

# PENGARUH FREKUENSI, WAKTU, JENIS KAIN, DAN SUHU TERHADAP HASIL WARNA DARI DAUN TARUM (*INDIGOFERA TINCTORIUM*)

\*Awwalia Shohwatul Madina<sup>1</sup>, Destia Ardhana Eka Putri<sup>2</sup>, Niken Ayu Anggreini<sup>3</sup>, Haryanto<sup>4</sup>, Muh Thoyib<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162, Indonesia

\*E-mail: [d500200040@student.ums.ac.id](mailto:d500200040@student.ums.ac.id)

Riwayat Article

Received: 19 August 2024; Received in Revision: 17 September 2024; Accepted: 29 September 2024

## Abstract

This research aims to find out the influence of frequency, time, fabric type, and temperature on the color results of tarum leaves (*indigofera tinctorium*). The method used in this research is a qualitative method with the Visible Spectrum test to determine the color wavelength that is presented. The research results show that based on color wavelength analysis using the visible spectrum, the best color quality is produced at a frequency of 8 times of immersion for 30 seconds with a lower color wavelength which is  $\alpha = 428$  nm. The best color is also produced at a temperature of 40°C with a immersion time of 30 seconds with a color wavelength of  $\alpha = 410$  nm. And the best type of fabric is Japanese cotton fabric.

Keywords: Fabric, Natural Colour, Tarum (*Indigofera tinctorium*)

## Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi, waktu, jenis kain, dan suhu terhadap hasil warna dari daun tarum (*indigofera tinctorium*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan uji *Visible Spectrum* untuk mengetahui panjang gelombang warna yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan analisis panjang gelombang warna menggunakan visible spectrum kualitas warna terbaik dihasilkan pada frekuensi 8 kali pencelupan selama 30 detik dengan panjang gelombang warna yang lebih rendah yaitu sebesar  $\alpha = 428$  nm. Warna terbaik juga dihasilkan pada suhu 40°C dengan waktu pencelupan 30 detik dengan panjang gelombang warna sebesar  $\alpha = 410$  nm. Dan jenis kain terbaik adalah kain katun jepang.

Keywords: Kain, Pewarna Alami, Tarum (*Indigofera tinctorium*),

## 1. Introduction

Indonesia memiliki potensi untuk menyediakan bahan baku alami atau yang berasal dari alam karena wilayah serta sumber daya alamnya melimpah. Salah satu kebutuhan yang dapat dipenuhi oleh Indonesia karena potensi tersebut adalah pemenuhan pewarna alami yang berasal dari tumbuhan-tumbuhan yang tersebar di Indonesia. Zat pewarna alami ini akan menggantikan pewarna sintesis yang sering digunakan oleh industri batik dimana pewarna sintesis ini akan menyebabkan iritasi pada kulit pemakainya jika digunakan terus-menerus dan limbah dari pewarna sintesis yang mengandung logam dan bersifat toksik dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Namun sebagian banyak industri batik ataupun tekstil lebih memilih menggunakan pewarna sintesis karna dipercaya hasil warnanya akan lebih baik dibandingkan dengan pewarna alami, sedangkan penggunaan pewarna sintesis secara terus menerus akan membahayakan kesehatan para pengguna pewarna sintesis bahkan terhadap lingkungan (Margunani et al., 2019).

Pewarna alami diperoleh dari bahan alam sehingga produk yang dihasilkan ramah lingkungan. Pewarna alami tidak bersifat racun (*toxic*), mudah terurai oleh alam, menghasilkan warna yang unik dan dapat diperbaharui (*renewable*). Zat pewarna alami aman untuk digunakan oleh manusia

karena tidak bersifat karsinogenik . Karsinogenik merupakan suatu zat yang dapat menyebabkan tumbuhnya sel kanker dalam tubuh jika dikonsumsi secara berlebihan (Eskak & Salma, 2020).

Tarum atau Indigofera termasuk tanaman perdu kecil yang hidup liar. Bagian daunnya mengandung pigmen alami berupa flavonoid yang merupakan senyawa kimia bersifat glukosida indikan yang dapat membuat ekstrak dari daun Indigofera menghasilkan warna biru atau indigo jika pigmen tersebut dihidrolisis oleh enzim dan dioksidasikan menggunakan udara yang mengandung oksigen (Nitti et al., 2022).



