



KOVALEN: Jurnal Riset Kimia

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



Limbah Sabut Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L.) sebagai Sumber Pewarna Kain

[Young Coconut Coir (*Cocos nucifera* L.) Waste as a Source of Cloth Dye]

Ni Ketut Sumarni*, Umma Fahriah Soleh, Nurhaeni, Prismawiryanti

Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Abstract. Young coconut coir (*Cocos nucifera* Linn.) waste has the potential to be processed into a useful product, namely as a source of natural dyes, especially in cotton fabrics. Processing is carried out through a maceration process for 72 hours using 96% ethanol as solvent. The obtained extract was applied on cotton cloth with various concentrations of the extract solution, 5, 10, 15, 20, and 25%, and various soaking times of the fabric in the extract for 60, 90, 120, 150, and 180 minutes. The extract was analyzed using Uv-Vis Spektrofotometer it showed that the ethanol extract or dye that is absorbed into the cotton fabric with various concentrations is 3.43, 4.82, 6.61, 7.79, and 9.03%, respectively. The various soaking times show that on the other hand that the extract absorbed into the fabric was successfully obtained around 7.75, 9.64, 10.81, 11.65, and 12.04%. The results show that the concentration of the extract solution and the increasing length of soaking time can increase the percentage of extract or dye absorbed in cotton fabrics.

Keywords: young coconut coir, natural dyes, cotton fabric

Abstrak. Limbah sabut kelapa muda (*Cocos nucifera* Linn.) berpotensi diolah menjadi produk yang bermanfaat yaitu sebagai sumber pewarna alami khususnya pada kain katun. Pengolahan dilakukan melalui proses ekstraksi secara maserasi selama 72 jam menggunakan pelarut etanol 96%. Ekstrak yang diperoleh diterapkan pada kain katun dengan variasi perlakuan konsentrasi larutan ekstrak yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25% dan variasi waktu perendaman kain dalam ekstrak yaitu selama 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dapat diketahui bahwa ekstrak etanol atau zat warna yang terserap ke dalam kain katun berdasarkan variasi konsentrasi berturut-turut adalah 3,43; 4,82; 6,61; 7,79; dan 9,03%, sedangkan berdasarkan variasi lama perendaman dapat diketahui ekstrak atau zat warna yang terserap ke dalam kain diperoleh secara berturut-turut 7,75; 9,64; 10,81; 11,65; dan 12,04%. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi larutan ekstrak dan lama waktu perendaman yang meningkat dapat meningkatkan persentase ekstrak atau zat warna yang terserap pada kain katun.

Kata kunci: Sabut kelapa muda, pewarna alami, kain katun

Diterima: 5 Oktober 2021, Disetujui: 3 Desember 2021

Sitasi: Sumarni, N K., Soleh, U F., Nurhaeni., dan Prismawiryanti. (2021). Limbah Sabut Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L.) sebagai Sumber Pewarna Kain. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(3): 186-193.

LATAR BELAKANG

Kelapa (*Cocos nucifera* Linn.) termasuk salah satu tanaman tropis sangat melimpah di Indonesia. Berdasarkan data statistik produksi kelapa di Indonesia pada tahun 2013-2017,

Sulawesi tengah menduduki peringkat tertinggi kelima dengan total produksi mencapai 169.005 ton di tahun 2016 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2017). Tanaman ini menjadi komoditi komersial dikarenakan sifatnya yang serbaguna, hampir seluruh bagian tanaman kelapa dapat dimanfaatkan oleh manusia, termasuk bagian sabut. Sabut kelapa muda

* Corresponding author
E-mail: syahparawan@gmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i3.15642>



dapat diolah menghasilkan ekstrak bewarna coklat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pewarna alami.

