

Eksplorasi Etnokimia Pewarna Alami Tenun Ulos Batak Toba Dan Integrasinya Ke Pembelajaran Kimia SMA

Dian Aditya Pasaribu^{1)*}, I Gusti Lanang Wiratma²⁾, I Nyoman Selamat³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha

*Dian Aditya Pasaribu
Email: dianpasaribu3@icloud.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan bahan pewarna alami dan proses pewarnaan kain tenun ulos serta pengintegrasian ke dalam pembelajaran kimia SMA. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan jenis penelitian eksplorasi. Subjek dalam penelitian ini yaitu perajin kain tenun ulos di Desa Hutatoruan I, buku, jurnal ilmiah, serta silabus kimia SMA Kurikulum Merdeka. Objek penelitiannya adalah pengetahuan perajin kain tenun ulos tentang bahan pewarna alami dan proses pewarnaan kain tenun ulos beserta proses kimianya, konten buku dan jurnal ilmiah berkaitan dengan kandungan kimia, rumus struktur, dan perannya dalam pewarna alami, serta capaian pembelajaran dan materi pokok Kurikulum Merdeka Kimia SMA. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Teknik pemeriksaan keabsahan data dilakukan dengan triangulasi data, kecukupan referensi, dan membercheck. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima jenis tumbuhan yang digunakan sebagai bahan pewarna alami dalam proses pewarnaan kain tenun ulos, diantaranya tanaman daun *Strobilanthes cusia* dimanfaatkan daunnya sebagai warna biru, kayu secang (*Caesalpinia sappan*) yang dimanfaatkan adalah serutan kayu bagian dalam sebagai warna merah, tanah yang dimanfaatkan sebagai warna hitam, biji pinang (*Areca catechu*) dimanfaatkan sebagai warna coklat muda dan jelawe (*Terminalia bellirica*) dimanfaatkan kulit buah jelawe sebagai warna kuning kecoklatan dan abu-abu. Proses pewarnaan kain tenun ulos yang dimulai dari persiapan bahan, pewarnaan, pengeringan, dan fiksasi melibatkan proses kimia yang dapat diintegrasikan ke dalam materi kimia SMA, pada pokok bahasan ilmu kimia dan peranannya, prinsip kimia hijau (*green chemistry*), sistem koloid, asam basa, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, rumus kimia reaksi redoks dan tata nama senyawa serta ikatan kimia.

Kata kunci: Bahan Pewarna Alami, Desa Hutatoruan I, Etnokimia, Kain Tenun Ulos

Abstract

This study aimed to describe and explain the natural dyes and dyeing processes used in ulos woven fabrics and their integration into senior high school chemistry learning. This research employed a qualitative descriptive approach with an exploratory research design. The subjects of this study were ulos weaving artisans in Hutatoruan I Village, while the sources of data included books, scientific journals and the senior high school chemistry syllabus of the Merdeka Curriculum. The objects of the study included the artisans' knowledge of natural dyes and the dyeing process of ulos woven fabrics, the underlying chemical processes, the content of books and scientific journals related to chemical compounds, structural formulas and their roles in natural dyes, as well as the learning outcomes and core chemistry topics in the Merdeka Curriculum for senior high schools. Data were collected through observation, interviews and documentation studies. Data validity was established through data triangulation, reference adequacy and member checking. The results showed that five natural dye sources are used in the dyeing process of ulos woven fabrics. The leaves of the salaon plant (*Strobilanthes cusia*) are used to produce blue, heartwood shavings of *Caesalpinia sappan* are used to produce red, soil is used to produce black, the seeds of *Areca catechu* are used to produce light brown and the fruit peels of *Terminalia bellirica* are used to produce yellowish-brown and gray colors. The dyeing process of ulos woven fabrics, which consists of material preparation, dyeing, drying and fixation, involves various chemical processes that can be integrated into senior high school chemistry learning. Relevant chemistry topics include chemistry and its roles in daily life, green chemistry principles, colloidal systems, acids and bases, factors affecting reaction rates, chemical formulas, redox reactions, nomenclature of chemical compounds and chemical bonding.

Keywords: Natural Dyes, Ethnochemistry, Batak Toba Ulos Weaving, Chemistry Learning.