**Gambar 1.** Tarum atau *Indigofera*

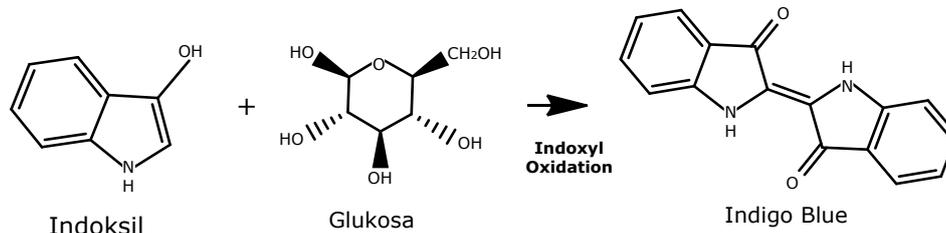
Hidrosulfit merupakan zat yang digunakan sebagai agen pereduksi di sebagian besar proses pencelupan dengan pewarna alami terutama menggunakan pewarna dari daun tarum (*Indigofera tinctorium*). Keuntungan dalam penambahan hidrosulfit adalah membuat penguraian warna menjadi sangat cepat oleh karena itu sangat memungkinkan proses pewarnaan tidak memakan waktu lama. Salah satu contoh hidrosulfit yang umum digunakan dalam industri pewarna indigo dari daun tarum adalah natrium hidrosulfit karena sifatnya yang mudah teroksidasi dengan udara.

Dalam proses pewarnaan, bahan yang digunakan sebagai pembersih kotoran pada kain atau biasa disebut mordan adalah *Turkish Red Oil* (TRO), tawas, soda abu, dan tunjung. Ketepatan dalam memilih bahan mordan selama proses *mordanting* menjadi salah satu faktor keberhasilan dalam pewarnaan kain (Ahmad & Hidayati, 2018). Mordan atau *mordanting* merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum pewarnaan. Tujuan dilakukannya *mordanting* adalah untuk menghilangkan semua jenis kotoran pada kain sehingga pada proses pewarnaan zat pewarna dapat masuk ke dalam serat kain. Sama halnya dengan proses *mordanting*, proses *fixsasi* juga penting untuk dilakukan. *Fixsasi* merupakan tahapan akhir dalam proses pewarnaan. Pada proses ini diharapkan warna dapat terkunci dengan baik pada kain sehingga warnanya bisa awet dan bertahan lama. Proses *fixsasi* biasanya menggunakan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Mariaty et al., 2022). Asam asetat atau asam cuka dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{COOH}$  yaitu senyawa berbentuk liquid, tidak berwarna, memiliki bau menyengat dan rasa asam. sering dikenal dengan asam etanoat. Aplikasinya yang sangat luas apalagi dibidang industri sering digunakan sebagai larutan yang membantu untuk menghasilkan warna yang cerah dengan cara mengeluarkan tannin atau zat warna daun secara maksimal (Dewi & Willis, 2024).

Dalam proses pewarnaan, pemilihan kain juga sangat penting. Pada umumnya, kain yang sering dipakai yaitu kain katun. Jenis kain katun yang biasa digunakan dalam industri batik ada kain Paris, kain katun jepang, kain rayon, kain primis, kain prima. Setiap jenis kain memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Kain katun jepang merupakan kain yang biasa digunakan dalam membatik. Kain katun jepang termasuk dalam konstruksi medium. Konstruksi kain katun jepang masuk diantara nilai 141 – 160 gram/m<sup>2</sup> yang berarti konstruksi medium. Konstruksi medium mempunyai nilai ketahanan warna sebesar R% 61,86. Kain paris tergolong dalam konstruksi ringan. Konstruksi ringan kain paris mempunyai nilai ketahanan warna didapatkan hasil R% 43,26 (Apriliana & Syamwil, 2014).

Selanjutnya, pada proses pewarnaan ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil warnanya (Noermitha et al., 2024) Faktor pertama adalah perbandingan larutan celup, yaitu perbandingan antara komposisi bahan atau pasta dengan campuran pelarutnya. Selain itu, suhu larutan atau campuran pasta dengan bahan pelarut juga berpengaruh, karena suhu yang tepat diperlukan untuk proses pencampuran yang optimal. Waktu pencelupan juga memainkan peran penting, semakin lama waktu pencelupan, semakin mudah zat warna terserap. Sebaliknya, jika

pencelupan dilakukan terlalu singkat, penyerapan zat warna mungkin tidak merata. Terakhir, sifat bahan yang dicelup sangat menentukan, karena kemampuan bahan dalam menyerap pewarna bergantung pada karakteristik bahan tersebut. Ekstrak daun tarum (*Indigofera tinctorium*) mengandung glukosida yang dihidrolisis menjadi glukosa dan indoksil menggunakan reaksi tersebut.



