

KETAHANAN LUNTUR WARNA KAIN KATUN JUMPUTAN EKSTRAK SERABUT KELAPA PADA JUMLAH PENCELUPAN

Ramadhanti Andika Putri Fatikhah¹, Dian Retnasari²

^{1,2} Progam Studi Pendidikan Teknik Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

E- mail : ramadhantiandika.2022@student.uny.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima:

20 Agustus 2026

Diperbaiki:

16 September 2026

Diterima:

30 September 2026

Tersedia daring:

30 Oktober 2026

Kata kunci

Ekstrak Serabut

Kelapa, Jumlah

Pencelupan, Kain

Katun Jumputan,

Ketahanan Luntur

Warna, Pewarna Alami

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pembuatan kain katun primisima bermotif jumputan menggunakan ekstrak serabut kelapa pada variasi jumlah pencelupan sebanyak lima dan sepuluh kali serta menganalisis ketahanan luntur warna yang dihasilkan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain *Posttest-Only Design*. Objek penelitian berupa kain katun primisima bermotif jumputan yang diwarnai menggunakan ekstrak serabut kelapa dengan variasi pencelupan lima dan sepuluh kali. Proses mordanting dan fiksasi menggunakan tawas. Ketahanan luntur warna diuji terhadap pencucian suhu 40°C, cahaya terang hari, panas penyetrikaan kering, dan panas penyetrikaan basah berdasarkan standar SNI ISO 105 Series. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki perubahan warna kategori sedang terhadap pencucian dengan tingkat penodaan warna yang sangat kecil. Ketahanan luntur terhadap cahaya terang hari berada pada kategori baik, sedangkan pada penyetrikaan kering dan basah menunjukkan perubahan warna dan penodaan warna yang sangat kecil. Variasi jumlah pencelupan menghasilkan perbedaan intensitas warna secara visual, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang berarti terhadap karakteristik ketahanan luntur warna.

Kutipan (Gaya IEEE): [1] R. A. P. Fatikhah, D. Retnasari. (2026) Ketahanan Luntur Warna Kain Katun Jumputan Ekstrak Serabut Kelapa pada Jumlah Pencelupan. *Prosiding Semnas PTBB*, 21 (1), 326-333.

PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu sektor manufaktur yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan sandang sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi dan industri kreatif. Salah satu tahapan yang menentukan kualitas produk tekstil adalah proses pewarnaan karena berpengaruh terhadap nilai estetika, karakter visual, dan daya saing produk. Namun, proses pewarnaan tekstil konvensional masih menghadapi berbagai permasalahan lingkungan akibat penggunaan zat warna sintesis yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan kimia tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan perairan. Oleh karena itu, pengembangan pewarna tekstil yang lebih ramah lingkungan menjadi salah satu fokus dalam mewujudkan industri tekstil berkelanjutan (*sustainable textile*) dan *eco-fashion* ([1], [2], [3])

Salah satu upaya yang dikembangkan untuk mendukung keberlanjutan industri tekstil adalah pemanfaatan zat warna alami. Dibandingkan zat warna sintetis, zat warna alami berasal dari sumber hayati yang dapat diperbarui, memiliki toksisitas lebih rendah, serta menghasilkan limbah yang relatif lebih mudah terurai sehingga lebih aman bagi lingkungan ([4], [5]). Berbagai bagian tumbuhan, seperti akar, batang, daun, bunga, buah, hingga limbah pertanian diketahui mengandung senyawa pigmen yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pewarna tekstil. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku pewarna alami tidak hanya mendukung konsep ekonomi sirkular, tetapi juga meningkatkan nilai tambah limbah yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal (Ahmed et al., 2026; Yilmaz et al., 2024)

Salah satu limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pewarna alami adalah serabut kelapa (*Cocos nucifera* L.). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia dengan produksi mencapai sekitar 2,82 juta ton pada tahun 2024 sehingga menghasilkan limbah serabut kelapa dalam jumlah melimpah (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2025)). Serabut kelapa mengandung senyawa tanin yang mampu menghasilkan warna cokelat alami serta memiliki potensi sebagai zat warna tekstil apabila dikombinasikan dengan proses mordanting dan fiksasi yang sesuai [7], [8]. Meskipun demikian, pemanfaatan ekstrak serabut kelapa sebagai pewarna alami pada tekstil masih relatif terbatas sehingga diperlukan kajian lebih lanjut mengenai kualitas hasil pewarnaannya.