PENDAHULUAN

Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan alam (IPA) yang berperan penting dalam menjelaskan berbagai fenomena kehidupan sehari-hari. Namun, peserta didik masih mengalami kesulitan memahami konsep kimia yang kompleks dan menghubungkannya dengan kehidupan nyata (Priliyanti *et al.*, 2021). Kondisi tersebut salah satunya disebabkan oleh pembelajaran kimia yang cenderung berorientasi pada konsep sains Barat dan kurang mengaitkan materi dengan konteks budaya lokal. Padahal, pengetahuan yang berkembang melalui pengalaman dan praktik budaya masyarakat dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran yang bermakna (Snively & Corsiglia, 2001).

Salah satu pendekatan yang dapat menghubungkan pengetahuan budaya dengan konsep kimia adalah etnokimia. Etnokimia mengkaji pengetahuan dan praktik masyarakat yang berkaitan dengan konsep kimia serta dapat menjadi jembatan antara pengetahuan lokal dan kimia formal dalam pembelajaran (Suja, 2010). Salah satu praktik budaya yang memiliki potensi etnokimia adalah pewarnaan kain *ulos* Batak Toba. Selain memiliki nilai budaya, proses pewarnaan *ulos* secara tradisional memanfaatkan berbagai bahan alam yang mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti tanin dan flavonoid (Nabillah & Chatri, 2024). Fenomena perubahan warna pigmen alami terhadap kondisi tertentu juga dapat dikaitkan dengan konsep kimia, seperti asam-basa dan indikator alami (Nuryanti *et al.*, 2010).

Kajian etnokimia pada berbagai kain tradisional telah dilakukan, antara lain pada kain Bebali, endek jumputan sutra mastuli, tenun Gringsing, dan tenun Desa Sembiran (Listiani, 2020; Sipayung, 2024; Ningsih, 2025). Namun, kajian yang secara khusus mengeksplorasi bahan pewarna alami dan proses pewarnaan tenun *ulos* Batak Toba serta potensinya sebagai konteks pembelajaran kimia SMA masih terbatas. Observasi awal pada 8 Januari 2026 di Desa Hutatoruan I, Saitnihuta, Tarutung, menunjukkan penggunaan daun salaon (*Strobilanthes cusia*), kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.), tanah, biji pinang (*Areca catechu* L.), dan kulit jelawe (*Terminalia bellirica*) sebagai bahan pewarna alami *ulos*. Proses tersebut menunjukkan adanya pengetahuan lokal yang dapat dikaji dari perspektif kimia.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bahan pewarna alami dan proses pewarnaan tenun *ulos* Batak Toba di Desa Hutatoruan I serta mengidentifikasi konsep kimia yang terkandung di dalamnya sebagai konteks pembelajaran kimia SMA. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya kajian etnokimia dan menyediakan alternatif konteks pembelajaran yang menghubungkan konsep kimia dengan budaya lokal.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan eksplorasi etnokimia. Prosedur penelitian meliputi: 1) mengidentifikasi pemanfaatan bahan alam sebagai pewarna tenun *ulos* Batak Toba; 2) menetapkan informan menggunakan Teknik purposive sampling; 3) melakukan observasi dan wawancara mengenai bahan serta proses pewarnaan; 4) mendokumentasikan proses dan hasil penelitian; 5) melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi aspek dan konsep kimia pada bahan serta proses pewarnaan; 6) mengaitkan hasil eksplorasi dengan konsep kimia yang relevan dalam pembelajaran kimia SMA; dan 7) menyusun hasil eksplorasi sebagai konteks pembelajaran kimia SMA. Instrumen penelitian adalah peneliti sendiri (*human instrument*) (Sugiyono, 2013). Pengumpulan data dilakukan menggunakan pedoman observasi, pedoman wawancara semi-terstruktur, dokumentasi dan studi literatur. Data dianalisis secara kualitatif menggunakan model interaktif Miles *et al.* (2014) yang dilakukan sebelum, selama dan sesudah di lapangan. Melalui tahapan kondensasi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Keabsahan data dilaksanakan melalui triangulasi sumber, triangulasi teknik, kecukupan referensi, dan *member check*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perajin kain tenun *ulos* di Desa Hutatoruan I, Kecamatan Tarutung, memanfaatkan berbagai bahan alam sebagai pewarna dalam proses pembuatan kain tenun *ulos*. Bahan pewarna tersebut berasal dari tumbuhan dan tanah yang diperoleh dari lingkungan sekitar perajin. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, tumbuhan dan warna pokok yang digunakan sebagai pewarna alami di antaranya, tanaman daun salaon (*Strobilanthes cusia*) dimanfaatkan daunnya sebagai warna biru, kayu secang (*Caesalpinia sappan*) yang dimanfaatkan adalah serutan kayu bagian dalam sebagai warna merah, tanah yang dimanfaatkan sebagai warna hitam, biji pining (*Areca Catechu*) dimanfaatkan sebagai warna coklat muda dan jelawe (*Terminalia bellirica*) dimanfaatkan kulit buah jelawe sebagai warna kuning kecoklatan dan abu-abu.