**Gambar 1.** Proses terbentuknya senyawa indigo (Purba & Sibarani, 2017).

Dari hasil hidrolisis diatas, indoksil yang merupakan precursor dalam suasana alkali akan teroksidasi dengan mudah oleh udara menjadi indigo berwarna biru. Indigo memiliki kandungan indigotin dimana zat berwarna indigo akan diperoleh pada proses fermentasi, selama proses tersebut indikan akan dihidrolisis menjadi indoksil dan dioksidasikan menggunakan udara dan menjadi indigo (Gultom et al., 2017).



**Gambar 2.** Indoksil



**Gambar 3.** Indigan

Zat warna indigo diperoleh melalui proses fermentasi yang dilakukan selama 2 hari. Fermentasi merupakan proses perubahan kimia yang terjadi pada substrat organik melalui aktivasi enzim dan mikroorganisme. Proses ini membutuhkan starter untuk mikroba yang akan tumbuh dalam substrat. Starter yang telah siap diinokulasikan pada media yang akan di fermentasi (Rasmito et al., 2019). Mengaktifkan aktivitas mikroorganisme tertentu untuk mengubah sifat bahan dan memperoleh produk fermentasi yang bermanfaat adalah prinsip dasar dari fermentasi. Fermentasi dapat dipengaruhi oleh mikroorganisme, substrat, pH, suhu, oksigen, aktivitas air dan waktu (Adi Wira Kusuma et al., 2020).

Selain proses fermentasi, proses aerasi juga diperlukan dalam pembuatan pewarna dari *Indigofera tinctoria*. Peristiwa terlarutnya oksigen di dalam air disebut sebagai proses aerasi, yang efektifitasnya bergantung pada luas permukaan air yang bersentuhan dengan udara. Fungsi utama dari proses aerasi adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air dan melepaskan jumlah gas terlarut dalam air. Selama ekstraksi pewarna *Indigofera*, molekul oksigen mengikat pigmen indoksil yang menyebabkan pembentukan *indigotin* (Sukadana et al., 2017).

Kandungan glukosa dalam gula merah berfungsi untuk mengurangi gugus *indigotin* dalam pasta *Indigofera*, pigmen warna dalam *indigofera* yang tidak larut dalam air perlu direduksi agar dapat digunakan untuk mewarnai kain. Penggunaan gula merah dengan perbandingan yang sama dengan pasta indigo dalam proses reduksi dapat menghasilkan warna biru tua (Haerudin & Fitriani, 2019).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Pujilestari, 2017) menunjukkan nilai kecerahan katun batik menggunakan pewarna alami *Indigofera* menghasilkan warna terbaik pada variasi pencelupan ke-8 dengan hasil  $L^* = 45,79$  ;  $a^* = 19,48$ ; dan  $b^* = 28,46$ . Dari hasil penelitian (Yuniwati et al., 2021) yang melakukan penelitian warna indigo menggunakan visible spektrum

didapatkan warna indigo yang panjang gelombangnya dimulai dari 409 nm. Dari hasil penelitian (Aprilia & Syamwil, 2014) menunjukkan bahwa konstruksi kain sangat mempengaruhi penyerapan warna pada kain, dimana kualitas warna terbaik dihasilkan pada konstruksi kain yang paling berat. Berdasarkan hasil uraian tersebut peneliti mencoba untuk membuktikan dan melakukan eksperimen untuk menemukan perlakuan yang tepat guna mendapatkan hasil pewarna terbaik dari daun trum (*Indigofera tinctorium*), percobaan akan dilakukan dengan perlakuan kain menggunakan variasi waktu dan frekuensi pencelupan, suhu pencelupan, dan jenis kain yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari perbandingan frekuensi pencelupan, jenis kain, suhu larutan, dan waktu pencelupan kain terhadap hasil pewarna dari daun tarum (*Indigofera tinctorium*).

## **2. Methodology**

### **2.1 Alat dan Bahan**

Penelitian ini menggunakan bahan berupa daun tarum (*Indigofera tinctorium*) segar, air, air kapur, gula merah, kain paris, kain katun jepang, kain rayon, kain primis, kain prima, TRO (*Turkish Red Oil*), hidrosulfit dan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (asam asetat). Peralatan yang akan digunakan yaitu berupa timbangan, neraca analitik, bak fermentasi, aerator, drum plastik, ember, kompor, panci, saringan, pengaduk, thermometer, dan stop-watch.

### **2.2 Persiapan Bahan Baku**

Siapkan daun tarum sebanyak 500 kg dan di cuci bersih pada air yang mengalir. Siapkan air dalam bak fermentasi sebanyak 1000L.

