundry-o-meter terhadap kain hasil post mordan mengacu pada SNI ISO 105-C06:2010. Sampel kain sebesar 5 x 5 cm dijahit pada kain multifiber kemudian dilakukan pencucian pada mesin Laundry-O-meter. Perubahan warna dan penodaan pada kain multifiber dinilai menggunakan *grey scale for color scale* dan *grey scale for staining*.

6. Karakterisasi ketahanan Luntur Warna Terhadap Gosokan

Ketahanan luntur warna terhadap gosokan (*rubbing*) dilakukan dengan metode kering (*dry rubbing*) dan basah (*wet rubbing*). Pengujian berdasarkan SNI ISO 105-X12 dengan menggunakan *crockmeter* dan dianalisa menggunakan *grey scale for color scale* dan *grey scale for staining*.

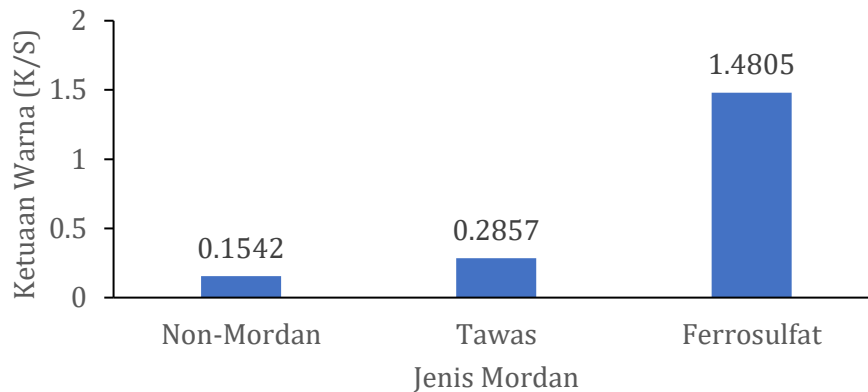
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kain tenun kapas setelah proses pencelupan menggunakan ekstrak daun jati kemudian di berikan perlakuan mordanting dengan 2 jenis mordan yang berbeda, yaitu tawas dan ferrosulfat. Terdapat kain hasil celup tanpa pemberian mordan apapun sebagai kontrol. Apabila dilihat secara visual, pemberian mordan dapat secara efektif meningkatkan ketuaan, ketajaman dan kerataan warna (Gambar 2). Hal ini dikarenakan proses mordanting pada pencelupan dengan zat warna alam dapat berperan sebagai fiksator yang dapat memperkuat ikatan antara pewarna dengan serat kain (Ahmad and Hidayati 2018). Pencelupan tanpa mordan memiliki kekurangan dimana kedalaman warna yang dihasilkan rendah dikarenakan lemahnya ikatan antara zat warna dengan serat. Afinitas zat warna pada kain kapas umumnya didominasi oleh pengaruh gaya van der Waals serta ikatan hidrogen antara gugus -OH kapas dan -OH dari pewarna antosianin dari ekstrak daun jati (Wang, Tang, and Zhou 2016). Untuk mengatasi sifat substantivitas dan tahan luntur pewarna alami yang buruk, mordan yang ditambahkan pada serat selulosa akan menjadi senyawa tidak larut dan berikatan dengan zat warna (Pizzicato et al. 2023).



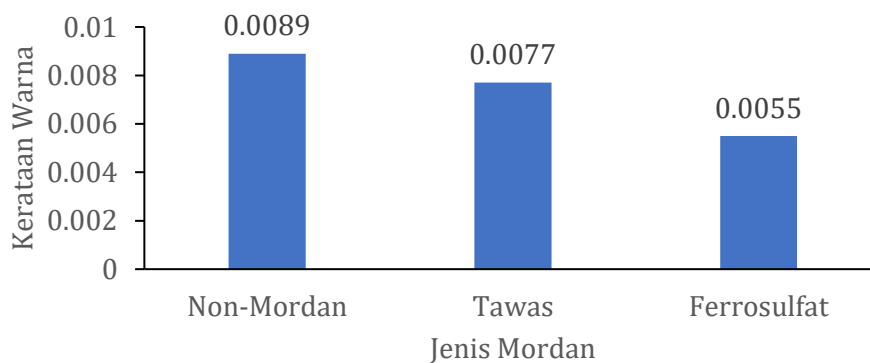
**Gambar 3. Kain Kapas Hasil Pencelupan Dengan Ekstrak Daun Jati**