Berdasarkan wawancara dengan informan I1 pada 8 Januari 2026, pemanfaatan bahan alam tersebut merupakan bagian dari pengetahuan yang diperoleh secara turun-temurun dan dikembangkan melalui pengalaman praktik. Informan menjelaskan bahwa daun salaon yang digunakan sebagai pewarna biru diperoleh dari tanaman yang ditanaman sendiri di pekarangan, sedangkan tanah diperoleh dari hutan yang jauh dari permukiman.

Pengetahuan perajin juga mencakup pemilihan bagian tertentu dari tumbuhan untuk menghasilkan warna yang diinginkan. Berdasarkan hasil wawancara, pemilihan bagian tumbuhan tersebut diperoleh dari pengetahuan yang diwariskan oleh generasi sebelumnya dan pengalaman dalam mencoba proses pewarnaan. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan lokal perajin tidak hanya berkaitan dengan jenis bahan yang digunakan, tetapi juga mencakup pemilihan bagian tumbuhan yang dianggap sesuai untuk menghasilkan warna tertentu.

Temuan mengenai bahan pewarna alami yang diperoleh melalui observasi dan wawancara kemudian dibandingkan dengan kajian literatur untuk mengidentifikasi kandungan kimia yang berkaitan dengan pembentukan warna. Hasil identifikasi bahan, bagian yang digunakan, warna yang dihasilkan, serta kandungan kimia yang berkaitan dengan sifat pewarna disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Bahan Pewarna Alami Kain Tenun *Ulos*

No.	Nama Indonesia	Nama Latin	Warna yang Dihasilkan	Kandungan Kimia yang Menghasilkan Zat Warna
1.	Kayu Secang	<i>Caesalpinia sappan</i>	Merah	Brazilin (Meutia et al., 2019)
2.	Biji Pinang	<i>(Areca catechu L.)</i>	Coklat Muda	Flavonoid & Tanin (Zaky et al., 2015)
3.	Daun Salaon	<i>Strobilanthes cusia</i>	Biru	Glukosida Indikan Indoksil Senyawa indigotin Leuko indigo (Njatriani, 2018; Widiantari, 2023)
4.	Jelawe	<i>Terminalia bellirica</i>	Kuning Kecoklatan	Tanin (Dewi & Wirasuta, 2023)
5.	Tanah	-	Hitam	Senyawa besi (Fe). Rahmi & Efi (2025)

Tabel 1 menunjukkan bahwa praktik pewarnaan *ulos* memanfaatkan beragam sumber bahan alam dengan karakteristik kimia yang berbeda. Keberagaman tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara pengetahuan empiris perajin dengan konsep kimia mengenai senyawa yang berperan dalam pembentukan warna. Pengetahuan lokal tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam mengidentifikasi konsep-konsep kimia yang dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran kimia.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi di Desa Hutatoruan I, pembuatan kain *ulos* Batak Toba meliputi pemilihan dan pembersihan benang, pewarnaan, pembuatan motif (*manirir*), penguntaian benang (*mangani*), penenunan menggunakan alat tenun tradisional (*gedog*), dan pemberian hiasan pada ujung kain (*manirat*). Dari keseluruhan tahapan tersebut, pewarnaan menjadi fokus penelitian karena melibatkan pemanfaatan bahan alam dan proses yang berkaitan dengan konsep kimia, sedangkan tahapan lainnya lebih dominan berkaitan dengan aspek teknis dan keterampilan menenun.

Berdasarkan hasil wawancara alat yang digunakan yaitu: (1) ember besar pakai tutup untuk menyimpan jelawe yang sudah dikeringkan, pining, jelawe dan secang, (2) terpal sebagai tatakan untuk menjemur jelawe, (3) blender untuk menghaluskan, (4) ember sebagai wadah untuk pencelupan, (5) jerigen sebagai wadah untuk menyimpan minyak kelapa, (6) kayu digunakan untuk mengaduk bahan pewarna dan mengaduk benang saat perebusan, (7) Panci digunakan sebagai wadah untuk merebus bahan pewarna, (8) baskom digunakan sebagai wadah untuk merendam benang yang akan diwarnai, (9) pisau digunakan untuk memotong pining, (10) *sangkalan* digunakan sebagai tatakan memotong pining. (11) kompor digunakan untuk memasak bahan pewarna, (12) bak penampungan digunakan untuk daun salaon, tanah yang difermentasi, (12) kayu penjemuran untuk menjemur benang yang telah diwarnai.