### **2.3 Proses Fermentasi dan Aerasi**

Bahan baku berupa daun tarum (*Indigofera tinctorium*) sebanyak 500 kg difermentasi dengan cara direndam menggunakan air sebanyak 1000 L selama 24 jam dalam bak fermentasi. Setelah 24 jam direndam selanjutnya pisahkan daun dengan air fermentasi dan lakukan aerasi menggunakan aerator untuk menambahkan kandungan oksigen dalam air selama 1 jam sampai air fermentasi mengalami perubahan warna dari hijau kekuningan menjadi biru. Selanjutnya air fermentasi yang telah di aerasi akan dimasukkan kedalam drum plastik dan diamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan yang mirip lumpur disebut pasta. Pisahkan pasta dengan air dipermukaanya kedalam drum plastik yang kosong.

### **2.4 Proses Pelarutan**

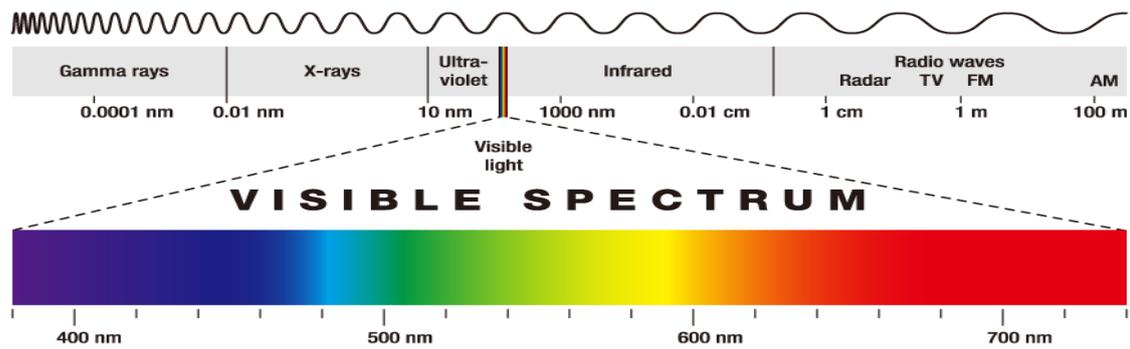
Pasta yang dihasilkan selama proses fermentasi ditimbang sebanyak 500 gram dan dilarutkan kedalam 10 L air kapur, selanjutnya dicampur dengan gula merah yang berperan sebagai reduktor sebesar 120 gram yang telah dilarutkan dengan cara direbus dengan air kapur sebanyak 10 L selama 15 menit dengan suhu 100°C. Aduk larutan pasta dan reduktor hingga homogen dan tidak ada lagi gumpalan pasta. Larutan pasta yang telah homogen ditambahkan hidrosulfit sebanyak 15 gram lalu aduk kembali sampai tercampur rata. Lalu, diamkan selama 15 menit sampai campuran berubah warna menjadi hijau kekuningan dengan kondisi tertutup.

### **2.5 Proses Perlakuan Sampel**

Tahapan awal yang harus dilakukan dalam proses ini adalah *mordanting*. *Mordanting* merupakan sebuah proses untuk membersihkan kotoran-kotoran pada kain. Dalam hal ini, kain dimordanting menggunakan TRO (*Turkish Red Oil*) sebanyak 85 gram yang dilarutkan menggunakan air sebanyak 50 L. Kain direndam selama 15 menit lalu ditiriskan. *Mordanting* ini dilakukan agar pewarna alami dapat terikat pada kain. Kain kemudian dicelupkan dalam larutan pewarna dengan cara pencelupan sebanyak 4, 5, 6, 7 dan 8 kali celupan dengan waktu 10, 15, 20, 25, dan 30 detik. Suhu yang digunakan dengan variasi 30, 35, 40, 45 dan 50°C, dan jenis kain yang digunakan yaitu kain katun jepang, kain paris, kain rayon, kain primis, dan kain prima. Dengan setiap pencelupan kain harus di selingi dengan mencelupkan kain ke air sebelum masuk kepencelupan selanjutnya. Setelah itu kain akan dikeringkan sampai kering tanpa kontak langsung dengan sinar matahari dan di lakukan proses fiksasi menggunakan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sebanyak 150 mL yang dilarutkan dalam air sebanyak 20 L. Fiksasi dilakukan dengan cara mencelupkan kain kedalam larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sebanyak 3 kali pencelupan lalu dikeringkan kembali hingga kering sepenuhnya.

