



ORIGINAL ARTICLE

PENGARUH PH TERHADAP PEWARNAAN BENANG DENGAN EKSTRAK KULIT AKAR MENGKUDU (*Morinda citrifolia*)

Robert Jekson Taka^{*1} · I Wayan Dasna¹ · Aman Santoso¹

Received: 23 Februari 2026 | Revised: 10 Maret 2026 | Accepted: 12 Maret 2026 | Published: 30 April 2026
UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Uniska-Daltonjurnal 2026

Abstrak Pemanfaatan kulit akar mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai pewarna alami benang tenun telah lama dikenal, namun kajian ilmiah mengenai perubahan warna ekstrak pada keseluruhan rentang pH dan kaitannya dengan perubahan kimia pigmen ekstrak masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pH terhadap perubahan warna ekstrak kulit akar mengkudu serta hubungan perubahan tersebut dengan senyawa penyusunnya. Ekstrak diperoleh melalui maserasi pelarut air selama 24 jam, kemudian diuji pada pH 1-14 dan diaplikasikan pada benang katun melalui perendaman. Pada pH asam hingga netral (1-7), ekstrak berwarna kuning karena senyawa glikosida antraquinon stabil pada pH rendah. Pada pH basa ringan (8-9), warna tetap kuning karena morindin belum terhidrolisis. Namun, pada pH tinggi (10-14), morindin terhidrolisis menjadi morindon yang berwarna merah-merah kehitaman. Perubahan ini berkaitan dengan stabilitas morindin pada kondisi asam-netral dan hidrolisisnya menjadi morindon pada kondisi basa. Temuan ini menegaskan potensi kulit akar mengkudu sebagai sumber belajar kimia berbasis *ethnoscience* melalui *project based learning*.

Katakunci pH · Akar Mengkudu · Etnosains · Morindin · Morindon



This is an open access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2026 by authors.

✉ Robert Jekson Taka
robert.jekson.2403318@students.um.ac.id

¹Prodi Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Abstract The use of *Morinda citrifolia* root bark as a natural dye for woven yarn has long been recognized; however, scientific studies examining the color behavior of its extract across the full pH range and its relationship to pigment transformation remain limited. This study aimed to analyze the effect of pH on the color changes of *M. citrifolia* root bark extract and to explain these changes in relation to its constituent compounds. The extract was obtained by aqueous maceration for 24 hours, then tested at pH 1-14 and applied to cotton yarn by immersion. Under acidic to neutral conditions (pH 1-7), the extract remained yellow due to the stability of anthraquinone glycosides. At mildly alkaline pH (8-9), the yellow color persisted because morindin had not yet hydrolyzed. At high pH (10-14), morindin hydrolyzed into morindone, producing red to dark red coloration. These findings highlight its potential as an *ethnoscience* learning through project based learning.

Keywords pH · *Morinda Citrifolia* Root · *Ethnoscience* · Morindin · Morindone

PENDAHULUAN

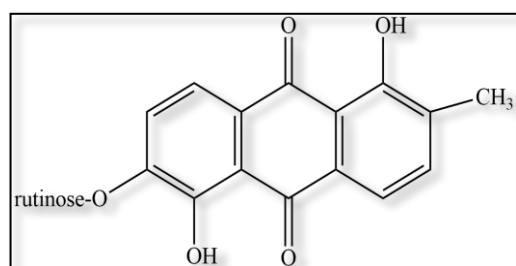
Proses pewarnaan kain tenun tidak hanya mengandung unsur seni dan budaya, tetapi juga merepresentasikan penerapan nyata dari prinsip-prinsip kimia, khususnya konsep asam-basa. Salah satu contohnya ialah pemanfaatan akar mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang sejak lama digunakan secara turun-temurun di berbagai wilayah Nusantara sebagai pewarna alami untuk menghasilkan warna merah pada kain tenun. Pada sistem pewarna alami berbasis quinone, pH tidak hanya berfungsi sebagai parameter proses, tetapi juga sebagai penentu spesiasi kimia, kelarutan, dan distribusi elektron pada kromofor, sehingga perubahan kecil pada pH dapat menghasilkan pergeseran rona, intensitas, dan kestabilan warna yang signifikan (Dulo et al., 2021; Pizzicato et al., 2023). Fenomena tersebut