Limbah Sabut kelapa muda tersedia cukup melimpah karena setiap buah kelapa mengandung sekitar 35% (Maulana *et al.*, 2019). Hal ini menyebabkan ketersediaan limbah sabut kelapa sangat mudah diperoleh dimana-mana. Senyawa kimia yang terkandung dalam sabut kelapa terdiri dari selulosa, lignin, *pyroligneous acid*, gas, arang, tanin, dan kalium. Beragamnya komposisi kimia pada limbah sabut kelapa menjadi salah satu faktor pendorong pengembangan pengolahannya secara kimia untuk menghasilkan produk baru, sekaligus sebagai solusi optimalisasi limbah sabut kelapa yang tersedia dalam jumlah yang melimpah. Ekstrak ini mengandung Alkaloid, Terpenoid, Safonin dan Flavonoid termasuk Tanin dan senyawa Polifenol yang terakumulasi sehingga memberi warna kecoklatan (Sumarni *et al.*, 2020). Selain itu, sediaan gel ini juga memiliki pH sekitar 5 hingga 6 yang memungkinkan untuk penggunaan dikulit (Ismail *et al.*, 2017). Menurut Lisan & Palupi (2015), dari penetapan kadar tanin dari sabut kelapa tua dan muda diperoleh hasil berturut-turut 4,28% dan 6,62%. Hasil ini menunjukkan bahwa sabut kelapa muda mengandung tanin lebih banyak dibanding sabut kelapa tua. Hal ini lah yang menjadikan ekstrak sabut kelapa muda berpotensi untuk diaplikasikan sebagai pewarna alami pada tekstil.

Penggunaan pewarna alami lebih diminati konsumen karena aman atau tidak toksik dan ramah terhadap lingkungan karena mudah mengalami degradasi serta mempunyai warna yang indah dan khas jika dibandingkan dengan pewarna sintetik (Mukhlis, 2011). Oleh sebab itu di negara-negara maju pewarna alami saat ini

kembali dikembangkan untuk mencegah dampak buruk kesehatan dan pencemaran lingkungan yang terjadi akibat penggunaan pewarna sintetik (Pujilestari, 2015).

Pewarna alami diperoleh dari bahan alami, baik itu tumbuhan maupun hewan. Untuk memperoleh ketahanan warna pada proses pewarnaan kain dengan bahan alami, terdapat beberapa tahapan yaitu ekstraksi, mordanting, perendaman, dan fiksasi. Menurut Kusumawati (2018), dalam penelitiannya yang berjudul ekstraksi zat pewarna tekstil alami dari kulit buah alpukat (*Persea americana* Mill.), nilai absorbansi tertinggi tanin dari kulit buah alpukat diperoleh melalui ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dengan absorbansi 2,983. Hal ini disebabkan sifat tanin yang larut dalam polar, sehingga dapat larut dalam etanol dan akuades.

Pemanfaatan limbah sabut kelapa muda dapat dioptimalkan sebagai sumber pewarna alami sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan sebagai dampak dari penggunaan pewarna sintetik. Pewarna alami dapat diterapkan pada bahan tekstil seperti kain katun dari kapas, wol dan sutera.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Sampel yang digunakan meliputi limbah sabut kelapa muda yang diperoleh dari penjual kelapa muda di Jalan Moh Yamin Palu, kain katun berwarna putih kualitas standar. Adapun pelarut yang digunakan yaitu etanol 96%. Bahan-bahan pendukung lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu akuades, kertas saring, sabun cap kompas, garam dan aquades.

Peralatan yang akan digunakan meliputi pisau, ayakan, talam, blender, toples, shaker, neraca analitik, seperangkat alat *rotary evaporator*

(Eyela CCA-1111), alat-alat gelas yang umum digunakan, dan setrika. Untuk analisis hasil digunakan alat uji yaitu seperangkat alat spektrofotometer UV-Vis (T90+ UV-Vis Spectrophotometer PG Instrument Ltd).

