

# Analisis Tahan Luntur dan Ketuaan Warna pada Kain *Ecoprint* Hasil Teknik *Pounding* dengan Fiksasi Tawas

Ahmad Satria Budiman<sup>1\*</sup>, Sri Herlina<sup>2</sup>, Amelia Tri Budi Astuti<sup>3</sup>, Ade Primananda<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Program Studi Rekayasa Tekstil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

<sup>2</sup>Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Seni dan Budaya, Yogyakarta

\*Koresponden email: as.budiman@uii.ac.id

Diterima: 18 Desember 2024

Disetujui: 23 Desember 2024

## Abstract

*Ecoprint* is a dyeing technique using natural materials such as leaves, which is increasingly demanded by the textile industry due to its environmental friendliness compared to synthetic dyes. Studies on *ecoprinting* have mainly focused on leaf patterns and colour directions, with limited research on the colour fastness and strength of leaf parts used on fabrics. The aim of this study is to analyse the colour fastness and strength, specifically on *ecoprint* fabrics produced by the alum fixation *pounding* technique, using different types of leaves including teak, lanang, cassava, Japanese papaya and aubergine leaves. The tests include colour fastness to soap wash, ironing heat, sunlight and colour strength value (K/S). The results show that teak leaves have the highest fastness to sunlight with a value of 5 (very good), although they have the lowest resistance to soap washing with a value of 3-4 (fair), while other leaves vary between 3 (fair) and 2 (poor) to sunlight. This reinforces the recommendation to avoid drying *ecoprint* fabrics in direct sunlight. Fastness to soap wash and ironing heat is considered good. Furthermore, the K/S value analysis shows that the upper side of the leaves generally contributes more to colour absorption than the lower side, depending on the method used, with the exception of manioc leaves.

**Keywords:** *ecoprint, pounding, color resistance, color strength, alum fiksasi*

## Abstrak

*Ecoprint* merupakan teknik pewarnaan menggunakan bahan alam, seperti dedaunan, yang kian diminati dalam industri tekstil karena lebih ramah lingkungan daripada pewarna sintetis. Studi tentang *ecoprint* sejauh ini lebih banyak terkait motif daun dan arah warna, serta belum banyak ditemukan terkait tahan luntur dan ketuaan warna dari bagian daun yang digunakan pada kain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tahan luntur dan ketuaan warna, khususnya pada kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan fiksasi tawas yang menggunakan berbagai jenis daun, yaitu jati, lanang, singkong, kates jepang, dan terong. Pengujian meliputi tahan luntur warna terhadap pencucian sabun, panas penyeterikaan, sinar matahari, serta nilai ketuaan warna (K/S). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun jati memiliki tahan luntur paling tinggi terhadap sinar matahari dengan nilai 5 (Baik Sekali), meski paling rendah terhadap pencucian sabun dengan nilai 3-4 (Cukup Baik), sedangkan daun-daun lain bervariasi antara 3 (Cukup) hingga 2 (Kurang) terhadap sinar matahari. Hal ini menjadi rekomendasi untuk tidak menjemur kain *ecoprint* di bawah sinar matahari. Tahan luntur terhadap pencucian sabun dan panas penyeterikaan secara garis besar dapat dikatakan baik. Lebih lanjut, analisis nilai K/S mengungkapkan bahwa bagian atas daun umumnya menghasilkan keterserapan warna lebih banyak dibandingkan bagian bawah daun berdasarkan metode yang digunakan, kecuali pada daun singkong.

**Kata Kunci:** *ecoprint, teknik pounding, tahan luntur warna, ketuaan warna, fiksasi tawas*

## 1. Pendahuluan

*Ecoprint* merupakan teknik pemberian pola pada kain menggunakan bahan-bahan yang terdapat di alam sekitar, seperti dedaunan, bunga, batang, bahkan ranting. Hal ini sesuai namanya, *ecoprint* diambil dari kata *eco* dengan asal kata ekosistem yang diartikan alam dan kata *print* yang berarti mencetak. Warna dan motif yang tercetak pada kain umumnya memiliki karakteristik yang eksklusif bergantung pada letak geografis tumbuhnya tanaman [1]. Limbah cair dari proses pewarnaan tekstil diketahui berdampak besar pada pencemaran lingkungan. Pewarnaan tekstil dengan pewarna sintetis diketahui memang lebih mudah serta ragam warnanya lebih cerah dan matang, tetapi pada kadar tertentu bersifat toksik dan karsinogen. Hal ini kemudian membuat teknik *ecoprint* menjadi salah satu alternatif inovasi dalam industri tekstil guna mengurangi limbah cair tekstil dan meningkatkan kualitas produk tekstil [2].

Dalam proses pembuatan *ecoprint*, tidak semua jenis kain dapat dipakai dimana hanya kain dari serat alam yang bisa digunakan. Hal ini dikarenakan penyerapan warna dari daun ke serat-serat benang dapat dilakukan lebih mudah pada serat alam, seperti serat kapas, serat linen, dan serat sutra. Perlu untuk diketahui, kain *ecoprint* memiliki perbedaan dengan kain batik. Untuk membuat kain batik, gambar pola dibuat terlebih dahulu dan pola ini akan cenderung sama satu dengan lainnya, sedangkan untuk membuat kain *ecoprint*, pola yang dihasilkan sangat bergantung pada teknik menyusun daun atau bahan alam lain pada kain menjadi corak yang indah [3]. Selain itu, pada kain batik terdapat proses pelapisan malam atau lilin panas pada kain serta proses lorod malam untuk membersihkan kain dari malam atau lilin yang sudah melekat pada kain dimana kedua proses ini tidak dilakukan pada kain *ecoprint* [4].