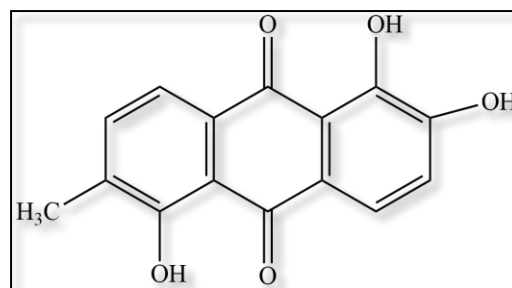
menunjukkan bahwa perubahan warna pada pewarna alami bukan semata-mata bersifat empiris, melainkan berkaitan langsung dengan respons struktur kimia zat warna terhadap kondisi asam–basa larutan. Dengan demikian, zat warna alami yang digunakan dalam proses pewarnaan dapat mengalami perubahan sifat warna bergantung pada tingkat keasaman dan kebasaan larutan. Studi menunjukkan bahwa tingkat keasaman (pH) larutan pewarna memengaruhi kestabilan dan intensitas warna yang dihasilkan (Adriani & Chintya, 2023).

Di antara berbagai sumber pewarna alami di Indonesia, mengkudu (*Morinda citrifolia*) memiliki peran penting. Tidak hanya sebagai tanaman obat, akar dan kulit akarnya telah lama dimanfaatkan sebagai sumber warna pada tekstil tradisional. Tanaman ini tumbuh baik di dataran rendah hingga ketinggian 1500 meter dengan tinggi mencapai 3–8 meter. Bunga mengkudu berwarna putih, sedangkan buah mudanya berwarna hijau mengilap dan berubah menjadi putih dengan bintik hitam saat matang.

Mengkudu telah sering dimanfaatkan sebagai pewarna batik. Kulit akar mengkudu mengandung senyawa morindin (Lemmens, RHMJ dan Soetjipto, 1992) dan morindon (Hamid, TS dan Muhlis, 2005) yang berperan memberikan warna merah dan kuning. Struktur kimia morindin dan morindon, yaitu senyawa kromofor utama pada kulit akar *Morinda citrifolia*, ditunjukkan pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Struktur kimia (a) morindin dan (b) morindon

Secara kimia, sistem pewarna mengkudu tidak dapat dipandang sebagai sumber “warna merah” semata, sebab komponen utamanya berasal dari golongan antrakuinon yang menunjukkan perilaku kromatik bergantung pada bentuk molekulnya. Literatur menunjukkan bahwa morindone merupakan zat warna merah utama yang dihasilkan dari hidrolisis glikosida pendahulunya, yaitu morindin, sedangkan identifikasi pada tekstil historis memperlihatkan bahwa morindin berkaitan dengan nuansa kuning hingga merah, sementara morindone lebih konsisten diasosiasikan dengan warna merah hingga merah kehitaman. Dengan demikian, perubahan warna pada ekstrak akar mengkudu pada dasarnya merefleksikan transformasi kimia antarmolekul pewarna, bukan sekadar fenomena visual empiris (Do et al., 2022; Flowers et al., 2019).

Menurut Yuliasrika (2009), warna ekstrak akar mengkudu sangat dipengaruhi oleh pH larutan akibat perubahan struktur kimia pigmen antrakuinon. Karena itu, pH harus dipahami sebagai variabel kimia yang secara langsung mengendalikan struktur elektronik kromofor antrakuinon dalam larutan pewarna (Choi et al., 2014; Flowers et al., 2019). Studi menunjukkan bahwa tingkat keasaman (pH) larutan pewarna dapat mempengaruhi kestabilan dan intensitas warna yang dihasilkan (Riansyah et al., 2021). Namun, publikasi ilmiah yang mengkaji pengaruh pH 1–14 terhadap perubahan warna ekstrak kulit akar mengkudu masih tergolong terbatas.