Prosedur Kerja

Ekstraksi sabut kelapa muda

Ekstraksi sabut kelapa muda menggunakan modifikasi metode Dalimunthe & Nainggolan (2006). Mula-mula sabut kelapa muda dicacah dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Sampel kering dihaluskan menggunakan alat penggiling, dan ditimbang seberat 2 kg dan diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% selama tiga kali 24 jam. Rasio yang diterapkan antara sampel dengan pelarut adalah 1:7 atas dasar berat per volume. Setelah tiga hari ekstraksi, ekstrak disaring vakum dengan corong Buchner dan dipekatkan dengan *rotary evaporator*. Sisa pelarut dihilangkan dengan gas Nitrogen sehingga diperoleh ekstrak kering, ditimbang dan ditentukan rendemennya.

Uji penyerapan ekstrak sabut kelapa terhadap kain katun berdasarkan variasi konsentrasi

Metode ini menggunakan modifikasi dari metode penelitian Rosyida & Zulfiya (2014). Kain katun berwarna putih disiapkan dengan ukuran 100 cm², direndam dalam larutan sabun batang cap kompas selama 30 menit, setelah itu dibilas dan diangin-anginkan. Setelah kering kain direndam dalam larutan garam 5 g/L. Ekstrak dilarutkan dalam aquadest sehingga diperoleh lima seri variasi konsentrasi yaitu 5, 10, 15, 20 dan 25%, selanjutnya masing-masing diukur absorbansinya. Kain katun yang telah disiapkan kemudian direndam selama 60 menit dalam setiap konsentrasi larutan, setelahnya diangin-anginkan hingga kering. Sisa larutan

hasil perendaman kain kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang ekstrak yaitu 423 nm (A_{sisia}). Persentase pigmen atau zat warna yang terserap dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Pigmen terserap} = \frac{A_0 - A_{\text{sisia}}}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana: A_0 = Absorbansi mula-mula

A_{sisia} = Absorbansi hasil perendaman kain

Uji Penyerapan Ekstrak Sabut Kelapa Terhadap Kain Katun Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman

Kain katun berukuran 100 cm² direndam dalam larutan sabun batang cap kompas selama 30 menit, setelahnya dibilas dan diangin-anginkan. Setelah kering kain direndam dalam larutan garam 5 g/L. Selanjutnya dibuat 5 larutan ekstrak etanol sabut kelapa muda pekat yang dilarutkan dalam air dengan konsentrasi terbaik hasil uji sebelumnya, lalu disaring dan diukur absorbansinya (A_0). Kain katun yang telah disiapkan kemudian direndam selama 60 : 90 : 120 : 150 : 180 menit dalam tiap larutan, lalu diangin-anginkan hingga kering. Larutan hasil perendaman kain kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 432 nm (A_{sisia}). Lalu hitung persentase pigmen warna terserap, dengan rumus seperti pada variasi konsentrasi.

Uji kelunturan

Masing-masing kain katun yang telah diwarnai selanjutnya dibilas dalam 50 mL air selama 10 menit, lalu dikering-anginkan, dan dibilas lagi dengan dengan cara yang sama sebanyak 2 kali. Tiap air bilasan selanjutnya diukur absorbansinya (A_i).

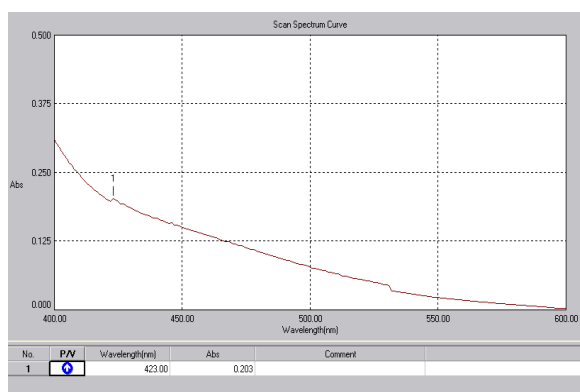
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak Etanol Sabut Kelapa Muda

Sampel yang diekstraksi dengan etanol 96% yang merupakan pelarut polar, sudah lolos

ayakan 20 mesh dengan kata lain ukuran partikel kecil dan seragam sehingga dapat mempercepat proses reaksi disebabkan karena pelarut mudah berinteraksi dengan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel. Proses ekstraksi dari 2 kg sampel berlangsung selama 3 hari diperoleh 1008,63 gram ekstrak kering berwarna coklat. Menurut Marnoto *et al.*, (2012), pelarut etanol 96% dapat menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi tanin terbaik dan mudah dipisahkan dari ekstrak.