Teknik pembuatan *ecoprint* secara garis besar dapat dilakukan melalui tiga tahapan proses, yaitu mordan kain, pelekatan warna, dan fiksasi warna [5]. Mordan kain merupakan langkah awal yang harus dilakukan pada pewarnaan tekstil dengan pewarna alam atau bahan-bahan alam, seperti *ecoprint*. Mordan kain bertujuan untuk menghilangkan lapisan lilin atau kotoran halus supaya warna dapat menyerap secara lebih maksimal pada kain [6]. Mordan kain juga bertujuan untuk mengikat struktur kimia zat warna dari bahan alam dengan serat tekstil dimana unsur logam dimasukkan dalam kain melalui proses pemanasan. Selain itu, mordan kain berperan penting pula sebagai penentu arah warna. Pada umumnya, mordan kain dapat dilakukan dengan tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), tunjung ( $\text{Fe}_2\text{SO}_4$ ), atau kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) [7][8].

Setelah mordan kain, langkah berikutnya adalah pelekatan warna yang setidaknya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu teknik kukus (*steaming*) dan teknik pukul (*pounding*). Adapun teknik *steaming* dilakukan dengan menata daun di atas permukaan kain, kemudian dilipat atau digulung rapi, lalu dikukus. Sedangkan teknik *pounding* dilakukan dengan menata daun di atas permukaan kain, kemudian ditutupi atau dilapisi plastik bening, lalu dipukul-pukul [5][9]. Pada teknik *steaming*, sensitivitas tinggi terhadap panas merupakan faktor penting dalam ekstraksi pigmen warna. Sejumlah daun yang dapat digunakan pada teknik *steaming* antara lain daun jati, daun lanang [10], daun jarak kepyar [11], daun jarak pagar [12], dan daun jenitri [13]. Sementara itu pada teknik *pounding*, faktor penentunya tampak lebih fleksibel pada beberapa percobaan. Selain daun jati dan daun lanang, sejumlah daun yang dapat digunakan pada teknik *pounding* antara lain daun ubi jalar [14], daun pepaya jepang [15], daun kopi [16], daun singkong [17], daun iler [18], daun jambu [19], daun kirinyuh [20], dan daun sirih merah [21].

Fiksasi warna merupakan langkah akhir yang bertujuan untuk mengikat warna yang sudah melekat pada kain agar tidak mudah luntur. Fiksasi warna diistilahkan juga post-mordan, sedangkan mordan kain diistilahkan juga pre-mordan. Sama halnya pada mordan, fiksasi berperan sebagai penentu arah warna yang dapat dilakukan dengan tawas, tunjung, atau kapur tohor [7]. Dalam hal *ecoprint* yang menggunakan daun, fiksator tawas memberikan warna sesuai warna asli daun, fiksator kapur tohor memberikan warna yang lebih tua dari warna asli daun, dan fiksator tunjung memberikan warna yang lebih gelap atau lebih pekat dari warna asli daun bahkan bisa membuat warna daun menghitam [22].

Sejauh ini, studi terkait kain *ecoprint* lebih banyak mengeksplorasi motif daun dan arah warna, belum banyak ditemukan studi mengenai tahan luntur warna, baik *steaming* maupun *pounding*, khususnya tahan luntur warna terhadap pencucian sabun, sinar matahari, dan panas penyeterikaan. Ketiga jenis tahan luntur warna tersebut menjadi fokus tim peneliti karena ketika pakaian kotor, pada umumnya akan dicuci, dijemur, dan disetrika. Di samping itu, bagian daun yang bersentuhan dengan kain saat pelekatan warna belum banyak diketahui mana yang lebih terserap dan keluar warnanya. Dengan demikian, penelitian ini mencoba melakukan analisis tahan luntur dan ketahanan warna kain *ecoprint*. Sebagai batasan penelitian, cara dan fiksasi yang digunakan adalah teknik pukul (*pounding*) dan tawas.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga langkah kerja. Pertama, mordan kain yang dilakukan di Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Seni dan Budaya (BBPPMPV). Kedua, proses *pounding* dan fiksasi warna yang dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano, Universitas Islam Indonesia (UII). Ketiga, pengujian sampel yang dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Pengujian Tekstil, Universitas Islam Indonesia (UII). Lebih lanjut, penelitian dilakukan pada bulan Agustus – September yang merupakan musim kemarau.

### 2.2. Variabel Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen pembuatan kain *ecoprint* dengan pendekatan kuantitatif. Terdapat tiga variabel penelitian, yaitu variabel bebas, kontrol/tetap, dan terikat. Adapun variabel bebas adalah jenis daun dan bagian daun, sedangkan variabel kontrol adalah jenis kain,

teknik *pounding* yang digunakan, resep dan waktu mordan kain, resep dan waktu fiksasi warna, serta zat fiksasi warna yang digunakan. Selanjutnya variabel terikat adalah tahan luntur warna terhadap pencucian sabun, panas penyeterikaan, dan sinar matahari, serta nilai ketuaan warna.

## 2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, gas, panci, baskom, pengaduk kayu, ember tertutup, timbangan, wadah kecil, sendok, mortar, palu kayu (palu *pounding*), plastik bening biasa, dan plastik bening lebar seukuran kain. Sementara itu, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kain tenun kapas (kain mori katun Primissima) dengan ukuran 2 x 1 m dan gramasi rata-rata 102,32 gr/m<sup>2</sup>, air, soda abu (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), serta tawas (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). Adapun bahan motif untuk kain *ecoprint* menggunakan 1) daun jati, 2) daun lanang, 3) daun singkong, 4) daun kates/pepaya jepang, dan 5) daun terong. Daun jati diperoleh dari Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, pada sore sebelum percobaan dilakukan esok hari, sedangkan daun-daun lainnya dipetik di sekitar BBPPMPV dan UII pada pagi sebelum percobaan dilakukan.