Selain aspek spesiasi kimia, penelitian terdahulu juga memperlihatkan bahwa perolehan senyawa antrakuinon dari *Morinda citrifolia* sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi. Salah

satu metode yang sering digunakan dalam proses ekstraksi akar mengkudu (*Morinda citrifolia*) adalah dengan menggunakan air sebagai pelarut melalui metode maserasi (Sari, 2024). Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan metode maserasi dengan pelarut air karena prosedurnya lebih sederhana dan lebih mudah diterapkan di laboratorium Sekolah Menengah Atas (SMA), sehingga memiliki implikasi praktis dari pelaksanaan penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan menganalisis secara komprehensif pengaruh pH terhadap proses pewarnaan benang menggunakan ekstrak kulit akar mengkudu (*Morinda citrifolia*), sekaligus mengkaji hubungan perubahan warna yang terjadi dengan senyawa penyusun ekstrak. Selanjutnya, penelitian ini diharapkan juga dapat memperlihatkan potensi ekstrak tersebut sebagai bahan lokal yang dapat dimanfaatkan dalam

pembelajaran kimia berbasis *ethnoscience* melalui pendekatan *project based learning*.

METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit akar mengkudu (*Morinda citrifolia*) dari daerah NTT, soda abu (Na_2CO_3), asam cuka (CH_3COOH), dan benang putih polos. Sedangkan alat yang digunakan adalah pisau/pemotong, cawan mortal dan pestle, gelas kimia, spot plate, pipet tetes, penyaring larutan, batang pengaduk, timbangan digital, dan pH meter. Seluruh aktifitas eksperimen dilakukan pada laboratorium penelitian departemen kimia, FMIPA Universitas Negeri Malang. Rangkaian penelitian mencakup ekstraksi zat warna dari akar mengkudu (Luksta & Spalvins, 2023; Sari, 2024), penentuan variasi warna ekstrak akar mengkudu berdasarkan pH (Farida et al., 2015), dan proses pewarnaan benang (Herawati & Andalina, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Zat Warna dari Akar Mengkudu

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Akar mengkudu dipotong menjadi bagian-bagian kecil untuk memperbesar luas permukaan kontak dengan pelarut, karena ukuran partikel bahan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi ekstraksi. Selanjutnya, bahan direndam dalam air pada suhu ruang. Setelah itu, bahan dihaluskan dan diekstraksi menggunakan air dengan rasio bahan:pelarut 1:10 (b/v) (Sari, 2024). Hasil ekstraksi kulit akar mengkudu dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Penampakan Ekstrak Kulit Akar Mengkudu (*Morinda Citrifolia*).

Secara prinsip, maserasi merupakan proses perendaman bahan tanaman dalam pelarut, dan proses ini berkaitan dengan pelunakan jaringan serta pelepasan senyawa terlarut dari matriks tanaman. Lama perendaman 24 jam juga masih sejalan dengan praktik yang umum digunakan pada ekstraksi bahan alam dan pewarna alami. Rasio padat-pelarut, ukuran partikel, dan lama ekstraksi merupakan parameter penting yang menentukan efisiensi proses ekstraksi (Luksta & Spalvins, 2023).

Penentuan Variasi Warna Ekstrak Akar Mengkudu Berdasarkan pH

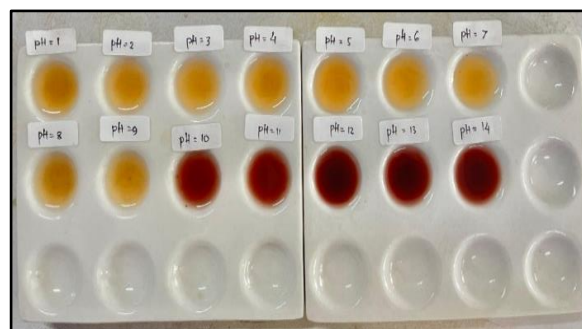
Sebelum proses pewarnaan benang dilakukan, pH dari larutan hasil ekstraksi akar mengkudu terlebih dahulu diukur dan didokumentasikan untuk memastikan kondisi awal larutan yang dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini yang menunjukkan pH awal ekstrak akar mengkudu sebesar 5,15 yakni bersifat asam.