## 2.6 Analisis Hasil

Analisis hasil warna dilakukan dengan menggunakan *Visible Spectrum* untuk mengetahui panjang gelombang warna yang dihasilkan dengan cara mencocokkan warna kain yang telah melalui proses pewarnaan ke *visible spectrum*. Uji ini dilakukan berdasarkan seberapa cerah dan pekat warna biru yang dihasilkan.



Gambar 4. *Visible spectrum*

## 3. Result and Discussion

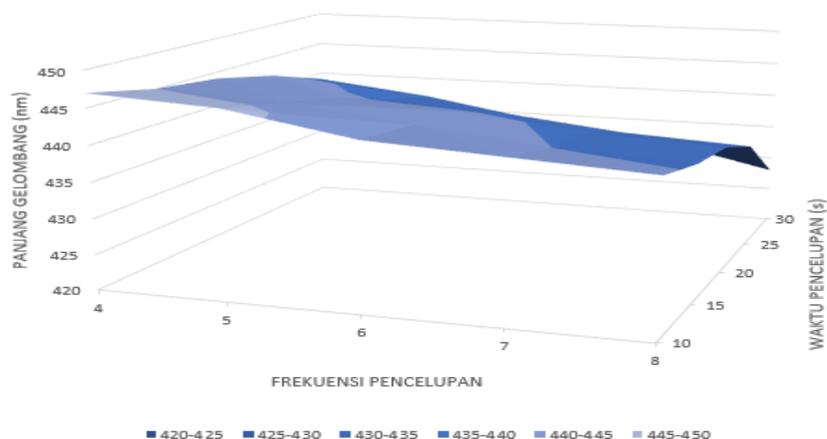
### 3.1 Pengaruh Frekuensi Dan Waktu Pencelupan

Table 1. Hasil Pewarnaan Kain Mori Menggunakan Variasi Waktu Dan Frekuensi Pencelupan

Waktu (s)	Frekuensi pencelupan				
	4	5	6	7	8
10					
15					
20					
25					
30					

**Table 2.** Hasil Analisis Gelombang Warna Menggunakan *Visible Spectrum* Dengan Variabel Waktu Dan Frekuensi Pencelupan

Waktu (s)	Frekuensi Pencelupan				
	4	5	6	7	8
10	447	446	443	442	441
15	445	444	442	440	439
20	444	442	441	439	438
25	442	439	438	436	435
30	439	437	434	432	428



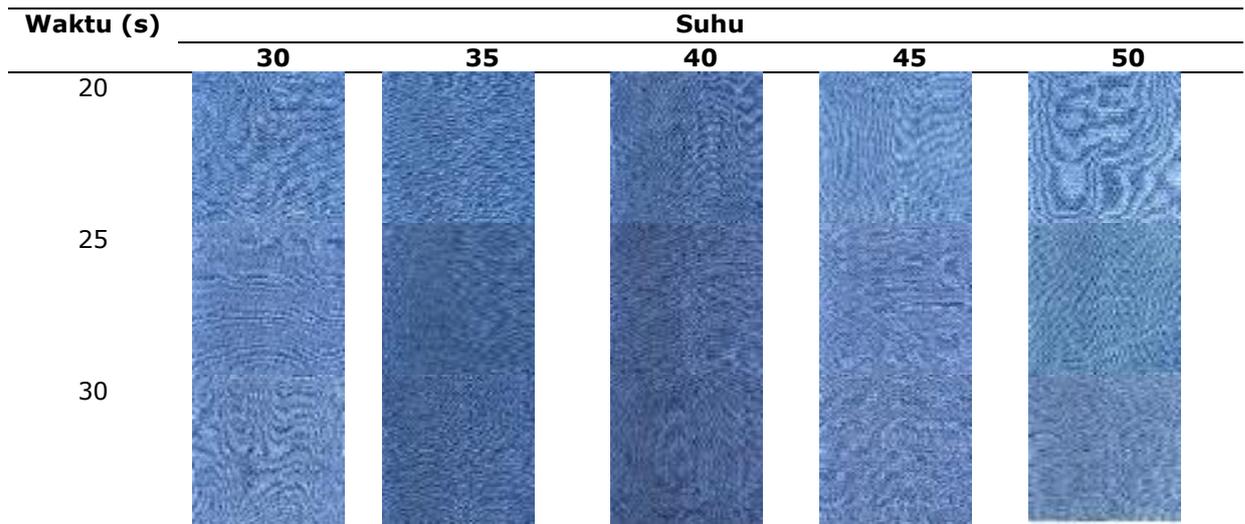
**Gambar 5.** Grafik Panjang Gelombang Dari Hasil Pewarna Indigofera dengan Variabel Waktu dan Frekuensi Pencelupan