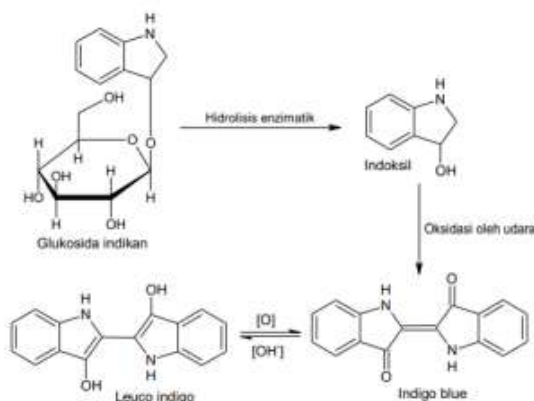
Bahan yang digunakan berdasarkan hasil wawancara meliputi daun salaon (*Strobilanthes cusia*), kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.), biji pining atau pinang (*Areca catechu* L.), jelawe (*Terminalia bellirica*), dan tanah serta bahan pengikat warna seperti tawas dan tunjung. Bahan-bahan tersebut dipertahankan dalam analisis karena memiliki keterkaitan dengan konsep kimia, terutama kandungan senyawa pewarna, proses ekstraksi, fermentasi, perubahan warna, serta interaksi zat warna dengan bahan pengikat. Rincian bahan, bagian yang digunakan, warna yang dihasilkan, dan kandungan kimianya disajikan pada Tabel 1.

Selain bahan pewarna utama, digunakan pula bahan pendukung berupa gula singkong yang berperan dalam proses fermentasi pada pembentukan warna indigo dan sabun kelapa yang digunakan untuk membersihkan kotoran, minyak, serta zat pengotor pada benang. Air digunakan sebagai media dalam proses ekstraksi dan pencelupan, sedangkan benang merupakan bahan yang menjadi objek pewarnaan.

1) Bahan Alam yang Digunakan

a. Daun Salaon (*Strobilanthes cusia*)

Daun salaon (*Strobilanthes cusia*) mengandung glukosida indikan (*indoxyl- β -D-glucoside*) yang merupakan prekursor zat warna indigo. Senyawa tersebut mengalami hidrolisis menjadi indoksil dan glukosa, kemudian indoksil teroksidasi oleh oksigen di udara membentuk indigo biru (Chanayath *et al.*, 2002). Proses ini menjelaskan praktik perajin di Desa Hutatoruan I yang menjemur benang di udara terbuka pada tahap akhir pewarnaan untuk memperkuat warna biru yang dihasilkan.

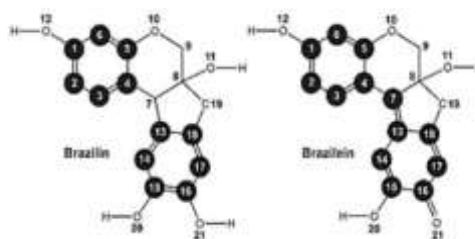


Gambar 1. biosintesis indigo biru

Sumber: (Irah *et al.*, 2019)

b. Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.)

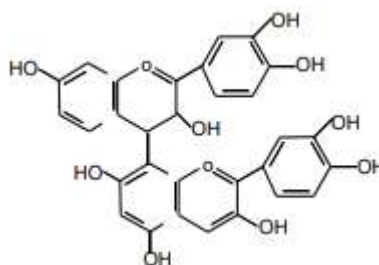
Secang (bahasa Batak: *Sopang*) termasuk dalam famili Fabaceae (suku polong-polongan). Tanaman ini dikenal dengan nama ilmiah *Caesalpinia sappan* L. Bagian tanaman secang yang dimanfaatkan oleh penenun di Desa Hutatoruan I sebagai bahan pewarna alami adalah kayu bagian dalamnya. Berdasarkan hasil literatur, *Caesalpinia sappan* L. mengandung senyawa seperti flavonoid, brazilin, brazilein, fenol, terpenoid, hingga tanin (Maula *et al.*, 2023). Kandungan senyawa bioaktif *Caesalpinia sappan* L yang berperan menghasilkan pigmen warna merah adalah brazilin dengan rumus kimia $C_{16}H_{14}O_5$ (Fitri *et al.*, 2020). Brazilin merupakan senyawa yang berbentuk kristal berwarna kuning yang dapat teroksidasi menjadi brazilein berwarna merah kecokelatan dan larut dalam air (Adawiyah *et al.*, 2012). Pemanfaatan kayu secang sebagai pewarna alami pada tekstil juga telah diteliti oleh Lyu *et al.*, (2024) yang menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang dapat digunakan dalam proses pewarnaan kain dan penggunaan mordan dapat memengaruhi karakteristik warna yang dihasilkan. Struktur kimia Struktur kimia brazilin (kiri) dan brazilein (kanan) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia brazilin (kiri) dan brazilein (kanan)
Sumber: (Dapson & Bain, 2015)