## 2.3. Mordan Kain

Mordan kain dilakukan dengan resep 500 gram kain katun, 100 gram tawas, 30 gram soda abu, dan 15 liter air (vlot 1:30). Resep tersebut berdasarkan pengalaman tim peneliti sebagai praktisi. Dalam penelitian ini, mordan kain dilakukan untuk memasukkan ion logam aluminium (Al<sup>3+</sup>) dari tawas pada kain dengan bantuan soda abu untuk mengkondisikan kain menjadi bersifat basa [8]. Kain ditimbang terlebih dahulu, lalu dilakukan perhitungan kebutuhan air, soda abu, dan tawas. Selanjutnya air disiapkan di dalam panci sambil dipanaskan hingga mendidih, kemudian soda abu dan tawas ditambahkan, lalu diaduk sampai merata. Kain dibasahi air dan diperas, serta dimasukkan ke dalam panci yang sudah berisi air, soda abu, dan tawas, lalu direbus selama 1 jam. Setelah itu, kain diambil dan dimasukkan ke dalam ember tertutup untuk didiamkan selama 1 malam. Kain yang telah didiamkan, esok harinya diangkat dan dicuci/dibilas dengan air, lalu dijemur.

## 2.4. Proses Pounding

Seluruh daun dicuci di air mengalir, lalu ditiriskan, dan dilap seperlunya. Plastik bening digelar di lantai, kemudian kain dibentangkan di atasnya, lalu kain dibagi menjadi dua sisi, yaitu kanan dan kiri. Selanjutnya daun ditata di sisi kanan kain dengan bagian tulang daun atau 1) bagian bawah daun bersentuhan dengan kain sisi kanan. Sisi kiri kain kemudian diangkat dan dilipat/diletakkan menutupi sisi kanan kain, sehingga 2) bagian atas daun bersentuhan dengan kain sisi kiri. Berikutnya plastik digelar di atas kain, lalu dipukul dengan palu *pounding* dengan konstan hingga motif keluar merata, seperti dapat dilihat pada **Gambar 1**. Kain kemudian dijemur untuk didiamkan selama 7 hari.



**Gambar 1.** Proses *Pounding*: Sebelum *Pounding* (Kiri) dan Setelah *Pounding* (Kanan) untuk Daun Singkong pada Sisi Bawah dan Daun Kates Jepang pada Sisi Atas  
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2024

## 2.5. Fiksasi Warna

Proses fiksasi warna dilakukan dengan resep 50 gram tawas dalam 1 liter air untuk kain dengan ukuran ½ meter x 1 meter. Resep tersebut juga berdasarkan pengalaman tim peneliti sebagai praktisi. Air disiapkan di dalam baskom pada suhu ruangan, kemudian tawas yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam baskom berisi air, lalu diaduk sampai merata. Kain hasil *pounding* dibersihkan sisa-sisa daunnya, lalu

dimasukkan ke larutan tawas selama sekitar 15 menit sambil sisa-sisa daunnya kembali dibersihkan agar motif daun dapat semaksimal mungkin terfiksasi oleh larutan tawas. Kain kemudian dicuci/dibilas dengan air, lalu dijemur di tempat yang teduh.

## 2.6. Pengujian Sampel

Pengujian sampel yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi empat jenis uji. Pertama, uji tahan luntur warna terhadap pencucian sabun (SNI ISO 105-C06:2010) dimana sampel kain *ecoprint* dipotong berukuran 4 x 10 cm, lalu diaduk-aduk selama 30 menit dalam larutan sabun dengan vlot 1:30 pada suhu 40-50°C. Kedua, uji tahan luntur warna terhadap panas penyetricaan (SNI ISO 105-X11:2010) dimana sampel dipotong berukuran 5 x 10 cm, lalu diletakkan di atas kain katun putih kering pada tempat yang permukaannya licin dan horizontal, kemudian dibiarkan selama 10 detik dengan suhu setrika 150°C ± 2°C. Ketiga, uji tahan luntur warna terhadap sinar matahari (SNI 08-0289-1996) dimana sampel dipotong berukuran 5 x 15 cm, lalu diletakkan pada suatu papan dengan kondisi sebagian terkena sinar matahari dan sebagian lain tertutup kertas karton, kemudian disinari/dikenai paparan sinar matahari selama 6 jam pada jam 09.00 – 15.00 WIB. Sampel dari ketiga jenis uji tersebut lalu dievaluasi menggunakan standar skala abu-abu (*Grey Scale*) yang hasil evaluasinya seperti tercantum pada **Tabel 1**. Masing-masing sampel diuji sebanyak tiga kali pengulangan, lalu dihitung rata-rata untuk nilai tahan luntur warna.

**Tabel 1.** Evaluasi Tahan Luntur Warna

Nilai Tahan Luntur Warna	Evaluasi Tahan Luntur Warna
5	Baik Sekali
4-5	Baik
4	Baik
3-4	Cukup Baik
3	Cukup
2-3	Kurang
2	Kurang
1-2	Jelek
1	Jelek

Sumber: Moerdoko, et.al., 1975

Pengujian yang keempat adalah uji ketahanan warna (SNI ISO 105-J01:2010) menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-2401 PC, Japan). Sampel dipotong berukuran 5 x 5 cm, lalu dijepit pada alat spektrofotometer UV-Vis dengan didampingi kain katun putih sebagai standar, kemudian alat dijalankan hingga keluar hasilnya dalam bentuk grafik. Masing-masing sampel juga diuji sebanyak tiga kali pengulangan, lalu diambil nilai reflektansi (R%). Dalam hal ini, nilai R% diambil salah satu nilai yang paling kuat dari kisaran urutan terakhir atau paling bawah. Semakin kecil nilai R%, warna kain semakin tua/gelap. Semakin tinggi nilai R%, warna kain semakin putih/terang. Nilai ketahanan warna (K/S) yang besarnya dianggap mewakili jumlah zat warna yang terserap ke dalam kain [23], selanjutnya dapat dihitung dengan memasukkan nilai R% ke dalam Persamaan Kubelka-Munk:

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

dimana,

K = koefisien penyerapan cahaya

S = koefisien penghamburan cahaya

R = nilai reflektansi (R%)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Tahan Luntur Warna terhadap Pencucian Sabun

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil uji tahan luntur warna terhadap pencucian sabun sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2**. Secara umum, nilainya berkisar antara 4-5 (Baik) hingga 3-4 (Cukup Baik), sehingga tahan luntur warna terhadap pencucian sabun pada kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan fiksasi tawas dapat dikategorikan baik pada semua jenis daun yang digunakan. Secara khusus, daun singkong, daun kates jepang, dan daun terong, menunjukkan ketahanan luntur warna yang konsisten dengan nilai 4-5 (Baik) pada bagian bawah dan atas daun. Begitu juga halnya daun lanang yang memberikan nilai 4-5 (Baik) pada bagian bawah daun dan nilai 4 (Baik) pada bagian atas daun.