Dalam penelitian ini digunakan kain katun primisima sebagai media pewarnaan karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga mampu menyerap zat warna alami secara lebih optimal dibandingkan beberapa jenis serat lainnya. Gugus hidroksil pada serat selulosa memungkinkan terbentuknya interaksi antara molekul zat warna dengan serat sehingga meningkatkan afinitas dan penyerapan warna [5], [9]. Selain jenis serat, penelitian ini menerapkan teknik jumputan sebagai teknik pembentukan motif. Teknik jumputan merupakan salah satu teknik *resist dyeing* yang menghasilkan motif dekoratif melalui proses pengikatan kain sebelum pencelupan sehingga menghasilkan karakter visual yang khas. Teknik ini juga banyak diterapkan pada produk tekstil berbasis pewarna alami karena mampu mempertahankan karakter warna sekaligus meningkatkan nilai estetika produk ([10], [11]).

Keberhasilan proses pewarnaan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis serat dan sumber zat warna, tetapi juga dipengaruhi oleh parameter proses, salah satunya adalah jumlah pencelupan. Selama proses pencelupan, molekul zat warna berdifusi ke dalam serat kemudian membentuk ikatan dengan gugus hidroksil pada selulosa. Penambahan jumlah pencelupan memberikan peluang lebih besar bagi molekul zat warna untuk terserap sehingga intensitas warna meningkat. Akan tetapi, peningkatan jumlah pencelupan tidak selalu menghasilkan ketahanan luntur warna yang lebih baik karena kemampuan adsorpsi serat terhadap zat warna memiliki batas kejenuhan ([3], [12], [13]). Oleh sebab itu, diperlukan jumlah pencelupan yang mampu menghasilkan warna optimum sekaligus mempertahankan ketahanan luntur warna.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh variasi jumlah pencelupan menggunakan berbagai sumber pewarna alami. Pujilestari (2017)) menyatakan bahwa jumlah pencelupan optimum berbeda pada setiap jenis pewarna alami. R. A. Putri & Murwandani (2017) melaporkan bahwa peningkatan jumlah pencelupan menggunakan ekstrak daun sirih gading menghasilkan warna yang lebih pekat pada kain katun. Flosyandini et al. (2022) menerapkan pencelupan berulang menggunakan ekstrak daun tembakau dengan waktu pencelupan yang sama pada setiap siklus untuk menjaga konsistensi proses pewarnaan. Sementara itu, Nabilla et al. (2025) menunjukkan bahwa pengaruh jumlah pencelupan terhadap ketahanan luntur warna dipengaruhi oleh karakteristik zat warna alami yang digunakan. Hasil-hasil penelitian

tersebut menunjukkan bahwa setiap jenis pewarna alami memiliki karakteristik penyerapan dan ketahanan luntur yang berbeda sehingga perlu dikaji secara spesifik sesuai sumber pewarna yang digunakan.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penggunaan pewarna alami dan variasi jumlah pencelupan, penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak serabut kelapa sebagai pewarna alami pada kain katun primisima bermotif jumputan dengan variasi jumlah pencelupan lima dan sepuluh kali masih sangat terbatas. Selain itu, informasi mengenai karakteristik ketahanan luntur warna terhadap pencucian suhu 40°C, cahaya terang hari, panas penyetrakaan kering, dan panas penyetrakaan basah berdasarkan standar SNI ISO 105 Series juga belum banyak dilaporkan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang perlu dikaji lebih lanjut.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemanfaatan ekstrak serabut kelapa sebagai pewarna alami pada kain katun primisima bermotif jumputan dengan membandingkan dua variasi jumlah pencelupan, yaitu lima dan sepuluh kali, menggunakan kondisi pencelupan yang sama pada setiap siklus. Penelitian ini juga mengevaluasi ketahanan luntur warna berdasarkan pengujian laboratorium yang mengacu pada standar SNI ISO 105 Series sehingga memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai kualitas hasil pewarnaan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketahanan luntur warna kain katun jumputan yang diwarnai menggunakan ekstrak serabut kelapa pada variasi jumlah pencelupan lima dan sepuluh kali.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif deskriptif dan desain Posttest-Only Design. Perlakuan yang diberikan berupa variasi jumlah pencelupan ekstrak serabut kelapa pada kain katun primisima bermotif jumputan, yaitu sebanyak lima kali (A5) dan sepuluh kali (A10). Variabel bebas penelitian adalah jumlah pencelupan, sedangkan variabel terikat adalah ketahanan luntur warna kain. Variabel kontrol meliputi jenis kain, ukuran sampel, sumber zat warna, proses ekstraksi, jenis dan konsentrasi mordant, jenis dan konsentrasi fiksator, lama mordanting, lama pencelupan pada setiap siklus, teknik jumputan, kondisi pengeringan, serta metode pengujian laboratorium sehingga perbedaan hasil hanya dipengaruhi oleh jumlah pencelupan.