c. Biji Pining atau Pinang (*Areca catechu* L.)

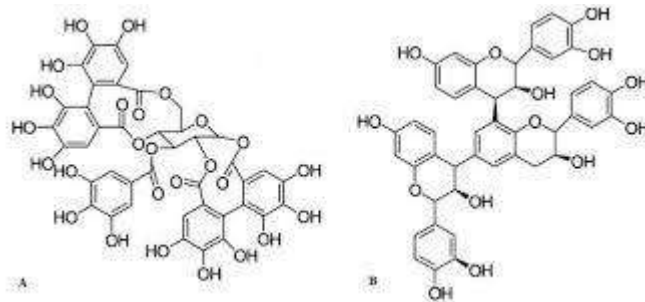
Biji pinang (bahasa Batak: *pining*) dengan nama istilah *Areca catechu* L, termasuk dalam keluarga Arecaceae (Palmae) dengan genus *Areca* L (Irianti, 2022). Bagian tanaman pinang yang dimanfaatkan masyarakat Desa Hutatoruan I sebagai bahan pewarna alami adalah biji pinang yang sudah dikeringkan (pinang matang). Berdasarkan hasil literatur, biji pinang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti tanin, flavonoid, alkaloid, saponin, dan terpenoid (Ola *et al.*, 2024). Keberadaan katekin dan tanin menyebabkan biji pinang digunakan sebagai pewarna alami karena mampu berinteraksi dengan serat tekstil maupun ion logam selama proses pewarnaan (Ola *et al.*, 2024).



Gambar 3. Struktur inti tanin
Sumber: (Holle *et al.*, 2018)

d. Jelawe (*Terminalia bellirica*)

Tanaman Jalawe atau latinnya *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb., yang dimanfaatkan untuk pewarna alami adalah bagian kulit buahnya. Hasil penelitian menemukan bahwa jelawe dapat menghasilkan warna kuning kecokelatan dan abu-abu pada kain tenun *ulos*. Warna tersebut berkaitan dengan kandungan tanin, terutama tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi yang memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) dan berperan dalam proses pewarnaan (Dewi, L., & Wirasuta, 2023; Thoriq, & Pramesthi, 2024; Yupa *et al.*, 2025).



Gambar 4. Struktur kimia Tanin terhidrolisis (A) dan Tanin terkondensasi (B)
Sumber: (Das *et al.*, 2020).

e. Tanah

Tanah dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk menghasilkan warna hitam pada kain *ulos*. Warna tersebut berkaitan dengan kandungan mineral logam, terutama besi (Fe) dan mangan (Mn), serta bahan organik berupa humus yang dapat berinteraksi dengan serat dan membentuk warna gelap (Holilullah *et al.*, 2015; Rahmi & Efi, 2025). Kandungan Fe yang relatif tinggi menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap intensitas warna hitam pada hasil pewarnaan.



Gambar 5. Tanah

2) Proses Pewarnaan kain tenun ulos

Proses pembuatan kain tenun ulos terdiri atas beberapa tahapan. Dari tahapan tersebut, proses yang memiliki ketarkaitan dengan ilmu kimia adalah tahap pewarnaan. Proses pewarnaan menggunakan berbagai bahan alam dan bahan tambahan yang dapat dikaitkan dengan beberapa materi kimia pada jenjang SMA. Keterkaitan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

i. Kimia Hijau

Kimia hijau (green chemistry) merupakan pendekatan dalam ilmu kimia yang berfokus pada perancangan produk dan proses untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembtjukan zat-zat berbahaya. Pendekatan ini memprioritaskan keamanan lingkungan dan Kesehatan manusia sepanjang siklus hidup bahan kimia, mulai dari tahap perancangan, produksi hingga pengolahannya. Dalam konteks etnokimia pewarna alami tenun ulos Batak Toba, prinsip-prinsip kimia hijau teflesikan secara nyata melalui pemanfaatan bahan terbarukan dan ramah lingkungan. Penggunaan bahan alam seperti kayu secang, daun salaon, biji pinang, dan buah jelawe terbukti mencegah munculnya limbah sintesis beracun dan sisa bahannya bersifat mudah terurai secara alami. Proses pewarnaannya menggunakan air sebagai pelarut utama serta memanfaatkan bagian tumbuhan dan materi lokal yang dapat diperbarui secara berkelanjutan sebagai pengganti bahan baku kimia berbasis minyak bumi.