**Tabel 2.** Hasil Uji Tahan Luntur Warna terhadap Pencucian Sabun

Jenis Daun	Bagian	Nilai Tahan Luntur Warna ( <i>Grey Scale</i> )
Jati	Bawah	3-4 (Cukup Baik)
	Atas	3-4 (Cukup Baik)
Lanang	Bawah	4 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Singkong	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Kates Jepang	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Terong	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)

Sumber: Data Peneliti, 2024

Meski demikian, daun jati yang selama ini dikenal sebagai bahan populer dalam pembuatan kain *ecoprint* menunjukkan nilai yang lebih rendah, yaitu 3-4 (Cukup Baik), baik pada bagian bawah maupun atas daun. Hal ini mengindikasikan bahwa pigmen warna daun jati walau kuat dari aspek warna namun cenderung lebih rentan atau lebih mudah terlepas saat dicuci sabun dibandingkan daun-daun lainnya dalam penelitian ini. Diketahui bahwa daun jati (*Tectona grandis*) mengandung senyawa antosianin yang merupakan pigmen warna, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pewarna tekstil yang ramah lingkungan [22][24]. Antosianin merupakan senyawa antioksidan dari kelompok flavonoid yang stabil pada pH 3 atau dalam kondisi asam [25]. Oleh karena itu, larutan sabun yang umumnya dalam kondisi alkali/basa dapat membuat senyawa antosianin pada daun jati menjadi kurang stabil dan lebih mudah larut, sehingga turut berpengaruh terhadap tahan luntur warna terhadap pencucian sabun, sekalipun telah melalui fiksasi warna dengan tawas. Di samping itu mengingat waktu penelitian ini, pohon jati mengalami perubahan fisiologis dan morfologis dengan menggugurkan daun saat musim kemarau untuk mengurangi penguapan air, sehingga boleh jadi ikut mempengaruhi kualitas pigmen warna daun jati.

### 3.2. Tahan Luntur Warna terhadap Panas Penyetrikaan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil uji tahan luntur warna terhadap panas penyetrikaan sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 3**. Secara umum, nilainya berkisar antara 5 (Baik Sekali) hingga 3-4 (Cukup Baik), sehingga tahan luntur warna kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* terhadap panas penyetrikaan juga dapat dikategorikan baik. Secara khusus, daun terong memberikan nilai tertinggi, yaitu 5 (Baik Sekali) pada bagian bawah dan atas daun, sementara itu daun lanang memberikan nilai terendah, yaitu 3-4 (Cukup Baik) pada bagian bawah daun dan 4-5 (Baik) pada bagian atas daun. Hal ini menunjukkan bahwa daun terong memiliki stabilitas termal yang relatif tinggi dibandingkan daun-daun lainnya dimana hal ini turut dipengaruhi oleh struktur permukaan daun terong yang secara visual lebih padat dan tebal, sehingga ikut berkontribusi pada ikatan pigmen warna yang lebih kuat dengan serat kain. Sejauh ini, belum ada studi tentang jenis senyawa yang merupakan pigmen warna daun terong (*Solanum melongena*), akan tetapi sejumlah penelitian menyatakan bahwa kulit buah dan buah terong (*Solanum melongena*) mengandung senyawa antosianin [26][27].

**Tabel 3.** Hasil Uji Tahan Luntur Warna terhadap Panas Penyetrikaan

Jenis Daun	Bagian	Nilai Tahan Luntur Warna ( <i>Grey Scale</i> )
Jati	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Lanang	Bawah	3-4 (Cukup Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Singkong	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Kates Jepang	Bawah	4-5 (Baik)
	Atas	4-5 (Baik)
Terong	Bawah	5 (Baik Sekali)
	Atas	5 (Baik Sekali)

Sumber: Data Peneliti, 2024

Sebagai bahan favorit dalam pembuatan kain *ecoprint*, daun jati menunjukkan nilai 4-5 (Baik), baik pada bagian bawah maupun atas daun, begitu juga untuk daun singkong dan daun kates jepang. Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh daun lanang dimana nilainya 3-4 (Cukup Baik) pada bagian bawah daun, namun

untuk bagian atas daun nilainya sama baik seperti daun jati, daun singkong, dan daun kates jepang. Perbedaan ini memberikan informasi bahwa tahan luntur warna terhadap panas penyetricaan pada daun lanang diketahui lebih rendah untuk bagian bawah daun daripada bagian atas daun. Penyebabnya bisa jadi karena beberapa hal, di antaranya komposisi pigmen warna yang berbeda antara bagian atas dan bawah daun. Penyebab lainnya bisa jadi dikarenakan distribusi yang kurang merata selama proses *pounding* dimana palu *pounding* memberikan tekanan pada kain dari bagian atas daun, sehingga konsentrasi pigmen warna lebih banyak pada bagian atas daun dibandingkan bagian bawah daun. Hal ini berpengaruh pada tahan luntur warna terhadap panas penyetricaan yang lebih rendah pada bagian bawah daun.

Pada tahan luntur warna terhadap pencucian sabun sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2** sebelumnya, nilainya juga lebih rendah pada bagian bawah daun walau dalam evaluasinya sama, yaitu Baik. Penyebab lainnya juga bisa dikarenakan waktu penelitian di musim kemarau dimana daun lanang yang dipetik secara visual tidak cukup segar karena kekurangan air, sehingga secara tidak langsung boleh jadi ikut mempengaruhi kualitas pigmen warna daun lanang, terutama pada bagian bawah daun, seperti hasil yang juga ditunjukkan dari hasil uji tahan luntur warna terhadap pencucian sabun sebelumnya.