Ekstrak etanol sabut kelapa muda yang diperoleh dianalisis dengan Spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 400-600 nm dan diperoleh panjang gelombang maksimum pada 423 nm, hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. λ_{maks} ekstrak etanol sabut kelapa muda dengan Spektrofotometer UV-Vis

Hasil analisis panjang gelombang tersebut menunjukkan ekstrak etanol sabut kelapa muda terukur pada rentang panjang gelombang *visible* atau sinar tampak, dimana warna pada ekstrak dapat terlihat langsung oleh mata.

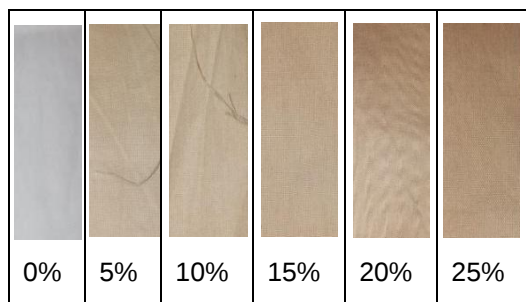
Penyerapan Pigmen dari Sabut Kelapa Muda Terhadap Kain Katun Berdasarkan Variasi Konsentrasi

Media uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu kain katun. Kain katun yang telah tepotong dengan ukuran 100 cm², dicuci

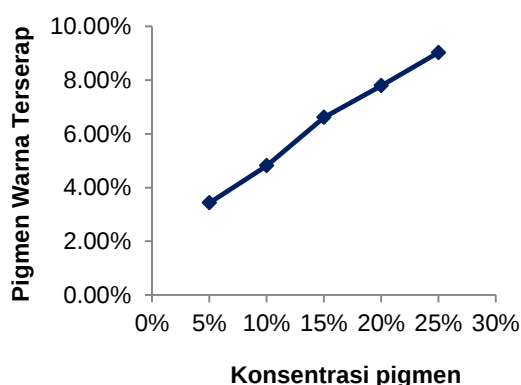
menggunakan sabun batang cap kompas untuk menghilangkan lemak, dan pengotor lainnya selama proses penunasan. Kain yang diaplikasikan dengan ekstrak tidak dilakukan proses mordanting. Menurut Shahid *et al.*, (2019), penggunaan mordan dapat mempengaruhi hasil akhir pewarnaan, tergantung jenis senyawa kompleks yang terbentuk pada kain. Penggunaan mordan tertentu dapat mempengaruhi kualitas warna pada kain, seperti menggelapkan, mencerahkan, memudarkan, bahkan mengubah warna yang dihasilkan pada serat kain. Hal inilah yang mendasari tidak dilakukannya proses mordanting. Oleh karena itu, untuk meningkatkan afinitas pewarna terhadap kain, digunakan garam dapur (NaCl).

NaCl merupakan senyawa garam bermuatan netral yang terbentuk dari asam kuat dan basa kuat, umumnya digunakan pada proses pewarnaan. Penggunaan larutan elektrolit NaCl dalam proses pewarnaan dilakukan untuk mengurangi muatan negatif pada serat kain (Rosyida & Zulfiya, 2014). Menurut Silva *et al.* (2018), beberapa hidroksimetil (-CH₂-, -OH) dalam kapas secara alami dioksidasi menjadi gugus karboksilat selama proses pengolahannya menjadi tekstil, sehingga serat selulosa umumnya menunjukkan muatan yang sedikit negatif ketika direndam dalam air. Menurut Adeel (2018), garam dapur memainkan peran yang baik dalam pencelupan kain katun karena memberi suasana netral, sehingga meningkatkan signifikansi interaksi antara kain dan pewarna (Zia *et al.*, 2019). Hal ini didukung dengan pernyataan Khan *et al.* (2014) yang bahwa proses pencelupan memperoleh hasil yang signifikan dan merata pada media yang netral.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, perbedaan warna kain dan persentase konsentrasi ekstrak yang terserap pada kain yang disertai dengan penambahan NaCl masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 di bawah ini.