ii. Peranan Ilmu Kimia dalam Kehidupan Sehari-Hari

Materi ilmu kimia dan peranannya berkaitan dengan penggunaan bahan pewarna alami dalam proses pewarnaan kain tenun *ulos* seperti secang, tanah, biji pinang, daun salaon (*Strobilanthes cusia*) dan jelawe mengandung senyawa-senyawa aktif yang mampu menghasilkan pigmen warna pada serat benang, maupun bahan tambahan seperti sabun kelapa, karbohidrat dan air gula dengan kandungannya dapat berperan dalam proses pewarnaan kain tenun *ulos*. Selain itu, materi ini juga berkaitan dengan reaksi kimia yang berperan pada setiap tahapan proses pewarnaan kain tenun *ulos*.

iii. Reaksi Kimia

Dalam pembelajaran, peserta didik dapat mengamati berbagai perubahan yang terjadi selama proses pencelupan dan proses pewarnaan dengan bahan alam. Salah satu contohnya adalah perubahan warna benang selama proses pada pencelupan fermentasi daun salaon (*Strobilanthes cusia*). Benang yang awalnya berwarna hijau berubah menjadi biru setelah diangkat dari larutan dan terpapar udara. Contoh lainnya terlihat proses pencelupan benang menggunakan bahan tambahan. Benang yang awalnya berwarna coklat tua mengalami perubahan warna apabila dicelupkan ke dalam larutan tawas menjadi coklat muda. Selanjutnya, setelah dicelupkan ke dalam larutan mordant, warna benang berubah menjadi abu-abu.

iv. Rumus Kimia dan Tata Nama Senyawa

Tata nama senyawa merupakan cara penamaan suatu senyawa berdasarkan komposisi dan susunan atom penyusunnya. Pada bahan pewarna alami, senyawa yang berperan sebagai zat warna memiliki lambang unsur dan jumlah atom tertentu yang dinyatakan melalui rumus kimia. Misalnya, senyawa brazilin pada kayu secang memiliki rumus kimia $C_{16}H_{14}O_5$, yang menunjukkan bahwa satu molekul brazilin tersusun atas 16 atom karbon, 14 atom hidrogen, dan 5 atom oksigen. Dengan demikian, tata nama dan rumus kimia dapat digunakan untuk mengetahui unsur serta perbandingan jumlah atom penyusun senyawa yang terdapat dalam bahan pewarna alami.

v. Ikatan Kimia

a) Ikatan Rangkap Terkonjugasi

ikatan rangkap terkonjugasi adalah susunan ikatan rangkap dan tunggal yang saling bermuatan dalam suatu molekul. Susunan ini membuat elektron dapat tersebar atau mengalami delokalisasi di sepanjang bagian molekul tersebut. Pada bahan pewarna alami, sistem terkonjugasi ini penting dikarenakan mempengaruhi kemampuan senyawa menyerap cahaya. Ketika cahaya mengenai molekul pigmen, elektron dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Cahaya pada Panjang gelombang tertentu diserap, sedangkan cahaya yang tidak diserap diteruskan atau dipantulkan sehingga terlihat sebagai warna tertentu. Contohnya pada indigotin dari daun salaon, struktur indigotin memiliki sistem ikatan rangkap terkonjugasi yang menyebabkan senyawa tersebut dapat menyerap cahaya pada daerah tertentu sehingga menghasilkan warna biru.