### 3.3. Tahan Luntur Warna terhadap Sinar Matahari

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil uji tahan luntur warna terhadap sinar matahari sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 4**. Secara umum, nilainya bervariasi signifikan antar jenis daun dan bagian daun, yaitu berkisar antara 5 (Baik Sekali) hingga 2 (Kurang). Hal ini menggambarkan bahwa jenis daun dan bagian daun memiliki pengaruh cukup besar pada stabilitas pigmen warna terhadap paparan sinar matahari. Dalam penelitian ini, suhu rata-rata saat pengujian sampel adalah 28-34°C dengan indeks sinar ultraviolet (UV) diperkirakan pada kisaran 8-11 yang dapat mencapai level “Sangat Tinggi” hingga “Ekstrem” sesuai dengan karakteristik musim kemarau di wilayah tropis.

**Tabel 4.** Hasil Uji Tahan Luntur Warna terhadap Sinar Matahari

Jenis Daun	Bagian	Nilai Tahan Luntur Warna ( <i>Grey Scale</i> )
Jati	Bawah	5 (Baik Sekali)
	Atas	5 (Baik Sekali)
Lanang	Bawah	2-3 (Kurang)
	Atas	3 (Cukup)
Singkong	Bawah	2-3 (Kurang)
	Atas	2 (Kurang)
Kates Jepang	Bawah	2 (Kurang)
	Atas	3 (Cukup)
Terong	Bawah	3 (Cukup)
	Atas	3 (Cukup)

Sumber: Data Peneliti, 2024

Secara khusus, daun jati yang dikenal luas sebagai bahan alam dalam pembuatan kain *ecoprint* memberikan nilai tertinggi, yaitu 5 (Baik Sekali) pada bagian bawah dan atas daun, sementara itu daun singkong memberikan nilai terendah, yaitu 2-3 (Kurang) pada bagian bawah daun dan 2 (Kurang) pada bagian atas daun. Dari hasil tersebut, diketahui bahwa daun jati memiliki stabilitas terhadap paparan sinar matahari yang relatif tinggi dibandingkan daun-daun lainnya. Hal ini sedikit banyak turut dipengaruhi oleh komposisi pigmen warna daun jati, yaitu antosianin. Selain antosianin yang merupakan pembentuk warna, daun jati juga mengandung tanin yang merupakan penimbul warna [24]. Tanin memiliki gugus kromofor sebagai gugus kimia yang mampu menyerap sinar UV dan dalam aplikasinya sebagai produk tabir surya memberikan perlindungan terhadap sinar UV dari matahari [28][29]. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pigmen warna daun jati cenderung lebih stabil terhadap sinar matahari.

Sementara itu, untuk daun lanang, daun singkong, dan daun kates jepang, nilai tahan luntur warna pada daun-daun ini berkisar antara 3 (Cukup) hingga 2 (Kurang). Hal ini mengindikasikan bahwa pigmen warna pada daun-daun ini lebih rentan terhadap degradasi fotokomia yang disebabkan oleh radiasi sinar UV dari matahari, terlebih lagi dalam intensitas yang tinggi pada musim kemarau. Degradasi tersebut menyebabkan pemutusan struktur kimia pigmen warna menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga membuat warna daun pada kain menjadi pudar. Diketahui bahwa daun singkong (*Manihot esculenta*) mengandung senyawa klorofil yang merupakan pigmen warna, sehingga dapat dimanfaatkan pula seperti halnya daun jati sebagai pewarna tekstil yang ramah lingkungan [30]. Adapun untuk daun kates jepang (*Cnidioscolus aconitifolius*) dan daun lanang (*Oroxylum indicum*) dapat diasumsikan punya kandungan pigmen warna yang kurang lebih sama seperti daun singkong. Dominasi senyawa klorofil ketiga daun

tersebut diperkirakan sebagai faktor yang memberikan sensitivitas tinggi terhadap sinar UV dari matahari, sehingga stabilitas terhadap paparan sinar matahari menjadi relatif rendah.

Di samping itu, struktur permukaan daun juga dapat mempengaruhi tingkat penyerapan zat fiksasi. Daun lanang, daun singkong, dan daun kates jepang, memiliki struktur permukaan yang lebih halus dan tipis jika dibandingkan daun jati, sehingga cenderung memiliki daya serap zat fiksasi lebih rendah yang membuat ikatan pigmen warna dengan serat kain menjadi kurang kuat. Hal ini memberikan pengaruh cukup besar pada tahan luntur warna terhadap sinar matahari, meski tidak begitu berpengaruh pada tahan luntur warna terhadap pencucian sabun dan panas penyeterikaan. Adapun untuk daun terong, nilai tahan luntur warna adalah 3 (Cukup) yang berada di antara daun jati serta daun lanang, daun singkong, dan daun kates jepang. Secara visual, struktur permukaan daun terong lebih tebal daripada daun lanang, daun singkong, dan daun kates jepang, walau tidak lebih tebal daripada daun jati.

### 3.4. Nilai Ketuaan Warna (K/S)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil uji ketuaan warna sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 5**. Nilai reflektansi (R%) menunjukkan kemampuan kain untuk memantulkan cahaya, sedangkan nilai ketuaan warna (K/S) mengindikasikan intensitas atau keterserapan warna pada kain. Pada nilai R%, semakin kecil nilainya maka warna kain cenderung lebih tua/gelap karena lebih banyak cahaya yang diserap dan lebih sedikit yang dipantulkan, lalu semakin besar nilainya maka warna kain cenderung lebih putih/terang karena lebih banyak cahaya yang dipantulkan. Sedangkan pada nilai K/S, semakin besar nilainya maka warna kain tampak lebih dalam atau lebih kaya warna karena intensitas warna lebih tinggi (lebih banyak pigmen warna daun yang terserap pada kain), begitu pula sebaliknya semakin kecil nilainya maka warna kain tampak lebih pudar karena intensitas warna lebih rendah (lebih sedikit pigmen warna daun yang terserap pada kain).