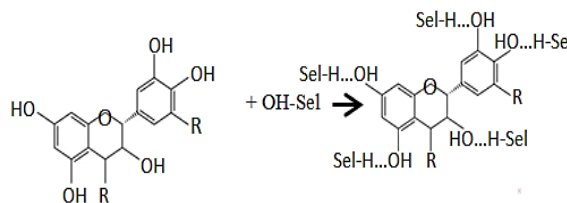
Gambar 2. Warna kain katun setelah diterapkan larutan ekstrak etanol sabut kelapa muda yang berbeda berdasarkan variasi konsentrasi pigmen



Gambar 3. Grafik pengaruh variasi konsentrasi pigmen terhadap persentase pewarna yang terserap pada kain katun

Berdasarkan kurva pada Gambar 3, penambahan konsentrasi ekstrak, kenaikan presentase pigmen warna yang terserap pada kain juga meningkat. Hal ini terjadi karena semakin pekat larutan warna yang digunakan, maka semakin banyak pigmen warna yang bertumbukan pada permukaan kain dan terdifusi masuk ke dalam serat. Menurut Pisitsak *et al.* (2016), peningkatan konsentrasi zat warna

menghasilkan jumlah pewarna terjerap dalam kapas, baik yang sudah melalui proses pengolahan ataupun belum. Serat kapas akan terendam pada larutan ekstrak dan zat warna yaitu tanin terdifusi ke dalam selulosa atau serat kain sehingga tidak terdistribusi bebas ketika dilakukan pencucian menggunakan sabun (Rosyida & Zulfiya, 2014). Reaksi antara tanin dan serat pada kain katun dapat diperkirakan seperti terlihat pada Gambar 4.

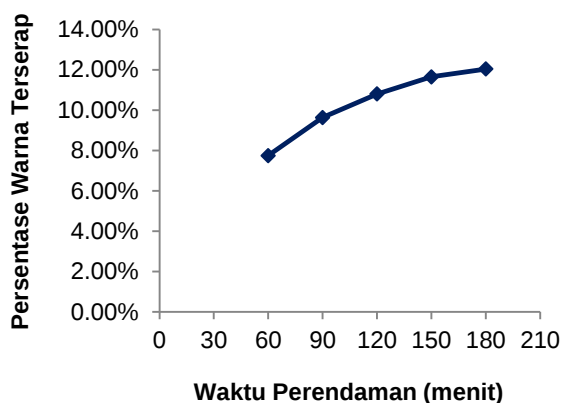


Gambar 4. Perkiraan reaksi yang terjadi antara serat selulosa dengan senyawa tanin

Hasil analisis sidik ragam menggunakan metode *Oneway Anova* dengan variasi konsentrasi larutan ekstrak etanol sabut kelapa muda sebagai variabel bebas adalah signifikan $0,000 < \alpha (0,05)$. Hal ini berarti variasi konsentrasi larutan ekstrak pada pencelupan berpengaruh nyata terhadap konsentrasi zat warna yang terserap pada kain katun, sehingga uji ini dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa konsentrasi larutan ekstrak 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% semuanya berbeda nyata.