Dari hasil analisis pada tabel 1, table 2 serta gambar 5 dapat diketahui bahwa analisis warna menggunakan *visible spectrum* pengaruh waktu dan frekuensi pencelupan pada hasil warna yaitu semakin lama waktu yang dilakukan untuk pewarnaan maka warna yang dihasilkan akan semakin baik, ini menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus antara waktu dan frekuensi pencelupan terhadap hasil pewarna. Hasil diatas dapat terjadi dikarenakan semakin lama waktu pencelupan dan semakin banyak frekuensi pencelupan yang dilakukan pengaruh dari afinitas warna pada kain akan semakin tinggi dan mengurangi terjadinya *unbonding colour* atau tidak terikatnya warna pada kain, namun ada pula batasan maksimum kain dapat menerima kekentalan pewarna atau sering disebut *maximum humidity* yaitu batas maksimal frekuensi dan waktu pencelupan dapat dilakukan.

### 3.2 Pengaruh Suhu Dan Waktu Pencelupan

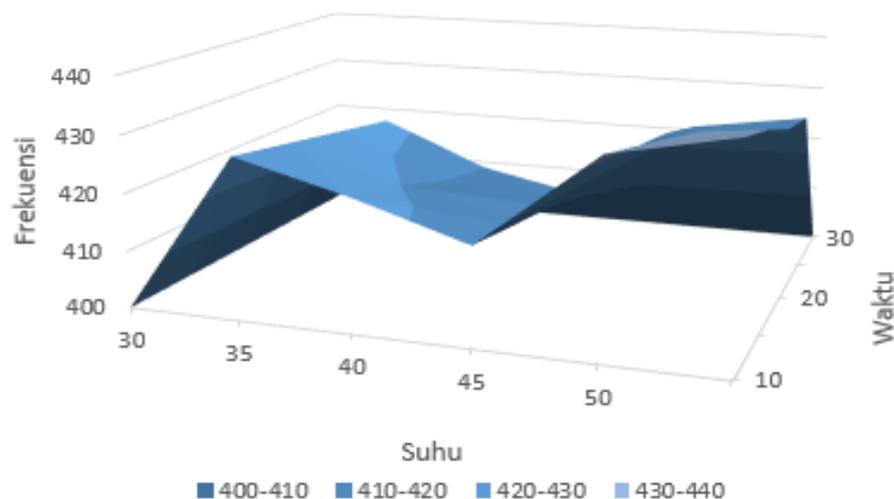
**Table 3.** Hasil Pewarnaan Kain Mori Dengan Variabel Suhu Dan Waktu

Waktu (s)	Suhu				
	30	35	40	45	50
10					
15					



**Table 4.** Hasil Analisis Gelombang Warna Menggunakan *Visible Spectrum* Dengan Variabel Suhu Dan Waktu

Waktu (s)	Suhu (°C)				
	30	35	40	45	50
10	430	425	420	435	440
15	428	423	417	433	437
20	426	420	415	430	434
25	424	416	413	428	430
30	422	414	410	425	428

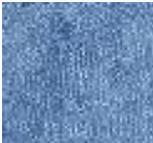
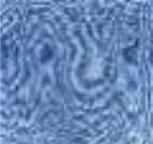
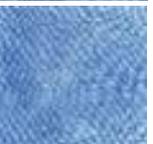
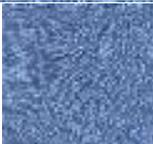
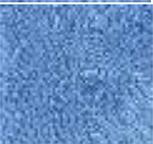
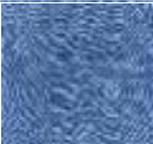
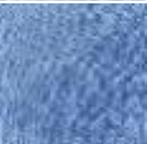
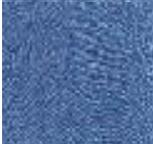
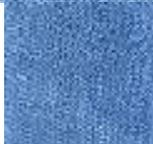
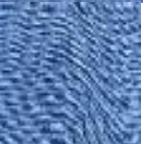
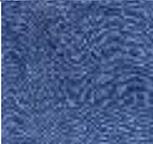
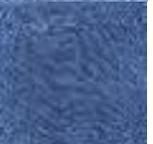


**Gambar 6.** Grafik Panjang Gelombang Dari Hasil Pewarna Indigofera dengan Variabel Suhu dan Waktu Pencelupan

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 3, tabel 4 dan gambar 6 dapat diketahui bahwa analisis warna menggunakan *visible spectrum* dapat diketahui pengaruh suhu terhadap hasil warna adalah semakin tinggi atau rendahnya suhu yang digunakan warna tidak akan maksimal, dari hasil penelitian suhu optimum yang digunakan untuk menghasilkan warna dengan kualitas baik yaitu saat suhu tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Hal itu terjadi karena suhu pencelupan memberikan pengaruh dalam mempercepat proses pencelupan dan mempercepat migrasi yaitu perataan zat warna. Saat suhu naik maka tegangan permukaan cairan akan turun karena suhu yang bertambah membuat molekul cairan bergerak lebih cepat sehingga interaksi antar molekul menjadi berkurang serta serat kain terbuka. Namun, jika suhu terlalu panas maka warna tidak akan mengikat pada kain tersebut.