**Tabel 5.** Hasil Uji Ketuaan Warna

Jenis Daun	Bagian	Nilai Reflektansi (R%)	Nilai Ketuaan Warna (K/S)
Jati	Bawah	22,79	10,42
	Atas	26,39	12,21
Lanang	Bawah	21,15	9,60
	Atas	27,94	12,99
Singkong	Bawah	43,19	20,61
	Atas	25,22	11,63
Kates Jepang	Bawah	25,51	11,77
	Atas	26,92	12,48
Terong	Bawah	21,83	9,94
	Atas	29,23	13,63
Standar Kain Katun Putih	-	102,94	-

Sumber: Data Peneliti, 2024

Secara umum, nilai R% berkisar antara 21,15 hingga 43,19; dengan rentang 21,15 hingga 43,19 pada bagian bawah daun dan 25,22 hingga 29,23 pada bagian atas daun. Sementara itu, nilai K/S berkisar antara 9,60 hingga 20,61; dengan rentang 9,60 hingga 20,61 pada bagian bawah daun dan 11,63 hingga 13,63 pada bagian atas daun. Data ini memberikan informasi bahwa jenis daun dan bagian daun memiliki kontribusi besar terhadap hasil visual pada kain *ecoprint*. Lebih lanjut, bagian atas daun menunjukkan nilai R% yang lebih tinggi dibandingkan bagian bawah daun, kecuali pada daun singkong yang berlaku sebaliknya. Standar kain katun putih memiliki nilai R% tertinggi, yaitu 102,94, sebagai standar kecerahan maksimal tanpa pengaruh pewarnaan. Oleh karena itu, motif warna yang dihasilkan oleh bagian bawah daun jati, daun lanang, daun kates jepang, dan daun terong, dapat dikatakan memiliki warna yang lebih gelap daripada bagian atas daun. Namun sebaliknya, motif warna yang dihasilkan oleh bagian bawah daun singkong memiliki warna yang lebih terang daripada bagian atas daun.

**Tabel 6.** Visual Sampel Kain Ecoprint Hasil Teknik *Pounding* dengan Fiksasi Tawas

Jenis Daun	Bagian Bawah Daun	Bagian Atas Daun
Jati		
Lanang		
Singkong		
Kates Jepang		

**Jenis Daun**

**Bagian Bawah Daun**

**Bagian Atas Daun**

Terong



Sumber: Data Peneliti, 2024

Melalui pengamatan visual yang dapat dilihat pada **Tabel 6** di atas, dapat diinterpretasikan bahwa tidak terdapat perbedaan motif warna yang signifikan pada kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan fiksasi tawas, baik yang dihasilkan dari bagian bawah maupun atas daun. Kedua bagian daun sama-sama memberikan motif warna yang tidak jauh berbeda, akan tetapi berbeda secara kuantitatif berdasarkan uji ketahanan warna. Bagian atas daun jati, daun lanang, daun kates jepang, dan daun terong, dapat dikatakan lebih banyak terserap dan keluar warnanya dibandingkan bagian bawah daun. Hal ini berdasarkan perbandingan antara nilai K/S pada bagian atas daun yang lebih besar, yaitu 12,21 lebih besar dari 10,42 untuk daun jati; 12,99 lebih besar dari 9,60 untuk daun lanang; 12,48 lebih besar dari 11,77 untuk daun kates jepang; dan 13,63 lebih besar dari 9,94 untuk daun terong. Sedangkan pada daun singkong berlaku sebaliknya dimana bagian bawah daun lebih banyak terserap dan keluar warnanya karena nilai K/S pada bagian bawah daun yang lebih besar, yaitu 20,61, dibandingkan 11,63 pada bagian atas daun.

Dapat dijelaskan bahwa saat proses *pounding* seperti diperlihatkan pada **Gambar 1** sebelumnya, tekanan palu *pounding* pada bagian atas daun lebih besar daripada bagian bawah daun karena bagian atas daun terkena pukulan lebih kuat. Hal ini yang bisa jadi juga membuat bagian atas daun lebih banyak terserap dan keluar warnanya daripada bagian bawah daun. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah distribusi dan komposisi pigmen warna pada permukaan daun atau bagian atas daun yang cenderung lebih banyak dan lebih merata dibandingkan bagian bawah daun untuk keperluan fotosintesis dan perlindungan daun terhadap radiasi sinar UV dari matahari. Perbedaan ini sedikit banyak dapat menjelaskan variasi warna dan tingkat keterserapan warna yang dihasilkan pada kain *ecoprint*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan fiksasi tawas menghasilkan variasi tahan luntur warna tergantung pada jenis daun dan bagian daun yang digunakan. Jika dibandingkan daun-daun lainnya yang memiliki tahan luntur warna terhadap pencucian sabun relatif baik, daun jati memiliki tahan luntur warna terhadap pencucian sabun yang paling rendah dengan nilai 3-4 (Cukup Baik) untuk bagian bawah dan atas daun. Lebih lanjut, daun jati juga memiliki tahan luntur warna terhadap panas penyeterikan relatif baik seperti halnya daun-daun lainnya dimana daun terong memiliki tahan luntur warna yang paling tinggi dengan nilai 5 (Baik Sekali) untuk bagian bawah dan atas daun. Meski tidak terlalu baik pada tahan luntur warna terhadap pencucian sabun, daun jati memiliki tahan luntur warna terhadap sinar matahari yang paling tinggi dengan nilai 5 (Baik Sekali) untuk bagian bawah dan atas daun jika dibandingkan daun-daun lainnya. Diketahui bahwa selain daun jati, daun-daun lainnya relatif tidak tahan terhadap sinar matahari dengan nilai bervariasi dari 3 (Cukup) hingga 2 (Kurang). Hal ini menjadi rekomendasi bagi para pengguna untuk tidak menjemur kain *ecoprint* di bawah sinar matahari langsung, terutama setelah selesai dicuci.