Gambar 3. pH Larutan Ekstrak Akar Mengkudu.

Pengukuran pH awal adalah langkah yang sangat penting karena ekstrak akar mengkudu mengandung senyawa antrakuinon, terutama morindin dan morindon, yang sifat kelarutan, kestabilan, serta ekspresi warnanya dipengaruhi oleh pH. Pada penelitian ini, pH awal ekstrak sebesar 5,15 yang menunjukkan suasana asam lemah. Nilai tersebut sejalan dengan laporan (Farida et al., 2015) yang menyatakan bahwa pH alami larutan ekstrak akar mengkudu berada pada kisaran 5 – 6. Kondisi asam ini relevan karena pada sistem pewarnaan berbasis akar mengkudu, perubahan pH dapat memengaruhi arah warna; suasana yang sedikit asam atau pH rendah, senyawa glikosida antraquinon masih dalam keadaan stabil belum terhidrolisis menjadi morindon. Dengan demikian, pengukuran pH awal tidak hanya berfungsi sebagai data karakterisasi awal ekstrak, tetapi juga sebagai dasar untuk menjelaskan perubahan warna yang terjadi pada tahap pewarnaan berikutnya. Hal ini didukung juga oleh penelitian yang dilakukan oleh (Thomas et al., 2013) yang menyatakan bahwa sistem warna antrakuinon bersifat peka terhadap pH; perubahan pH dapat memengaruhi kepadatan elektron, kelarutan, intensitas warna, dan interaksi dengan mordan

Selanjutnya, ekstrak ditetaskan pada *spot plate* yang terdiri atas 14 titik uji, masing-masing mewakili rentang pH dari 1 hingga 14. Setiap titik kemudian ditambahkan larutan dengan pH yang sesuai, dan perubahan warna yang terjadi diamati secara visual. Variasi warna ekstrak pada berbagai kondisi pH tersebut disajikan pada Gambar 4 berikut, yang menunjukkan hubungan antara tingkat keasaman larutan dan perubahan warna ekstrak akar mengkudu.



Gambar 4. Warna Ekstrak Kulit Akar Mengkudu pada setiap pH (1-14).

Pengujian ekstrak akar mengkudu pada rentang pH 1–14 menunjukkan bahwa warna ekstrak bersifat peka terhadap perubahan keasaman larutan (Ezati et al., 2020). Hasil ini menunjukkan bahwa pigmen dalam ekstrak memiliki karakter *pH-responsive*, sehingga perubahan pH memengaruhi bentuk kimia spesies pewarna yang ada di dalam larutan (Ezati et al., 2020; Wang et al., 2001). Secara kimia, akar mengkudu diketahui mengandung turunan antrakuinon, seperti morindin (Lemmens, RHMJ dan Soetjipto, 1992) dan morindon (Hamid, TS dan Muhlis, 2005), serta komponen fenolik lain seperti tanin, yang berkontribusi terhadap pembentukan warna ekstrak. (Sam-Ang et al., 2023; Syarifah et al., 2019). Perubahan pH memengaruhi proses protonasi-deprotonasi gugus fungsional pada senyawa-senyawa tersebut, sehingga distribusi elektron dalam sistem terkonjugasi berubah dan menyebabkan pergeseran warna yang dapat diamati secara visual (Wang et al., 2001). Interpretasi ini sejalan dengan laporan pada senyawa antrakuinon sejenis, terutama alizarin, yang menunjukkan perubahan warna bergantung pada pH akibat ionisasi gugus hidroksil (Ezati et al., 2020). Pada sistem pewarna akar mengkudu, literatur juga menunjukkan bahwa pengaturan pH menghasilkan perbedaan arah atau karakter warna pada hasil pencelupan, baik pada kain sutra maupun batik. (Farida et al., 2015). Dengan demikian, variasi warna pada Gambar 4 dapat dipahami sebagai bentuk perubahan spesiasi kimia pigmen ekstrak akar mengkudu pada kondisi pH asam sampai basam (Sam-Ang et al., 2023; Syarifah et al., 2019; Wang et al., 2001).