b) Ikatan Hidrogen

Proses pewarnaan alami pada benang ulos melibatkan interaksi antara zat warna dari bahan alam dengan serat benang. Serat benang tersusun terutama atas selulosa yang memiliki banyak gugus hidroksil ($-OH$). Ketika benang dicelupkan ke dalam larutan pewarna, senyawa pigmen dari bahan alami dapat berinteraksi dengan gugus $-OH$ pada selulosa melalui ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen merupakan gaya tarik-menarik antarmolekul yang terjadi antara atom hidrogen dengan atom yang memiliki keelektronegatifan tinggi,

seperti oksigen. Interaksi tersebut membantu zat warna menempel atau teradsorpsi pada serat benang. Namun, ikatan hidrogen relatif lebih lemah dibandingkan ikatan kimia yang kuat sehingga sebagian zat warna dapat terlepas ketika benang dicuci atau terkena air. Oleh karena itu, dalam proses pewarnaan alami dapat digunakan mordan, seperti tawas atau tunjung, untuk membantu meningkatkan ketahanan dan memperkuat interaksi zat warna dengan serat. Pada penelitian pewarnaan ulos Batak Toba, interaksi ikatan hidrogen dapat dikaitkan dengan penggunaan air kelapa dalam proses pewarnaan. Komponen yang memiliki gugus polar dalam air kelapa dapat berinteraksi dengan gugus $-OH$ pada selulosa maupun gugus polar pada senyawa pewarna. Dengan demikian, ikatan hidrogen dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana gaya antarmolekul membantu zat warna berinteraksi dan melekat pada serat benang.

vi. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

Materi ini berkaitan dengan: (1) luas permukaan: yang dimana bahan alam seperti secang, biji pining dan jelawe dipotong kecil-kecil atau dihaluskan sebelum direbus. Tujuannya adalah untuk memperluas permukaan bahan sehingga bidang sentuh antara zat pereaksi semakin besar. Semakin luas bidang sentuh antar pereaksi maka laju ekstraksi zat warna akan semakin cepat sehingga warna lebih mudah dihasilkan. (2) Suhu: reaksi kimia umumnya berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi, sedangkan pada suhu rendah reaksi berlangsung lebih lambat. Dalam proses ekstraksi zat warna dari bahan alam, suhu juga memengaruhi kecepatan proses ekstraksi. Bahan yang diekstraksi melalui perebusan dengan suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat pelepasan zat warna dari bahan alam sehingga waktu yang diperlukan untuk memperoleh ekstrak warna menjadi lebih singkat. Oleh karena itu, peningkatan suhu selama proses perebusan untuk mempercepat proses ekstraksi zat warna. (3) Konsentrasi: larutan pewarna mempengaruhi proses pewarnaan benang. Semakin tinggi konsentrasi zat warna, semakin banyak partikel zat warna dalam setiap satuan volume sehingga proses pewarnaan dapat berlangsung lebih efektif. Konsentrasi dapat ditingkatkan dengan menggunakan lebih banyak bahan alam dan sedikit pelarut air. Perebusan dalam keadaan terbuka juga menyebabkan penguapan pelarut sehingga larutan menjadi lebih pekat.

vii. Kinetika Kimia

Materi ini berkaitan dengan proses pewarnaan kain tenun *ulos* bahan alam seperti kayu secang, biji pining dan jelawe dipotong kecil-kesil dan ada yang dihaluskan bertujuan agar meningkatkan luas permukaan bahan, sehingga menurunkan aktivitas dan reaksi kimia berjalan cepat.

viii. Asam Basa

Materi ini berkaitan dengan proses pewarnaan kain tenun *ulos* yang dimana bahan-bahan seperti biji pining, kayu secang, tanah, daun salaon (*Strobilanthes cusia*) dan buah jelawe dapat dijadikan indikator alami.

ix. Koloid

Materi ini berkaitan dengan proses pewarnaan kain tenun *ulos* antara lain: (1) Proses perebusan bahan pewarna alami seperti biji pinang dan secang menghasilkan sistem koloid karena tidak sepenuhnya larut dalam air. Proses ekstraksi pewarna alam merupakan jenis koloid sol. Sol adalah koloid dengan fase terdispersinya padat dan fase pendispersi cair. Dalam proses ekstraksi pewarna alam, fase terdispersinya yaitu bagian tumbuhan yang digunakan sebagai pewarna dan fase pendispersinya adalah air. (2) Proses fermentasi alami tanah selama 1 bulan menyebabkan partikel-partikel tanah terdispersi dalam air sehingga membentuk sistem koloid. (3) Setelah proses pewarnaan selesai, benang dicelupkan ke dalam larutan kanji yang oleh masyarakat