Penyerapan Pigmen dari Sabut Kelapa Muda Terhadap Kain Katun Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman

Berdasarkan hasil analisis variasi waktu perendaman selama 60, 90, 120, 150, dan 180 menit diperoleh persentase zat warna yang terserap pada kain katun berturut-turut adalah: 7,75 ; 9,64 ; 10,81 ; 11,65 ; dan 12,04% seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengaruh variasi waktu perendaman terhadap persentase pewarna yang bertahan pada kain katun

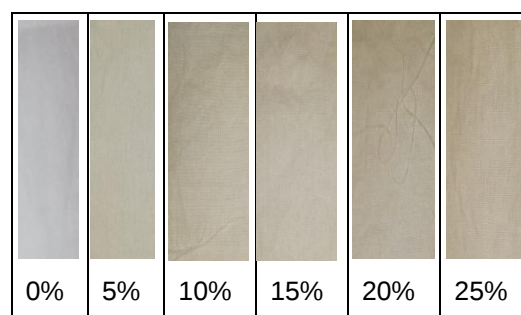
Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa kenaikan persentase ekstrak atau zat warna yang terserap pada kain katun membentuk grafik dengan garis yang melengkung, dimana persentase pigmen terserap pada kain terus naik dengan tingkat kenaikan yang semakin kecil. Sehingga dapat diketahui bahwa variasi waktu perendaman kain katun dalam pewarna berpengaruh terhadap hasil pewarnaan dan persentase pigmen warna terserap pada kain. Hal ini dipengaruhi waktu perendaman kain dalam ekstrak semakin lama sehingga semakin besar pori yang terbuka pada kain dengan demikian semakin banyak zat warna yang dapat terserap pada kain. Perendaman merupakan cara untuk memberikan waktu pada pewarna untuk bereaksi dengan selulosa membentuk ikatan. Semakin lama proses perendaman, semakin tua warna pada kain (Pratiwi, 2012). Akan tetapi, kemampuan kain dalam mengikat zat warna juga akan semakin berkurang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pisitsak *et al.* (2016), jumlah pigmen warna yang dapat terserap dibatasi oleh tingkat pemuatan protein.

Hasil analisis SPSS menggunakan metode *Oneway Anova* dengan variasi waktu perendaman sebagai variabel bebas pada

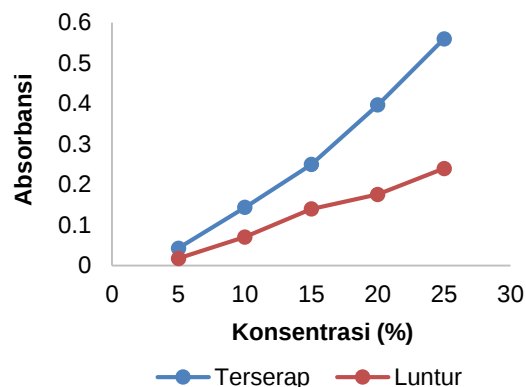
proses pewarnaan menunjukkan signifikan $0,000 < \alpha (0,05)$. Dengan demikian, variasi waktu perendaman dalam tahap pencelupan berpengaruh nyata terhadap konsentrasi ekstrak yang diterapkan pada kain. Sehingga analisis data dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil uji Duncan pada variasi waktu perendaman menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan antara 60, 90, 120, dan 150 menit perendaman, sedangkan pada 180 menit, diperoleh hasil yang berbeda dengan waktu sebelumnya, namun perbedaannya tidak signifikan. Sehingga pada penelitian ini waktu perendaman kain katun dalam pewarna dari sabut kelapa memperoleh hasil terbaik pada waktu 150 menit.

Kelunturan Pigmen

Hasil uji kelunturan pewarna dari sabut kelapa pada kain katun dengan variabel bebas konsentrasi dan waktu perendaman diperoleh nilai absorbansi lepas rata-rata yang diperoleh terhadap variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25% berturut turut adalah 0,018; 0,071; 0,140; 0,176; dan 0,240. Warna kain setelah dilakukan pembilasan terlihat pada Gambar 6 dan perbandingan ekstrak atau zat warna terserap dan dengan zat warna yang terlepas pada kain katun dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 7