Objek penelitian berupa kain katun primisima bermotif jumputan yang diwarnai menggunakan ekstrak serabut kelapa tua (*Cocos nucifera* L.). Pembuatan sampel dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu ekstraksi serabut kelapa sebagai zat warna alami, proses *mordanting* menggunakan tawas, pembentukan motif jumputan, pencelupan sebanyak lima dan sepuluh kali dengan waktu pencelupan yang sama pada setiap siklus, proses fiksasi menggunakan tawas, pengeringan, dan pengujian laboratorium. Seluruh perlakuan dibuat dalam kondisi yang sama sehingga perbedaan hasil hanya berasal dari variasi jumlah pencelupan.

Pengujian ketahanan luntur warna dilakukan di Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Kerajinan dan Batik (BBSPJIKB) Yogyakarta. Parameter pengujian meliputi ketahanan luntur terhadap pencucian pada suhu 40°C, cahaya terang hari, panas penyetrakaan kering, dan panas penyetrakaan basah. Penilaian perubahan warna menggunakan Grey Scale (SNI ISO 105-A02:2010), penilaian penodaan warna

menggunakan Staining Scale (SNI ISO 105-A03:2010), ketahanan luntur terhadap cahaya menggunakan Blue Wool Scale (SNI ISO 105-B01:2010), sedangkan pengujian penyetrakan mengacu pada SNI ISO 105-X12:2010 Edisi 2017. Penggunaan standar tersebut memastikan bahwa seluruh pengujian dilakukan dengan prosedur yang terstandarisasi.

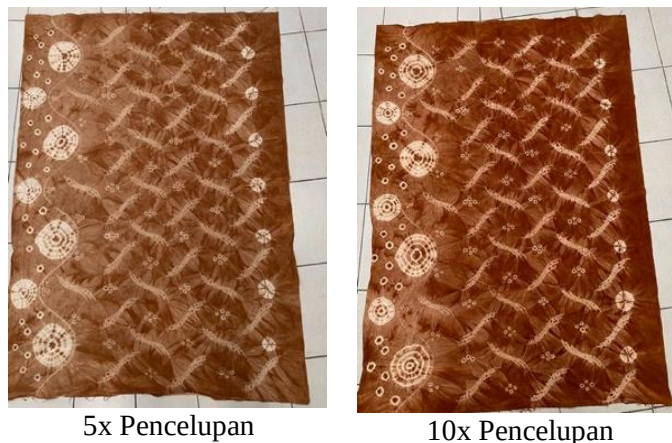
Data penelitian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengujian ketahanan luntur warna antara perlakuan A5 dan A10 berdasarkan nilai yang diperoleh pada setiap parameter pengujian. Hasil selanjutnya diinterpretasikan mengacu pada kategori penilaian Grey Scale, Staining Scale, dan Blue Wool Scale untuk menggambarkan karakteristik ketahanan luntur warna kain katun jumputan yang diwarnai menggunakan ekstrak serabut kelapa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil Pembuatan Kain Katun Jumputan Menggunakan Ekstrak Serabut Kelapa