Tahap selanjutnya adalah pembuatan ekstrak akar mengkudu dengan tiga variasi warna yang merepresentasikan rentang perubahan warna pada pH berbeda, sebagaimana hasil pengujian sebelumnya. Variasi tersebut meliputi warna kuning pada pH 4–5, merah pada pH 10–11, dan

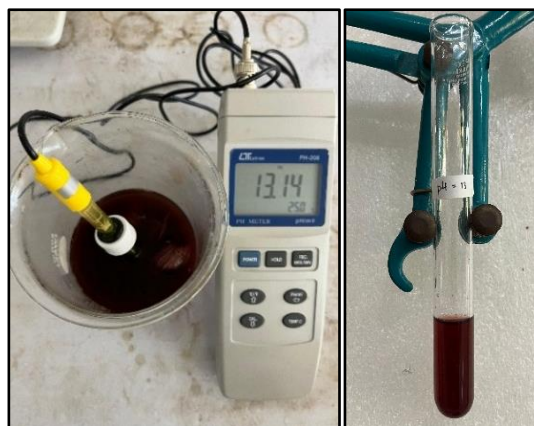
merah kehitaman pada pH 12–14. Penyesuaian pH larutan dilakukan melalui penambahan soda abu (Na_2CO_3) untuk meningkatkan pH, dan penambahan asam cuka dapur (CH_3COOH) untuk menurunkannya (Farida et al., 2015). Kedua bahan ditambahkan secara bertahap hingga pH larutan mencapai nilai yang diinginkan. Ekstrak akar mengkudu yang dihasilkan menunjukkan tiga variasi warna yang stabil sesuai dengan masing-masing rentang pH, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5 berikut.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Penampakan Proses Pewarnaan Benang pada Ekstrak Kulit Akar Mengkudu pada pH 4, 10 dan 13.

Pada tahap ini, ekstrak akar mengkudu disiapkan dalam tiga variasi warna yang mewakili rentang perubahan warna pada kondisi pH berbeda, yaitu kuning pudar pada pH 4,14, merah pada pH 10,17, dan merah kehitaman pada pH 13,14. Perbedaan warna tersebut diperoleh melalui penyesuaian pH secara bertahap menggunakan natrium karbonat (Na_2CO_3) untuk meningkatkan pH dan asam asetat (CH_3COOH) untuk menurunkannya (Farida et al., 2015). Penggunaan kedua bahan ini sesuai dengan praktik umum pengaturan pH pada sistem pewarnaan, di mana natrium karbonat digunakan untuk menciptakan suasana lebih basa dan asam asetat digunakan untuk menciptakan suasana lebih asam. Perubahan warna yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak akar mengkudu bersifat peka terhadap pH. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa akar *Morinda citrifolia* mengandung pigmen antrakuinon dan telah lama dimanfaatkan sebagai sumber pewarna alami, dengan karakter warna yang dapat berubah sesuai kondisi proses. Dengan demikian, variasi warna pada ekstrak berkaitan dengan perubahan bentuk kimia pigmen dalam suasana asam dan basa, sehingga pengaturan pH menjadi faktor penting dalam mengarahkan warna akhir ekstrak akar mengkudu (Choi et al., 2014).