Gambar 6. Warna kain hasil uji luntur berdasarkan variasi konsentrasi pigmen

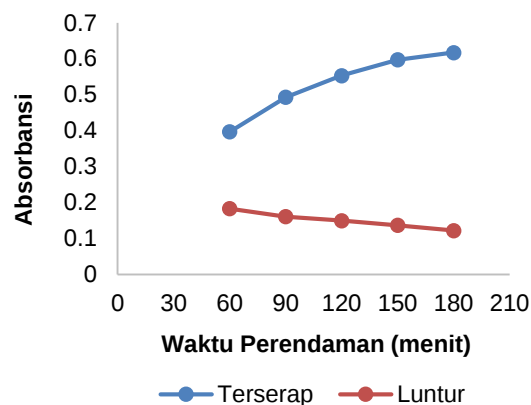


Gambar 7. Perbandingan pigmen terserap dan terlepas pada kain katun terhadap variasi konsentrasi pigmen

Gambar 6 menunjukkan hubungan antar konsentrasi sebagai variabel bebas dengan pigmen warna terserap dan pigmen warna terlepas (luntur) sebagai variabel terikat. Grafik tersebut menunjukkan adanya korelasi positif yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diterapkan pada kain, maka semakin tinggi pula zat warna yang terserap pada kain. Akan tetapi, pigmen warna yang terlepas (luntur) juga akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tentang ekstraksi pewarna dari kayu mahoni yang dilakukan Ramadhania (2010), diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat warna yang digunakan pada kain, juga semakin banyak zat warna yang terlepas saat uji luntur, baik terhadap pencucian, keringat asam, maupun terhadap cahaya matahari.

Hasil uji kelunturan warna terhadap kain katun yang divariasikan selama waktu perendaman 60, 90, 120, 150, dan 180 menit menghasilkan nilai absorbansi lepas (warna luntur) secara berturut-turut yaitu 0,183; 0,161; 0,150; 0,137; dan 0,122. Pencelupan selama waktu meningkat dapat menghasilkan nilai kekuatan warna yang lebih tinggi (Pisitsak *et al.*, 2016). Hal ini terjadi karena semakin lama proses perendaman berlangsung, maka

semakin banyak zat warna teradsorpsi pada kain dan membentuk ikatan hidrogen. Perbandingan zat warna terserap dan pigmen warna yang terlepas pada kain katun berdasarkan variasi waktu perendaman terlihat dalam grafik Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Perbandingan ekstrak terserap dan terlepas pada kain katun terhadap variasi waktu perendaman

Hasil uji kelunturan warna kain yang direndam dengan ekstrak atau zat warna selain pada konsentrasi 25%, secara keseluruhan menunjukkan nilai absorbansi < 0,2. Ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol sabut kelapa muda yang diterapkan pada kain katun memiliki ketahanan luntur yang cukup baik.

KESIMPULAN

Ekstrak etanol sabut kelapa muda (*Cocos nucifera* Linn.) dapat diterapkan sebagai pewarna pada kain katun, dan perendaman dengan konsentrasi ekstrak 25% menghasilkan persentase pigmen warna terserap sebesar 9,03%, sedangkan waktu perendaman efektif selama 150 menit menghasilkan penyerapan zat warna sebesar 11,65%

DAFTAR PUSTAKA

- Dalimunthe, A., & Nainggolan, M. (2006). Pengujian ekstrak etanol sabut kelapa (*Cocos nucifera* Linn) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 8(3).