Pembuatan kain katun primisima bermotif jumputan menggunakan ekstrak serabut kelapa dilakukan melalui tahapan ekstraksi bahan pewarna, *mordanting*, pembentukan motif jumputan, pencelupan, fiksasi, dan pengeringan. Seluruh tahapan dilakukan dengan prosedur yang sama pada kedua perlakuan, sedangkan perbedaan hanya terletak pada jumlah pencelupan, yaitu lima kali (A5) dan sepuluh kali (A10). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kedua perlakuan menghasilkan warna cokelat alami dengan intensitas yang berbeda. Perlakuan A10 menghasilkan warna yang lebih pekat dibandingkan A5 karena kain mengalami kontak lebih lama dengan larutan pewarna sehingga lebih banyak zat warna yang terserap ke dalam serat.



Gambar 1. Hasil kain jumputan pencelupan 5 kali dan 10 kali

2. Hasil Pengujian Ketahanan Luntur Warna

a. Ketahanan Luntur terhadap Pencucian Suhu 40°C

No	Parameter Pengujian	5x Pencelupan	10x Pencelupan
1	Perubahan warna (<i>Color Change</i>)	3	3
2	Penodaan warna pada serat asetat	4-5	4-5
3	Penodaan warna pada serat kapas	4	4

No	Parameter Pengujian	5x Pencelupan	10x Pencelupan
4	Penodaan warna pada serat poliamida	4-5	4-5
5	Penodaan warna pada serat poliester	4-5	4-5
6	Penodaan warna pada serat akrilat	4-5	4-5
7	Penodaan warna pada serat wol	4-5	4-5

Setelah pengujian pencucian pada suhu 40°C, kedua perlakuan menunjukkan perubahan warna pada kategori sedang dengan tingkat penodaan warna yang sangat kecil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi jumlah pencelupan belum memberikan perbedaan yang berarti terhadap ketahanan luntur warna pada proses pencucian.

b. Ketahanan Luntur terhadap Cahaya Terang Hari

Parameter Pengujian	5x Pencelupan	10x Pencelupan
Nilai tahan sinar (<i>Light Fastness</i>)	4-5	4-5

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kain hasil pencelupan lima maupun sepuluh kali memiliki ketahanan luntur terhadap cahaya pada kategori baik. Tidak terlihat perbedaan nilai yang mencolok antara kedua perlakuan.

c. Ketahanan Luntur terhadap Panas Penyetrikaan Kering

Parameter Pengujian	5x Pencelupan	10x Pencelupan
Perubahan warna (<i>Color Change</i>)	4-5	4-5
Penodaan warna (<i>Color Staining</i>)	4-5	4-5

Kedua perlakuan menunjukkan perubahan warna dan penodaan warna yang sangat kecil sehingga termasuk kategori baik.

d. Ketahanan Luntur Warna terhadap Panas Penyetrikaan Basah

Parameter Pengujian	5x Pencelupan	10x Pencelupan
Perubahan warna (<i>Color Change</i>)	4-5	4-5
Penodaan warna (<i>Color Staining</i>)	4-5	4-5

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa perlakuan A5 maupun A10 memberikan perubahan warna dan penodaan warna yang sangat kecil sehingga menunjukkan kestabilan warna terhadap panas penyetrikaan basah.

Pembahasan

Perbedaan jumlah pencelupan memengaruhi intensitas warna kain katun jumpitan yang dihasilkan. Sampel dengan pencelupan sepuluh kali menghasilkan warna coklat yang lebih pekat dibandingkan pencelupan lima kali. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan jumlah pencelupan meningkatkan peluang molekul tanin dari ekstrak serabut kelapa berdifusi dan teradsorpsi ke dalam serat katun. Semakin sering kain dicelupkan, semakin besar kesempatan zat warna untuk berikatan dengan gugus hidroksil pada serat selulosa sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih tua.

Meskipun demikian, peningkatan intensitas warna tersebut tidak diikuti oleh peningkatan ketahanan luntur warna yang signifikan. Hasil pengujian terhadap pencucian suhu 40°C menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki perubahan warna pada kategori sedang dengan penodaan warna yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian molekul zat warna yang menempel pada permukaan serat masih dapat terlepas selama proses pencucian, sedangkan zat warna yang telah membentuk ikatan dengan serat tetap bertahan sehingga penodaan pada kain pendamping relatif rendah.