Tahap 3: Pewarnaan Benang

Proses pewarnaan benang dilakukan menggunakan metode perendaman. Setiap wadah berisi larutan ekstrak akar mengkudu dengan pH yang telah ditetapkan, kemudian dimasukkan satu ikat benang tenun putih polos ke dalam

masing-masing larutan. Proses perendaman dilakukan selama empat hari untuk memastikan penyerapan zat warna secara optimal yang dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Penampakan Proses Pewarnaan Benang pada Ekstrak Kulit Akar Mengkudu pada pH 4, 10 dan 13.

Pendekatan ini sejalan dengan (Herawati & Andalina, 2010) yang melaporkan bahwa bahan tenun direndam dalam larutan akar mengkudu setidaknya selama 2×24 jam, dan semakin lama waktu perendaman maka warna yang dihasilkan semakin stabil.

Setelah tahap perendaman selesai, benang diangkat dari larutan ekstrak dan dikeringkan hingga diperoleh warna yang stabil, seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Warna akhir yang dihasilkan pada setiap sampel benang kemudian dibandingkan untuk mengevaluasi kesesuaian antara variasi warna dan nilai pH ekstrak yang digunakan.



Gambar 7. Hasil pewarnaan Benang oleh ekstrak akar mengkudu: (a) warna kuning, (b) warna merah, dan (c) warna merah kehitaman.

Hasil pewarnaan ekstrak akar mengkudu memberikan arah warna kuning, merah hingga merah kehitaman. Pada perbandingan sampel pewarnaan benang terlihat adanya perbedaan warna di mana warna kuning berubah menjadi merah dan perubahan warna pun berlanjut hingga merah kehitaman. Perubahan warna ini disebabkan oleh perbedaan pH dari ekstrak kulit akar mengkudu. Reaksi perubahan warna pada gambar (a) yakni warna kuning pada ekstrak akar mengkudu berada pada pH 1 hingga 9,

berwarna merah (b) pada keadaan basa yakni pH 10-11, dan berwarna merah kehitaman (c) pada pH sangat basa (12-14). Secara alamiah, pH larutan ekstrak akar mengkudu berada pada kisaran 5-6 (asam), sehingga pada pH asam hingga netral (1-7), ekstrak akar mengkudu menghasilkan warna kuning karena didominasi oleh senyawa morindin, yaitu glikosida antraquinon yang tidak terhidrolisis. Morindin memiliki struktur kimia yang stabil pada pH rendah, sehingga tetap mempertahankan warna kuningnya. Pada pH basa ringan (8-9), warna kuning tetap bertahan karena morindin masih dalam bentuk glikosida yang belum terhidrolisis. Namun, pada pH lebih tinggi (10-14), terjadi hidrolisis morindin menjadi aglikon morindon, yang berwarna merah hingga merah kehitaman. Proses ini mengubah struktur kimia senyawa tersebut, sehingga menghasilkan perubahan warna yang lebih gelap (Bechtold et al., 2023).

Selain itu, melalui eksperimen ini, kita dapat mengidentifikasi pH yang memberikan hasil pewarnaan yang lebih pekat pada benang tenun, serta mempelajari bagaimana senyawa aktif dalam ekstrak akar mengkudu bereaksi pada perubahan pH dan menghasilkan spektrum warna yang berbeda-beda. Hasil pengamatan ini penting untuk memahami bagaimana variasi pH dapat memengaruhi perubahan warna dan intensitas yang tercapai pada benang, yang pada akhirnya mempengaruhi keberhasilan dalam pembuatan pewarna alami untuk aplikasi praktis. Selain itu penyerapan zat warna oleh benang sangat bergantung pada jenis benang yang digunakan. Apabila benang yang digunakan merupakan benang sutra maka penyerapan zat warna akan lebih baik. Hal ini dikarenakan karena sifat amfoterik alamiah sutera yang dapat menyerap asam dan basa dengan lebih baik, sehingga dapat menyerap warna dengan baik (Prabhu, K.H dan Bhute, 2012). Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan 1 jenis benang yaitu benang katun.