Nilai ketuaan warna (K/S) menunjukkan penyerapan zat warna ke dalam serat kain secara kuantitatif, dimana semakin besar nilai K/S menunjukkan warna yang semakin tua. Proses pencelupan dengan ekstrak daun jati sebagai zat warna alam melibatkan ikatan antara serat dengan senyawa antosianin. Ketika zat mordan yang mengandung senyawa logam ditambahkan, ikatan akan menjadi lebih kuat. Akibatnya, warna pada pencelupan tanpa pemberian zat mordan cenderung lebih pucat dan memiliki tingkat ketuaan warna yang lebih rendah (Gambar 3). Sesuai dengan penelitian (Janani, Hillary, and Phillips 2014; Pamungkas et al. 2021), mordan ferrosulfat menghasilkan warna yang lebih pekat dibandingkan dengan mordan tawas. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik ferrosulfat yang bersifat higroskopis atau memiliki kemampuan untuk menyerap uap air (Qomariah et al. 2022). Kain yang diberikan larutan mordan cenderung mudah menyerap larutan zat warna sehingga meningkatkan ketuaan warna dengan ditunjukkan dengan kenaikan nilai K/S pada kain hasil pencelupan. Nilai ketuaan warna menggunakan ferrosulfat memiliki nilai ketuaan warna yang lebih tinggi sebesar 1,4805 dibandingkan dengan kain yang non mordan dan alum.



**Gambar 4. Grafik Perbandingan Tingkat Ketuaan Warna (K/S)**

Pengujian ketuaan warna diperoleh dari standar deviasi (SD) pengukuran warna kain hasil pencelupan yang diukur pada lima titik yang berbeda. Semakin kecil nilai SD maka semakin baik kerataan warna yang diperoleh. Apabila dilihat pada Gambar 4, setiap kain hasil pencelupan baik tanpa atau dengan penambahan mordan, diperoleh  $SD < 1$  yang menunjukkan seluruh hasil celup memiliki kategori nilai kerataan warna yang relatif baik (Afifah and Umam 2019). Kerataan sendiri ditentukan oleh lama waktu pencelupan beserta tiga tahap utama dalam pencelupan yaitu migrasi, absorpsi dan difusi hingga terjadinya proses fiksasi zat warna pada kain (Wicaksono and Russanti 2020). Sedangkan menurut (A' iniyah 2018), jenis mordan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kerataan warna, melainkan dipengaruhi oleh gramasi mordan.



**Gambar 5. Grafik Perbandingan Tingkat Kerataan Warna (SD)**

Pengujian arah warna terhadap kain yang telah diwarnai dengan ekstrak daun jati menggunakan variasi jenis mordan ditampilkan pada Tabel 1. Sistem ruang warna CIELAB digunakan untuk mengukur warna dimana notasi  $L^*$  menyatakan tingkat kecerahan,  $a^*$  menyatakan arah warna merah (nilai +) dan hijau (nilai -), serta  $b^*$  menyatakan arah warna kuning (nilai +) dan biru (nilai -) (Janani et al. 2014; Pangesti and Rosyida 2021).

Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai  $L^*$  terendah pada mordan ferrosulfat diikuti oleh mordan tawas dan kain tanpa pemberian mordan. Maka dapat disimpulkan bahwa fiksasi dengan ferrosulfat menghasilkan warna yang lebih gelap dibandingkan tawas dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi. Sesuai dengan teori (Failisnur et al. 2018; Sukmawati, Fuadi, and Haerudin 2022), ikatan kovalen pada reaksi antara ion logam dan non logam akan membentuk garam

kompleks. Saat pencelupan, akan terbentuk garam kompleks dimana zat antosianin yang terkandung pada ekstrak daun jati akan bereaksi dengan logam  $Fe^{2+}$  yang dimiliki oleh ferrosulfat ( $FeSO_4$ ). Sedangkan kecerahan pada kain dengan mordan tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) berasal dari kemampuan ion  $Al^{3+}$  untuk mengikat zat warna yang lebih lemah (Wicaksono and Russanti 2020).

Selain itu, semua sampel menunjukkan tren arah warna yang sama yaitu dengan angka  $a^*$  dan  $b^*$  positif. Dengan hasil tersebut dapat diketahui bahwa tiap sampel mengarah ke arah warna kemerahan dan kuning. Warna merah tersebut dapat muncul akibat adanya kandungan pigmen antosianin (Fathinatullabibah, Kawiji, and Khasanah 2014) sedangkan warna kuning berasal dari tanin yang terkandung pada daun jati (Alfiyah, Budiretnani, and Solikin 2017). Akan tetapi, dari angka yang didapatkan melambangkan perbedaan intensitas warna yang dihasilkan dari tiap mordan. Mordan tawas menghasilkan angka notasi  $a^*$  tertinggi dengan dominasi warna merah. Sedangkan ferrosulfat didominasi dengan warna kekuningan dengan angka notasi  $b^*$  tertinggi.