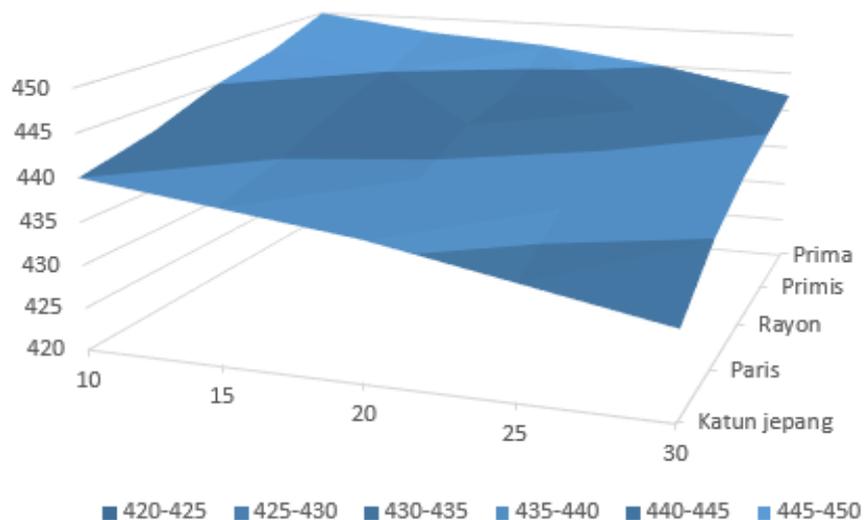
### 3.3 Pengaruh Jenis Kain Dan Waktu Pencelupan

**Tabel 5.** Hasil Pewarnaan Kain Dengan Variabel Waktu Dan Jenis Kain

Waktu (s)	Jenis Kain				
	KJ	P	R	Pri	Pra
10					
15					
20					
25					
30					

**Tabel 6.** Hasil Analisis Gelombang Warna Menggunakan *Visible Spectrum* dengan Variabel Waktu Dan Jenis Kain

Waktu (s)	Frekuensi Pencelupan				
	Katun Jepang	Paris	Rayon	Primis	Prima
10	440	442	445	447	450
15	438	440	443	445	448
20	436	439	442	443	447
25	433	437	440	442	445
30	430	435	438	440	442



**Gambar 7.** Grafik Panjang Gelombang Dari Hasil Pewarna *Indigofera* dengan Variabel Waktu dan Jenis Kain

Dari hasil analisis pada tabel 5, tabel 6 dan gambar 7 dapat diketahui bahwa analisis warna menggunakan *visible spectrum* dapat diketahui pengaruh jenis kain yang digunakan terhadap hasil warna adalah semakin padat kontruksi kain maka warna yang dihasilkan akan semakin baik. Hal itu terjadi karena semakin rapat kontruksi kain maka intensitas warna yang terserap dan terikat akan semakin banyak, berbeda dengan kain yang kontuksinya lebih lebar itu akan membuat jarak setiap benangnya dan memungkinkan terjadinya *unbonding colour* atau warna tidak dapat diikat oleh kain.

Dari seluruh analisis hasil pewarna dari daun tarum yang telah dilakukan menunjukkan hasil pewarna terbaik dari *Indigofera* yaitu pada waktu pencelupan paling lama yaitu selama 30 detik, frekuensi pencelupan paling banyak yaitu 8 kali pencelupan, dengan suhu yang optimal yaitu 40°C, serta kain dengan serat yang lebih padat yaitu kain katun jepang.

#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa waktu, frekuensi, suhu dan jenis kain berpengaruh terhadap pengikatan warna pada kain. Hasil warna terbaik dihasilkan pada waktu pencelupan selama 30 detik, frekuensi pencelupan sebanyak 8 kali pencelupan, pada suhu 40°C dan jenis kain katun jepang. Dengan adanya hasil tersebut diharapkan dapan mempermudah para pelaku industri ataupun Masyarakat umum mengetahui kondisi optimum dalam menggunakan pewarna alami untuk pewarnaan kain dan diperlukan adanya penelitian lain untuk pewarna alami dengan jenis yang lain.