Sebagai implikasi praktis dari temuan ini tidak hanya memberikan wawasan lebih lanjut tentang proses ekstraksi dan pewarnaan menggunakan akar mengkudu, tetapi juga memperkuat pemahaman siswa tentang penerapan prinsip-prinsip kimia dalam konteks dunia nyata, khususnya dalam industri tekstil seperti penggunaan bahan alami sebagai pewarna kain tenun yang dapat diterapkan dalam proyek berbasis etnosains untuk siswa SMA. Berikut merupakan gambar hasil etnosains dari proses pewarnaan benang menjadi kain tenun.



Gambar 8 Produk Etnosains (a) benang dan (b) kain tenun, hasil pewarnaan dengan ekstrak akar mengkudu.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata terhadap perubahan warna ekstrak kulit akar mengkudu (*Morinda citrifolia*). Variasi pH menyebabkan perubahan warna ekstrak dan hasil pewarnaan benang secara bertahap. Berdasarkan hasil pengamatan, warna kuning tampak pada pH asam hingga netral (1–7), pada pH basa lemah (8–9), warna kuning masih bertahan, dan pada pH basa kuat (10–14) menghasilkan warna merah hingga merah kehitaman. Hal ini menegaskan bahwa pH merupakan faktor penting yang menentukan arah warna dan intensitas warna yang dihasilkan dari ekstrak kulit akar mengkudu sebagai pewarna alami.

Perubahan warna tersebut dapat dijelaskan berdasarkan perubahan bentuk kimia senyawa penyusun ekstrak, terutama senyawa antrakuinon. Pada kondisi asam hingga netral, warna kuning ekstrak didominasi oleh morindin, yaitu glikosida antrakuinon yang relatif stabil dan belum mengalami hidrolisis. Sementara itu, pada kondisi basa yang lebih tinggi, morindin mengalami hidrolisis menjadi morindon dalam bentuk aglikon, sehingga warna ekstrak berubah menjadi merah hingga merah kehitaman. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa perubahan warna ekstrak kulit akar mengkudu bukan sekadar fenomena visual, tetapi merupakan representatif dari perubahan struktur kimia pigmen akibat perbedaan pH larutan. Selain memberikan kontribusi pada pemahaman

mengenai sifat kimia ekstrak kulit akar mengkudu, penelitian ini juga memperlihatkan bahwa bahan lokal tersebut memiliki potensi yang kuat sebagai sumber belajar kimia berbasis *ethnoscience* melalui pendekatan *project based learning*.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Beasiswa Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang memungkinkan penelitian ini terlaksana. Penghargaan juga ditujukan kepada penanggung jawab laboratorium penelitian Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, atas izin dan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, & Chintya, A. (2023). *Pengaruh Mordan Tunjung Dan Kapur Sirih Terhadap Hasil*. 12(April).
- Bechtold, T., Manian, A. P., & Pham, T. (2023). Handbook of Natural Colorants. In *Handbook of Natural Colorants*. <https://doi.org/10.1002/9781119811749>
- Choi, J. H., Hong, U., Choi, R., Hong, S., & Koh, J. (2014). Mordanting Effects on the Dyeing Properties of Noni Root Extracts on Silk Fabrics. *Textile Coloration and Finishing*, 26(3), 242–253.