**Tabel 1. Hasil Uji Arah Warna Pada Kain Hasil Pencelupan**

Jenis Mordan	L*	a*	b*
Non-Mordan	78,53	4,52	2,85
Tawas	75,69	5,36	3,75
Ferrosulfat	60,86	0,55	7,86

Penilaian ketahanan luntur warna dilakukan terhadap pencucian (Tabel 2) dan gosok kering serta basah (Tabel 3). Diperoleh skala 4-5 untuk ketahanan terhadap pencucian yang merupakan kategori baik pada seluruh sampel tanpa maupun dengan penambahan mordan. Pada dasarnya, hasil pencelupan dengan tahan luntur yang baik telah memiliki ikatan yang cenderung kuat dan stabil antara serat dengan zat warna, meliputi ikatan hidrogen, gaya elektrovalen, gaya van der Waals, hingga ikatan kovalen. Prosedur pencucian setelah proses pencelupan juga berperan dalam ketahanan luntur warna dimana pencucian dapat mengurangi atau menghilangkan molekul zat warna jenuh yang masih menempel pada serat (Luftinor 2017).

**Tabel 2. Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian**

Jenis Mordan	Nilai Skala Penodaan Pada Kain Pelapis	
	Kapas	Wool
Non-Mordan	4 – 5	4 – 5
Tawas	4 – 5	4 – 5
Ferrosulfat	4 – 5	4 – 5

Uji tahan luntur warna (TLW) terhadap gosokan kering maupun basah berada pada kisaran skala penodaan 4 dan 4-5 yang juga cenderung baik (Haerudin et al. 2020). Hasil ketahanan luntur meningkat dengan adanya penambahan mordan tawas pada uji gosok kering dibandingkan gosok basah. Keberadaan air pada pengujian gosokan basah menyebabkan terbukanya pori-pori dari serat sehingga bisa mengakibatkan zat warna yang terikat menjadi terlepas dan melekat pada kain penggosok dengan pemberian gesekan dari alat (Luftinor 2017). Tingginya nilai tahan luntur warna dengan proses mordanting terjadi dikarenakan kation logam  $Al^{3+}$  maupun  $Fe^{2+}$  yang bereaksi membentuk ikatan kompleks logam dengan zat warna menjadi molekul yang besar. Semakin besar ukuran molekul maka semakin kuat ikatan yang terjadi antara serat dengan zat warna yang menyebabkan zat warna tetap terikat pada serat meskipun diberikan gesekan mekanis (Failisnur et al. 2018; Pancapalaga, Ishartati, and Ambarwati 2022). Lebih lanjut dijelaskan oleh (Rahayuningsih et al. 2022), sifat tahan luntur warna yang baik dengan pemberian

mordan menunjukkan terbentuknya logam-ligan-selulosa kompleks yang berasal dari interaksi ion logam dengan molekul zat warna. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kompleks ion  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{2+}$  yang terbentuk dengan ligan dari ekstrak daun jati cukup stabil.

**Tabel 3. Ketahanan Luntur Warna Terhadap Gosokan**

Jenis Mordan	Nilai Skala Penodaan	
	Gosokan Kering	Gosokan Basah
Non-Mordan	4	4
Tawas	4 – 5	4
Ferrosulfat	4	4

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa pencelupan dengan menggunakan zat warna alam daun jati pada pH basa dengan perlakuan post-mordanting memberikan pengaruh positif pada peningkatan nilai ketuaan, kerataan, dan ketahanan luntur warna pada kain hasil pencelupan. Mordan ferrosulfat memperoleh nilai K/S dan SD terbaik dengan nilai sebesar  $1,4805 \pm 0,0055$ . Sedangkan TLW terhadap pencucian mendapatkan nilai yang sama (4-5) pada kedua mordan tersebut. Kebalikannya, TLW gosokan terbaik diperoleh pada mordan tawas (4-5). Selain itu diketahui arah warna pada kain hasil celup didominasi oleh warna kemerahan dan kuning dengan tingkat kepekatan yang berbeda-beda.