Adapun kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan fiksasi tawas menghasilkan ketahanan warna atau keterserapan warna yang tidak sama antara bagian bawah dan atas daun walau tidak terdapat perbedaan signifikan secara visual. Hal ini diketahui dari nilai reflektansi (R%) dan nilai ketahanan warna (K/S). Dapat disimpulkan bahwa bagian atas daun lebih banyak terserap dan keluar warnanya saat pelekatan warna, khususnya daun jati, daun lanang, daun kates jepang, dan daun terong. Akan tetapi berlaku sebaliknya, bagian bawah daun lebih banyak terserap dan keluar warnanya pada daun singkong.

## 5. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, tim peneliti memiliki saran untuk dilakukan penelitian terhadap kain *ecoprint* hasil teknik *pounding* dengan menggunakan zat fiksasi selain tawas, penelitian terhadap kain *ecoprint* hasil teknik *steaming*, dan waktu penelitian yang dilakukan pada musim hujan.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UII atas bantuan dana yang diberikan, serta kepada Program Studi Rekayasa Tekstil FTI UII dan BBPPMPV atas kerjasama fasilitas yang disediakan.

## 7. Referensi

- [1] D. A. Asmara and S. Meilani, "Penerapan Teknik Ecoprint pada Dedaunan Menjadi Produk Bernilai Jual," *J. Pengabd. Seni*, vol. 1, no. 2, pp. 16–26, 2020, doi: <https://doi.org/10.24821/jas.v1i2.4706>.
- [2] Enrico, "Dampak Limbah Cair Industri Tekstil Terhadap Lingkungan dan Aplikasi Tehnik Eco Printing sebagai Usaha Mengurangi Limbah," *Moda Fash. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2019, doi: <https://doi.org/10.37715/moda.v1i1.706>.
- [3] Faridatun, "Ecoprint ; Cetak Motif Alam Ramah Lingkungan," *J. Prakarsa Paedagog.*, vol. 5, no. 1, pp. 230–234, 2022, doi: <https://doi.org/10.24176/jpp.v5i1.9002>.
- [4] D. Wahyulina and F. Chrisdanty, "Kain Batik Ciprat Kreasi Wisnuwardhana (Teknik Ciprat dan Oles)," *J. ABM Mengabd.*, vol. 11, no. 1, pp. 55–66, 2024, doi: <https://doi.org/10.31966/jam.v11i1.1408>.
- [5] A. S. Budiman *et al.*, "Pengembangan Keahlian Ecoprint Menjadi Produk Kreatif Kewirausahaan di SMK Muhammadiyah Gamping Sleman," *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 6, pp. 1570–1577, 2023, doi: <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i6.16022>.
- [6] I. A. Kusumaningtyas and U. Wahyuningsih, "Analisa Hasil Penelitian tentang Teknik Ecoprint Menggunakan Mordan Tawas, Kapur, dan Tunjung pada Serat Alam," *J. Online Tata Busana*, vol. 10, no. 3, pp. 9–12, 2021, doi: <https://doi.org/10.26740/jurnal-online-tata-busana.v10i3.42976>.
- [7] Y. S. Simanungkalit and R. Syamwil, "Teknik Ecoprint dengan Memanfaatkan Limbah Mawar (*Rosa Sp.*) pada Kain Katun," *Fash. Fash. Educ. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 90–98, 2020, doi: <https://journal.unnes.ac.id/sju/ffe/article/view/40430>.
- [8] A. Asnani, H. Diastuti, E. V. Y. Delsy, and W. Handoko, "Pelatihan Pembuatan Tas Ecoprint Sebagai Produk Ecoprint Siap Pakai," *J. Serambi Abdimas*, vol. 3, no. 2, pp. 155–158, 2022, doi: <https://doi.org/10.20884/1.sa.2022.3.2.7338>.
- [9] S. E. Wahyuningsih *et al.*, "Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Sekaran melalui Produk Ecoprint Berbasis Tumbuhan Lokal," *J. Abdi Masy. Indones.*, vol. 4, no. 5, pp. 1365–1374, 2024, doi: <https://doi.org/10.54082/jamsi.1376>.
- [10] E. Saptutyingsih and B. P. Kamiel, "Mendorong Ekonomi Kreatif Melalui Produk Ecoprint Melalui Pemanfaatan Potensi Alam di Dukuh Glugo Bantul," *War. LPM*, vol. 24, no. 1, pp. 145–158, 2020, doi: <https://doi.org/10.23917/warta.v24i1.11081>.
- [11] R. Lubis, A. Prayudi, and E. J. Hasibuan, "Pembuatan Eco-print Pada Totebag Menggunakan Tanaman Sekitar Lingkungan Sebagai Zat Warna Alami," *I-Com Indones. Community J.*, vol. 3, no. 4, pp. 2058–2069, 2023, doi: <https://doi.org/10.33379/icom.v3i4.3493>.
- [12] S. Nurmasitah, S. F. Sangadah, and Musdalifah, "The quality of *Jatropha* leaf ecoprint products using steaming and pounding techniques," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1203, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012020>.
- [13] A. P. M. Sholikhah and Widowati, "Kualitas Hasil Ecoprint Motif Daun Jenitri dengan ZWA Daun Ketapang menggunakan Mordan Tawas, Tunjung dan Kapur Tohor," *Fash. Fash. Educ. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 44–51, 2024, doi: <https://doi.org/10.15294/ffej.v13i1.76046>.
- [14] B. W. D. S. and M. Alvin, "Teknik Pewarnaan Alam Eco Print Daun Ubi dengan Penggunaan Fiksator Kapur, Tawas dan Tunjung," *J. Litbang Kota Pekalongan*, vol. 17, pp. 1–5, 2019, doi: <https://doi.org/10.54911/litbang.v17i0.101>.
- [15] S. Nurliana, W. Wiryono, H. Haryanto, and S. Syarifuddin, "Pelatihan Ecoprint Teknik Pounding Bagi Guru-Guru PAUD Haqiqi di Kota Bengkulu," *Dharma Raflesia J. Ilm. Pengemb. dan Penerapan IPTEKS*, vol. 19, no. 2, pp. 262–271, 2021, doi: <https://doi.org/10.33369/dr.v19i2.17789>.
- [16] F. Suraya, N. M. Sholikhah, L. Rahmawati, S. D. Rusmawati, and D. Sagitania, "Peningkatan Nilai Tambah Daun Kopi (*Coffea Sp*) Menjadi Ecoprint di Desa Mento, Kec. Candioto, Kab.