- Direktorat Jendral Perkebunan. (2017). *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017*, Kelapa. Kementerian Pertanian.
- Ismail, I., Haeria, H., & Ahmad, F. F. (2017). Potensi Pemanfaatan Ekstrak Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* Linn.) Sebagai Antiseptik Dalam Bentuk Sediaan Gel. *Jurnal farmasi UIN Alauddin Makassar*, 4(4), 146–152. <https://doi.org/10.24252/jfuinam.v4i4.2251>
- Khan, A., Iqbal, N., Adeel, S., Azeem, M., Batool, F., & Bhatti, I. (2014). Extraction of natural dye from red calico leaves: Gamma ray assisted improvements in colour strength and fastness properties. *Journal Dyes and Pigments*, 103, 50–54. <https://doi.org/10.1016/J.DYEPIG.2013.11.024>
- Kusumawati, A. (2018). *Ekstraksi zat pewarna tekstil alami dari kulit buah alpukat (Persea americana mill)* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lisan, F. R., & Palupi, S. (2015). Penentuan Jenis Tanin Secara Kualitatif Dan Penetapan Kadar Tanin Dari Serabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Secara Permanganometri. *CALYPTRA*, 4(1), 1–16.
- Marnoto, T., Haryono, G., Gustinah, D., & Putra, F. A. (2012). Ekstraksi Tannin Sebagai Bahan Pewarna Alami Dari Tanaman Putrimalu (*Mimosa pudica*) Menggunakan Pelarut Organik. *Reaktor*, 14(1), 39–45. <https://doi.org/10.14710/reaktor.14.1.39-45>
- Maulana, A., Udiantoro, U., & Agustina, L. (2019). Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L) Dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* JACQ) Sebagai Kombinasi Bahan Baku Pembuatan Papan Partikel. *ZIRAA'AH MAJALAH ILMIAH PERTANIAN*, 44(1), 106–114. <https://doi.org/10.31602/zmip.v44i1.1724>
- Mukhlis, M. (2011). Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Batang Jamblang (*Syzygium cumini*) Sebagai Bahan Dasar Pewarna Tekstil. *Biologi Edukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(1), 35–42.
- Pisitsak, P., Hutakamol, J., Thongcharoen, R., Phokaew, P., Kanjanawan, K., & Saksaeng, N. (2016). Improving the dyeability of cotton with tannin-rich natural dye through pretreatment with whey protein isolate. *Industrial Crops and Products*, 79, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.043>
- Pratiwi, N. (2012). *Analisis Kadar Natrium benzoat dalam sirup markisa dengan metode spektrofotometri UV-Vis* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Pujilestari, T. (2015). Review: Sumber dan Pemanfaatan Zat Warna Alam untuk Keperluan Industri. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 32(2), 93–106. <https://doi.org/10.22322/dkb.v32i2.1365>
- Ramadhania, D. (2010). *Pengaruh Perbedaan Cara Ekstraksi dan Bahan Fiksasi Bahan Pewarna Limbah Serbuk Kayu Mahoni (Swietenia macrophylla King.) terhadap Kualitas Pewarnaan Batik* [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada.
- Rosyida, A., & Zulfiya, A. (2014). Pewarnaan Bahan Tekstil dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Nangka dan Teknik Pewarnaannya untuk Mendapatkan Hasil yang Optimal. *Jurnal Rekayasa Proses*, 7(2), 51–57. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.4952>
- Shahid, M., Wertz, J., Degano, I., Aceto, M., Khan, M. I., & Quye, A. (2019). Analytical methods for determination of anthraquinone dyes in historical textiles: A review. *Analytica Chimica Acta*, 1083, 58–87. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.07.009>
- Silva, M. G. da, Barros, M. A. S. D. de, Almeida, R. T. R. de, Pilau, E. J., Pinto, E., Soares, G., & Santos, J. G. (2018). Cleaner production of antimicrobial and anti-UV cotton materials through dyeing with eucalyptus leaves extract. *Journal of Cleaner Production*, 199, 807–816. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.221>
- Sumarni, N. K., Hasanuddin, A., Nuryanti, S., & Hutumo, G. S. (2020). Isolation And Characterization Of Terpenoid Compounds Ethanol Extract On Young Coconut Coir (*Cocos nucifera* L). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 5622–5625.
- Zia, K. M., Adeel, S., Rehman, F., Aslam, H., Khosa, M. K., & Zuber, M. (2019). Influence of ultrasonic radiation on extraction and green dyeing of mordanted cotton using neem bark extract. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 77, 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.04.054>