Pada pengujian ketahanan luntur terhadap cahaya terang hari, kedua perlakuan menunjukkan kategori baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak serabut kelapa memiliki kestabilan yang cukup baik terhadap paparan cahaya. Selain itu, penggunaan tawas sebagai mordant dan fiksator diduga membantu meningkatkan kestabilan ikatan antara zat warna dan serat sehingga degradasi warna akibat cahaya dapat diminimalkan.

Hasil pengujian terhadap panas penyetrikaan, baik dalam kondisi kering maupun basah, menunjukkan perubahan warna dan penodaan warna yang sangat kecil. Hal tersebut mengindikasikan bahwa warna hasil pencelupan cukup stabil terhadap perlakuan panas. Kondisi ini menunjukkan bahwa ikatan antara zat warna dan serat katun mampu bertahan pada suhu penyetrikaan yang digunakan dalam pengujian sehingga warna tidak mudah berpindah ke kain pelapis maupun mengalami perubahan yang berarti.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Pujilestari (2017) yang menyatakan bahwa penambahan jumlah pencelupan umumnya meningkatkan intensitas warna, namun tidak selalu meningkatkan ketahanan luntur warna. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Putri dan Murwandani (2017) yang melaporkan bahwa pencelupan berulang menghasilkan warna yang lebih pekat pada kain katun. Selain itu, penelitian Flosyandini et al. (2022) menunjukkan bahwa konsistensi waktu pencelupan pada setiap siklus berpengaruh terhadap keseragaman warna. Di sisi lain, hasil penelitian ini memperkuat temuan Nabilla et al. (2025) bahwa karakteristik ketahanan luntur warna lebih dipengaruhi oleh sifat zat warna alami dan interaksinya dengan serat dibandingkan oleh jumlah pencelupan semata.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah pencelupan lima dan sepuluh kali menghasilkan perbedaan intensitas warna secara visual, tetapi belum menghasilkan perbedaan yang berarti pada karakteristik ketahanan luntur warna terhadap pencucian, cahaya terang hari, serta panas penyetrikaan. Temuan ini menunjukkan bahwa pencelupan sebanyak lima kali telah mampu menghasilkan kualitas ketahanan luntur warna yang relatif setara dengan pencelupan sepuluh kali, sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk meningkatkan efisiensi waktu dan proses pewarnaan tanpa menurunkan kualitas ketahanan luntur warna.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses pewarnaan kain katun primisima bermotif jumputan menggunakan ekstrak serabut kelapa berhasil dilakukan melalui tahapan ekstraksi, *mordanting*, pencelupan, fiksasi, dan pengeringan dengan variasi jumlah pencelupan sebanyak lima kali dan sepuluh kali. Penambahan jumlah pencelupan menghasilkan intensitas warna cokelat yang lebih pekat pada kain, namun tidak memberikan perbedaan yang berarti terhadap karakteristik ketahanan luntur warna.

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki ketahanan luntur warna yang relatif baik terhadap pencucian suhu 40°C, cahaya terang hari, serta panas penyetrikaan kering dan basah. Dengan demikian, pencelupan sebanyak lima kali telah mampu menghasilkan karakteristik ketahanan luntur warna yang sebanding dengan pencelupan sepuluh kali, sehingga dapat menjadi alternatif proses pewarnaan yang lebih efisien tanpa menurunkan kualitas ketahanan luntur warna.

Penelitian ini memberikan informasi mengenai potensi ekstrak serabut kelapa sebagai pewarna alami pada kain katun jumputan serta dapat menjadi referensi dalam pengembangan produk tekstil berkelanjutan berbasis bahan alam.

PENGAKUAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Teknik Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta atas dukungan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Dian Retnasari, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Kerajinan dan Batik (BBSPJIKB) Yogyakarta atas fasilitas dan bantuan dalam pelaksanaan pengujian ketahanan luntur warna sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] S. Adeel, S. Kiran, M. S. Yousaf, N. Habib, A. Hassan, and M. Hassaan, "Eco-friendly isolation of tannin based natural colorant from coconut coir (*Cocos nucifera*) for dyeing of bio-mordanted wool fabric," *Global NEST Journal*, vol. 23, no. 1, pp. 65–72, 2021, doi: 10.30955/gnj.003336.
- [2] R. Ahmed, M. Amer, and L. Ismail, "A sustainable yarn tension control technique for optimizing textile dyeing efficiency and water use," *PLOS ONE*, vol. 21, no. 5, pp. 1–19, 2026, doi: 10.1371/journal.pone.0348871.
- [3] P. Flosyandini, H. Kusumawardani, and E. Prahastuti, "Ketahanan luntur warna pada hasil pencelupan kain katun menggunakan pewarna alami daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) Voor Oosgt dengan fiksator tunjung," *Jurnal Penelitian Busana & Desain*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2022.
- [4] R. A. Nabilla, A. S. Nugroho, and M. Ulfah, "Ketahanan luntur warna pewarna alami berbasis propagul *Rhizophora mucronata*: Pengaruh variasi pencelupan dan jenis fiksator," *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 13, no. 4, pp. 3316–3325, 2025, doi: 10.33394/bioscientist.v13i4.19545.
- [5] T. Pujilestari, "Optimasi pencelupan kain batik katun dengan pewarna alam tingi (*Ceriops tagal*) dan *Indigofera* sp.," *Dinamika Kerajinan dan Batik*, vol. 34, pp. 53–62, 2017.
- [6] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, *Outlook Komoditas Perkebunan Kelapa*. Jakarta, Indonesia: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian, 2025.
- [7] M. Putri and M. D. Permanasari, "Pengembangan pengolahan pewarna alami dengan teknik *fabric manipulation* pada produk sarana bawa," *e-Proceeding Institut Teknologi Nasional Bandung*, 2021.
- [8] R. A. Putri and N. G. Murwandani, "Uji coba penggunaan daun sirih gading sebagai bahan pewarna alami pada kain katun," *Jurnal Seni Rupa*, vol. 5, no. 3, pp. 410–416, 2017.
- [9] S. Ristiani and S. Tika, "Pengembangan teknik tritik jumputan dengan sistem lipat ikat dan lipat jelujur," *Dinamika Kerajinan dan Batik*, vol. 33, no. 1, pp. 9–24, 2016.
- [10] V. S. P. Rumiati, A. P. E. Putranto, Amar, Y. Nazar, and B. Oktaviani, "Identifikasi kontruksi dan kualitas kain mori sebagai bahan baku pembuatan batik," *JUTE*, vol. 5, no. 1, pp. 36–45, 2022.

- [11] A. Tsompou, P. Falkman, A. Terry, and V. Kocherbitov, "A structural investigation on the interactions of cotton fabric cellulose with olive oil and water," *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, vol. 8, 2024, doi: 10.1016/j.carpta.2024.100590.
- [12] R. H. Wardman, *An Introduction to Textile Coloration: Principles and Practice*, 1st ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Ltd., 2018.
- [13] O. A. Widian, T. Widayatno, and A. Haerudin, "Pengaruh jenis dan konsentrasi zat fiksasi pada ekstrak daun mangga dalam pewarnaan kain batik," *Jurnal Tengawang*, vol. 12, no. 1, pp. 76–85, 2022.
- [14] T. Wulandari, "Fixator Mix-Nature: Fixator composition experiment as a natural color booster for handmade batik on cotton fabric media," *Jurnal Seni Kriya*, vol. 11, no. 2, pp. 183–194, 2022.
- [15] K. Yılmaz, İ. Ö. Aksu, M. Göçken, and T. Demirdelen, "Sustainable textile manufacturing with revolutionizing textile dyeing: Deep learning-based, for energy efficiency and environmental-impact reduction, pioneering green practices for a sustainable future," *Sustainability*, vol. 16, no. 18, 2024, doi: 10.3390/su16188152.
- [16] K. M. Yudiantara, I. N. Rediasa, and A. Sudarmawan, "Proses pewarnaan kerajinan batik jumputan di Desa Bengkel Singaraja Buleleng," *Jurnal Pendidikan Seni Rupa Undiksha*, vol. 14, pp. 222–229, 2024.