- Temanggung,” *J. Puruhita*, vol. 3, no. 2, pp. 70–75, 2021, doi: <https://doi.org/10.15294/puruhita.v3i2.53101>.
- [17] N. Iftitah, W. Sutrisno, A. Maskuri, and A. D. Prabaswari, “Pelatihan Pemanfaatan Daun Singkong Menjadi Bahan Ecoprint,” *J. Appropri. Technol. Community Serv.*, vol. 4, no. 1, pp. 19–25, 2023, doi: <https://doi.org/10.20885/jattec.vol4.iss1.art3>.
- [18] A. Adriani and C. Atmajayanti, “Pengaruh Mordan Tunjung Dan Kapur Sirih Terhadap Hasil Ecoprint Daun Iler (*Coleus Scutellarioides* Linn. Benth),” *Gorga J. Seni Rupa*, vol. 12, no. 1, pp. 230–236, 2023, doi: <https://doi.org/10.24114/gr.v12i1.44599>.
- [19] A. Y. Wirajaya, F. Nisa, A. W. Kusumarani, A. Qonita, and A. Azizah, “Pengembangan Kreativitas Anak Sekolah Dasar di Desa Saradan Melalui Pelatihan Pembuatan Totebag Ecoprint,” *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 2, no. 7, pp. 2729–2736, 2024, doi: <https://doi.org/10.59837/jpmba.v2i7.1289>.
- [20] Musdalifah, R. D. Maulina, S. Nurmasitah, and A. Damayanti, “The use of Siam weed (*Eupatorium Odoratum* L.) as natural dye in eco-print with pounding technique,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 969, no. 1, pp. 8–12, 2022, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/969/1/012042>.
- [21] W. F. Arif and Marsudi, “Uji Coba Warna Daun Sirih Merah dengan Teknik Pounding dan Steam,” *J. Seni Rupa*, vol. 7, no. 2, pp. 73–80, 2019, doi: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/va/article/view/29246>.
- [22] M. Fazruza, Mukhlis, and Novita, “Eksplorasi Daun Jati sebagai Zat Pewarna Alami pada Kain Katun sebagai Produk Pashmina dengan Teknik Ecoprint,” *J. Ilm. Mhs. Pendidik. Kesejaht. Kel.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–16, 2018, doi: <https://jim.usk.ac.id/pkk/article/view/11934>.
- [23] D. W. Lestari, V. Atika, Y. Satria, A. Fitriani, and T. Susanto, “Aplikasi Mordan Tanin pada Pewarnaan Kain Batik Katun Menggunakan Warna Alam Tingi (*Ceriops tagal*),” *J. Rekayasa Proses*, vol. 14, no. 2, pp. 128–136, 2020, doi: <https://doi.org/10.22146/jrekpros.57891>.
- [24] U. K. N. Qomariah, V. A. Bashiroh, and M. Chusnah, “Ekspresi Warna Ecoprint Daun Jati (*Tectona grandis*) Pada Katun Primissima dengan Mordan Tawas, Tunjung dan Kapur,” *Agrosaintifika*, vol. 5, no. 1, pp. 17–23, 2022, doi: <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v5i1.2972>.
- [25] S. Surianti, H. Husain, and S. Sulfikar, “Uji Stabilitas Pigmen Merah Antosianin Dari Daun Jati Muda (*Tectona grandis* Linn f) terhadap pH sebagai Pewarna Alami,” *Chem. J. Ilm. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 20, no. 1, pp. 94–101, 2019, doi: <https://doi.org/10.35580/chemica.v20i1.13623>.
- [26] A. Amanda and I. Kurniaty, “Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Rendemen Zat Antosianin Pewarna Alami Minuman Jelly Dari Terong Ungu,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017, doi: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1912/1564>.
- [27] E. Lestari, N. Ketut Sumarni, and Mappiratu, “Kajian Aktivitas Antioksidan Mikrokapsul Ekstrak Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena* L),” *Kovalen J. Ris. Kim.*, vol. 5, no. 3, pp. 299–307, 2019, doi: <https://doi.org/10.22487/kovalen.2019.v5.i3.14628>.
- [28] R. A. Juanita and D. Juliadi, “Penetapan Potensi Tabir Surya Krim Ekstrak Etanol Daun Ceremai (*Phyllanthus acidus* L.) dengan Spektrofotometri UV-Vis,” *J. Farmagazine*, vol. 7, no. 1, pp. 51–57, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.47653/farm.v7i1.154>.
- [29] R. Meinisasti, “Aktivitas Perlindungan Sinar UV Ekstrak Etanol Daun Kopi Robusta (*Coffea Canephora* Pierre Ex.A. Froehner) Secara In Vitro,” *J. Farm. Higea*, vol. 14, no. 2, pp. 128–132, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.52689/higea.v14i2>.
- [30] N. P. Darmara Pradnya Paramita, “Potensi Sumber Daya Alam di Nusa Penida sebagai Pigmen Warna pada Tekstil,” *J. Borneo Hum.*, vol. 4, no. 2, pp. 51–59, 2021, doi: <https://repo.isi-dps.ac.id/4510/>.
- [31] W. Moerdoko, Isminingsih, Budiarti, and Widayat. *Evaluasi Tekstil (Bagian Kimia)*. Bandung: Institut Teknologi Tekstil, 1975.