## DAFTAR PUSTAKA

- A' iniyah, Inayatul. 2018. "Pengaruh Jenis Dan Massa Mordan Terhadap Hasil Pewarnaan Alami Buah Galing Pada Jacket Batik Berbahan Denim." *E Journal* 07(01):28–33.
- Afifah, Fanny Rizkia Imtihana, and Khairul Umam. 2019. "Pencelupan Zat Warna Bubuk Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) Hasil Spray Dryer Pada Kain Kapas." *Prosiding Seminar Nasional Ke-2* 22–31.
- Ahmad, Ardani Fadilah, and Nur Hidayati. 2018. "Pengaruh Jenis Mordan Dan Proses Mordanting Daun Jambu Biji Australia." *Indonesian Journal of Halal* 1(2):1–5.
- Alfiyah, Musri Fatul, Dwi Ari Budiretnani, and Nur Solikin. 2017. "Uji Ekstrak Etanol Daun Jati (*Tectona Grandis*) Sebagai Bahan Pengawet Alami Daging Sapi." *Prosiding Semnas Hayati JV* 94–102.
- Cahyaningtyas, Hilmi Amanah Aditya, Ade Vera, and Wiwiek Eka Mulyani. 2024. "MENINGKATKAN KINERJA PENCELUPAN KAPAS: MENGEKSPLORASI PENGARUH PH ASAM PADA LARUTAN MORDANTING ENHANCING COTTON DYEING PERFORMANCE: EXPLORING THE ACIDIC PH INFLUENCE IN TEAK LEAF EXTRACT DYE SOLUTIONS AND THE EFFECTS OF POST-MORDANTING." 22(01):38–47.
- Dianingrum Hanafi, Adela, Siti Fatimah, Agus Haerudin, Balai Besar Kerajinan dan Batik, and Jalan Kusumanegara Nomor. 2022. "Pengaruh Variasi Proses Mordanting Pewarna Alam Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Terhadap Ketajaman Warna Dan." *Ketahanan Luntur Kain Batik/ JUTE* 5(1):1–7.
- Failisnur, F., S. Sofyan, Anwar Kasim, and Tutty Angraini. 2018. "Study of Cotton Fabric Dyeing Process with Some Mordant Methods by Using Gambier (*Uncaria Gambir Roxb*) Extract." *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 8(4):1098–1104. doi: 10.18517/ijaseit.8.4.4861.
- Fathinatullabibah, Kawiji, and Lia Umi Khasanah. 2014. "Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (

- Tectona Grandis ) Terhadap Perlakuan PH Dan Suhu.” *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (2)3(2):60–63.
- Haerudin, Agus, Tirta Kusuma Arta, Masiswo, Aprilia Fitriani, and Euis Laela. 2020. “PENGARUH FREKUENSI PENCELUPAN DENGAN METODE SIMULTAN TERHADAP NILAI Uji KETUAAN WARNA, RUANG WARNA DAN KETAHANAN LUNTUR WARNA YANG DIHASILKAN PADA BATIK MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BUAH JALAWE (Terminaliabellirica(Gaertn) Roxb).” *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah* 37(1):41–54. doi: 10.22322/dkb.V36i1.4149.
- Janani, Loum, Lukyambuzi Hillary, and Kodi Phillips. 2014. “Mordanting Methods for Dyeing Cotton Fabrics With.” *International Journal of Scientific and Research Publications* 4(10):1–6.
- Laksono, Aji Indras, and Subiyati. 2021. “The Effect of The Natural Mordant Methods Symplocos Leaves on Cotton Fabric Printing With Natural Dyes of Marenggo Leaves.” *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik* 1–14.
- Luftinor. 2017. “Fiksasi Garam Scarlet Pada Pewarnaan Kain Songket Palembang Berbasis Zat Warna Alam Daun Henna (Lawsonia Inermis L.)” *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 28(1):51–60.
- Maharani, Rizky. 2016. “PENGARUH TEKNIK MORDANTING TERHADAP HASIL JADI PEWARNAAN ALAMI PADA JILBAB BERBAHAN SUTERA DENGAN EKSTRAK GAMBIR MENGGUNAKAN TEKNIK TIE DYE.” 05(2).
- Pamungkas, Mukmin Sapto, Edia Rahyuningsih, Taranipa Marfitania, and Wachid Siti Fatimah. 2021. “PHYSICO-CHEMICAL AND DYEING CHARACTERISTICS OF COTTON FABRIC DYEING FROM THE EXTRACT OF ANGSANA (Pterocarpus Indicus) BARK (Fiziko Kimia Dan Ciri Pencelupan Pewarnaan Kain Kapas Dengan Menggunakan Ekstrak Dari Kulit Kayu Angsana (Pterocarpus Indicus)).” *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 25(5):858–66.
- Pancapalaga, W., E. Ishartati, and T. Ambarwati. 2022. “The Color Fastness and Quality of Eco-Printed Leather with Different Types of Mordant in Natural Dyes from Mangrove Extract (Rhizophora Mucronata).” *Tropical Animal Science Journal* 45(3):368–73. doi: 10.5398/tasj.2022.45.3.368.
- Pangesti, Erika, and Ainur Rosyida. 2021. “Pengaruh Metode Dan Jenis Zat Mordan Pada Pencelupan Kain Kapas Dengan Ekstrak Kulit Bawang Bombay (Allium Cepa Linneus) Secara Rendaman.” *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik* 1–12.
- Pizzicato, Barbara, Severina Pacifico, Diana Cayuela, Gabriela Mijas, and Marta Riba-Moliner. 2023. “Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review.” *Molecules* 28(16):1–22. doi: 10.3390/molecules28165954.
- Qomariah, Umi Kulsum Nur, Vina Ainul Bashiroh, and Miftachul Chusnah. 2022. “Ekspresi Warna Ecoprint Daun Jati (Tectona Grandis) Pada Katun Primiissima Dengan Mordan Tawas, Tunjung Dan Kapur.” *Agrosaintifika* 5(1):17–23. doi: 10.32764/agrosaintifika.v5i1.2972.
- Rahayuningsih, Edia, Taranipa Marfitania, Taranipa Marfitania, Mukmin Sapto Pamungkas, Mukmin Sapto Pamungkas, Wachid Siti Fatimah, and Wachid Siti Fatimah. 2022. “Optimization of Cotton Fabrics Dyeing Process Using Various Natural Dye Extracts.” *Jurnal Rekayasa Proses* 16(1):58. doi: 10.22146/jrekpros.70397.
- Siregar, Adella Hotnyda. 2017. “Pembuatan Zat Warna Alam Dari Tumbuhan Berasal Dari Daun.” *Bina Teknika* 12(1):103. doi: 10.54378/bt.v12i1.96.
- Sukmawati, Dina Ayu, Ahmad M. Fuadi, and Agus Haerudin. 2022. “Kualitas Warna Kain Batik Dengan Pewarna Alam Sabut Kelapa.” *Jurnal Teknik Kimia Vokasional* 2(1). doi: 10.46964/jimsi.v2i1.1472.
- Surianti, Surianti, Halimah Husain, and Sulfikar Sulfikar. 2019. “Uji Stabilitas Pigmen Merah Antosianin Dari Daun Jati Muda (Tectona Grandis Linn f) Terhadap PH Sebagai Pewarna Alami.” *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia* 20(1):94. doi: 10.35580/chemica.v20i1.13623.
- Utami, Tisarah Destria, Nono Chariono Chalil, and Maya Komalasari. 2023. “PENGARUH METODE

- MORDAN PADA PENCELUPAN KAIN NYLON MENGGUNAKAN ZAT WARNA ALAM EKSTRAK KULIT BUAH RAMBUTAN (*Nephelium Lappaceum* L)." *Texere* 21(1):21-36. doi: 10.53298/texere.v21i1.03.
- Wang, Huayin, Zhirong Tang, and Wenlong Zhou. 2016. "A Method for Dyeing Cotton Fabric with Anthocyanin Dyes Extracted from Mulberry (*Morus Rubra*) Fruits." *Coloration Technology* 132(3):222-31. doi: 10.1111/cote.12212.
- Wicaksono, Intan Maharani, and Irma Russanti. 2020. "Pengaruh Jenis Fiksator Terhadap Hasil Jadi Pewarnaan Alami Dengan Air Rebusan Kenikir Pada Busana Anak." *E-Journal Edisi Yudisium* 3(1):34-38.
- Wiji Lestari, Dwi, Vivin Atika, Agus Haerudin, Yudi Satria, Guring Briegel mandegani, Tin Kusuma Arta, Pandji hardjanto dan Aprilia Fitriani Balai Besar Kerajinan dan Batik Kementerian Perindustrian, and Jl Kusumanegara no. 2020. "Pengaruh PH Dan Jenis Mordan Terhadap Hasil Pewarnaan Kain Batik Katun The Effect of PH and Mordant towards Dyeing Properties of Cotton Batik Dyed with *Theobroma Cacao* L. Pod Husk Extract from Jember." 1-9.