#### 5. Acknowledgement

Penulis menyadari bahwa penyelesaian dari penelitian ini membutuhkan bantuan dari berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada bapak Haryanto selaku dosen pembimbing yang telah sabar, serta meluangkan waktu dan merelakan tenaga serta pikirannya selama proses penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Muh Toyib selaku pemilik Perusahaan Indigo Baru Biru atas kesempatan yang beliau berikan kepada kami untuk melakukan penelitian di sana. Tak lupa, ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada teman-teman seperjuangan penelitian.

#### References

Adi Wira Kusuma, G. P., Ayu Nocianitri, K., & Kartika Pratiwi, I. D. P. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fermented Rice Drink Sebagai Minuman Probiotik Dengan Isolat *Lactobacillus* sp. F213. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(2), 181. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i02.p08>

- Ahmad, A. F., & Hidayati, N. (2018). Pengaruh Jenis Mordan dan Proses Mordanting Terhadap Kekuatan dan Efektifitas Warna Pada Pewarnaan Kain Katun Menggunakan Zat Warna Daun Jambu Biji Australia. *Indonesian Journal Of Halal*, 1(2), 1–5.
- Apriliana, S. S., & Syamwil, R. (2014). Pengaruh Konstruksi Kain Terhadap Kualitas Batik. *Fashion And Fashion Educational Jurnal*, 3(1), 1–6.
- Eskak, E., & Salma, I. R. (2020). Kajian Pemanfaatan Limbah Perkebunan Untuk Substitusi Bahan Pewarna Batik. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 15(2), 27–37.
- Haerudin, A., & Fitriani, A. (2019). Pewarnaan Batik Kapas Dan Sutera Menggunakan Daun Indigofera Tinctoria Dari Ambarawa Dan Kulon Progo Dengan Reduktor Gula Aren Dan Tetes Tebu. *Arena Tekstil*, 34(2). <https://doi.org/10.31266/at.v34i2.5420>
- Margunani, N. K. M. I. H. M., Martuti, N. K., Hidayah, I., & Margunani, M. (2019). (Sudah) Pemanfaatan Indigo Sebagai Pewarna Alami Ramah Lingkungan Bagi Pengrajin Batik Zie. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 133–143. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi/article/view/6454/4225>
- Mariaty, M., Misyanto, M., Afitah, I., & Purnama, A. (2022). Pelatihan Pembuatan Batik Ramah Lingkungan Dengan Pewarna Alami (Ecoprint). *Cenderabakti: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 27–31. <https://doi.org/10.55264/cdb.v1i1.10>
- Nitti, F., Hardini, J., & Pharmawati, M. (2022). Tumbuhan Pewarna Alami dan Pengolahannya pada Tenun Ikat Amarasi di Desa Tunbaun, Kecamatan Amarasi Barat, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Journal Of Biological Sciences*, 9(1), 175–183.
- Noermitha, R. B., Musthofa, M., & Haerudin, A. (2024). Pengaruh Jenis Mordan Dan Lama Waktu Pencelupan Terhadap Kualitas Warna Kain Batik Dengan Pewarnaan Alam Kulit Bawang Merah Menggunakan Proses Post-Mordanting. *Ilmu Keteknikan Industri*, 2(1).
- Pujilestari, T. (2017). Batik fabric dyeing process optimization using natural dyes tingi (Ceriops tagal) and Indigofera Sp. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 34(1), 53–62.
- Purba, L. S. L., & Sibarani, E. N. (2017). The Role of Organization Collage Student a Study Program to Build Leadership Character Candidate Chemistry Teacher. *Jurnal Pendidikan Kimia (Jpkim)*, 9(2), 259–264.
- Rasmito, A., Hutomo, A., & Hartono, A. P. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang Dan Kubis, dan Bioaktivator EM4. *Jurnal IPTEK*, 23(1), 55–62. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2019.v23i1.496>
- Sukadana, I., Rajendra, I., Arsari, & Suastawa, I. (2017). Performance Analysis of 4-outlets Spray Aerator for Processing of Indigofera Leaves (Indigofera Tinctoria Linn) Becomes Natural Dye Substances. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2), 76–86.
- Yuniwati, M., Pratiwi, W., Kusmartono, B., & Sunarsih, S. (2021). Pengaruh Waktu Proses dan Ukuran Bahan terhadap Efektivitas Proses Maserasi Daun Strobilantes Cusia. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 61–67. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v15i1.3570>