- <https://doi.org/10.5764/tcf.2014.26.3.242>
- Do, K. L., Su, M., & Zhao, F. (2022). From historical dye to bio-colourant: Processing, identification in historical textiles and potential applications of anthraquinone-based morindone. *Dyes and Pigments*, 205, 110482. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2022.110482>
- Dulo, B., Phan, K., Githaiga, J., Raes, K., & De Meester, S. (2021). Natural Quinone Dyes: A Review on Structure, Extraction Techniques, Analysis and Application Potential. In *Waste and Biomass Valorization* (Vol. 12, Issue 12). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01443-9>
- Ezati, P., Rhim, J. W., Moradi, M., Tajik, H., & Molaei, R. (2020). CMC and CNF-based alizarin incorporated reversible pH-responsive color indicator films. *Carbohydrate Polymers*, 246, 116614. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116614>
- Farida, F., Atika, V., & Haerudin, A. (2015). Pengaruh Variasi Bahan Pra Mordan pada Pewarnaan Batik Menggunakan Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 32(1), 1–8. <https://doi.org/10.22322/dkb.v32i1.1164>
- Flowers, T. H., Smith, M. J., & Brunton, J. (2019). Colouring of Pacific barkcloths: identification of the brown, red and yellow colourants used in the decoration of historic Pacific barkcloths. *Heritage Science*, 7(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0243-9>
- Hamid, TS dan Muhlis, D. (2005). Perubahan Sifat Fisika dan Kimia Kain Sutera Akibat Pewarna Alami Kulit Akar Pohon Mengkudu. *Jurnal Teknologi*, 2 (29). <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20247340&lokalasi=lokal>
- Herawati, T., & Andalina, Y. (2010). Local Knowledge of East Sumba People. *Proceedings the 2nd International Symposium of Indonesian Wood Research Society, Bali 12-13 November 2010, November 2010*, 978–979.
- Lemmens, RHMJ dan Soetjpto, N. W. (1992). *Plant Resources of South - East Asia 3, Dye and Tannin Producing Plants*. Prosea Foundation. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20363816&lokalasi=lokal>
- Luksta, I., & Spalvins, K. (2023). Methods for Extraction of Bioactive Compounds from Products: A Review. *Environmental and Climate Technologies*, 27(1), 422–437. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2023-0031>
- Pizzicato, B., Pacifico, S., Cayuela, D., Mijas, G., & Riba-Moliner, M. (2023). Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. *Molecules*, 28(16), 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules28165954>
- Prabhu, K.H dan Bhute, A. . (2012). Plant Based Natural Dyes and Mordants: A Review. *Jurnal Natural Production Plant Resources*, 2 (6), 649 – 664. <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>
- Riansyah, H., Maharani, D. M., & Nugroho, A. (2021). Intensitas dan Stabilitas Warna Ekstrak Daun Pandan, Suji, Katuk, dan Kelor Sebagai Sumber Pewarna Hijau Alami. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(1), 103. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i1.6549>
- Sam-Ang, P., Phanumartwiwath, A., Liana, D., Sureram, S., Hongmanee, P., & Kittakoo, P. (2023). UHPLC-QQQ-MS and RP-HPLC Detection of Bioactive Alizarin and Scopoletin Metabolites from *Morinda citrifolia* Root Extracts and Their Antitubercular, Antibacterial, and Antioxidant Activities. *ACS Omega*, 8(32), 29615–29624. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03656>
- Sari, S. (2024). Pewarna Alami Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai Pengganti Safranin pada Pewarnaan Gram Negatif. *Deli Medical and Health Science Journal*, 1(2), 17–23. <https://doi.org/10.36656/jdmhc.v1i2.1790>
- Syarifah, A., Tjiptasurasa, & Saputra, A. C. L. (2019). Formulation and Antioxidant Activity Blush on With Natural Pigment. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(01), 96–106.
- Thomas, M., Manurung, M., & Asih, I. A. R. A. (2013). Pemanfaatan Zat Warna Alam dari Ekstrak Kulit Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia* Linn) pada Kain Katun. *Jurnal Kimia*, 7(2), 119–126.
- Wang, D., Yang, G., & Song, X. (2001). Determination of pKa values of anthraquinone compounds by capillary



electrophoresis. *Electrophoresis*, 22(3), 464–469. [https://doi.org/10.1002/1522-2683\(200102\)22:3<464::AID-ELPS464>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1522-2683(200102)22:3<464::AID-ELPS464>3.0.CO;2-4)

Yuliasrika, R. (2009). *Ekstraksi dan karakterisasi zat warna dari kulit akar*

mengkudu (Morinda citrifolia L.) dan uji potensinya sebagai pewarna tekstil [Universitas Negeri Malang]. <http://repository.um.ac.id/id/eprint/23242>