Batak dikenal dengan istilah mangkanji. Larutan kanji merupakan sistem koloid berupa sol pati dalam air. Ketika dipanaskan, pati mengalami proses gelatinisasi yang menyebabkan larutan menjadi lebih kental sehingga dapat melapisi permukaan serat benang. Lapisan tersebut berfungsi untuk memperkuat benang, mengurangi kekusutan, serta mempermudah proses penenunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pewarnaan kain tenun *ulos* Batak Toba memanfaatkan berbagai bahan alam, yaitu daun salaon (*Strobilanthes cusia*) sebagai pewarna biru, kayu secang *Caesalpinia sappan*) sebagai pewarna merah, biji pinang (*Areca catechu*) sebagai pewarna cokelat muda, kulit buah jelawe (*Terminalia bellirica*) sebagai pewarna kuning kecokelatan hingga abu-abu, serta tanah sebagai pewarna hitam. Proses pewarnaan meliputi persiapan dan pengolahan bahan pewarna melalui perebusan atau fermentasi, pencelupan benang, pemberian bahan pengikat warna, dan pengeringan. Pengetahuan etnokimia yang terdapat dalam proses tersebut dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran kimia SMA, meliputi materi ilmu kimia dan peranannya, kimia hijau, reaksi kimia, rumus kimia dan tata nama senyawa, ikatan kimia, kinetika kimia, asam-basa, dan sistem koloid.

REFERENSI

- Adawiyah, D.R., Lioe, H.N., Anggreni, R. (2012). Isolation and characterization of the major natural dyestuff component of Brazilwood (*Caesalpinia sappan* L .). *International Food Research Journal*, 19(2), 537–542.
- Chanayath, N., Lhieochaiphant, S., & Phutrakul, S. (2002). Pigment extraction techniques from the leaves of *Indigofera tinctoria* Linn. and *Baphicacanthus cusia* Brem. and chemical structure analysis of their major components. *CMU Journal*, 1, 149–160.
- Dapson, R.W., & Bain, C. L. (2015). Brazilwood, sappanwood, brazilin and the red dye brazilin: From textile dyeing and folk medicine to biological staining and musical instruments. *Biotechnic and Histochemistry*, 90(6), 401–423. <https://doi.org/https://doi.org/10.3109/10520295.2015.1021381>
- Dewi, L., & Wirasuta, M. A. G. (2023). Studi literatur aktivitas antiinflamasi sebagai penyembuh luka tumbuhan obat terpilih berdasarkan ramuan usada tiwas panggung. *Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi*, 1, 36–49. <https://doi.org/10.24843/wsnf.2022.v01.i01.p04>
- Fitri, Z. A., Siti, N., Ambarwati, S., & Jubaedah, L. (2020). Pemanfaatan ekstrak kental kulit batang secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai zat pewarna pada sediaan blush on compact. *Jurnal Tata Rias*.
- Holilullah, Afandi, A., & Novpriansyah, H. (2015). Karakteristik sifat fisik tanah pada lahan produksi rendah dan tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2), 278–282.
- Holle, E., Yabansabra, Y. R., & Risal, Y. (2018). Ekstraksi dan karakterisasi tanin dari biji pinang hutan (*Pinanga khulli*) sebagai pewarna tekstil. *AVOGADRO Jurnal Kimia*, 2(1), 15–21. <https://ejournal.uncen.ac.id/index.php/JA/article/view/889>
- Irianti, R. (2022). Etnobotani *Areca catechu* L. (pinang) suku Dayak Bakumpai Bantuil Kabupaten Barito Kuala berbentuk buku ilmiah populer. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(4).
- Lyu, Q., Daoruang, K., Sankaburanurak, A., & Apiwathnasorn, C. (2024). Research of the dyeing properties of lychee leaves and sappan wood extract on silk-linen fabric. *Textile & Leather Review*, June, 971–987. <https://doi.org/https://doi.org/10.31881/TLR.2024.088>
- Maula, N. N., Mustika, R. A., Wahyuni, S., & Faizah, U. N. (2023). Potensi senyawa antioksidan yang terkandung dalam kayu secang (*Caesalpinia sappan*) untuk perawatan kulit alami. *Journal of Biological Education and Science*, 4(1), 41–49. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v4i1.90>
- Meutia, Y. R., Susanti, I., & Siregar, N. C. (2019). Uji stabilitas warna hasil kopigmentasi asam tanat dan asam sinapat pada pigmen brazilin asal kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Warta Industri Hasil Pertanian*, 36(1), 30. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v36i1.4504>
- Miles, M.B., Huberman, A.M. & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications. Sage, London.

- Nabillah, A.-Z., & Chatri, M. (2024). Peranan senyawa metabolit sekunder untuk pengendalian penyakit pada tanaman. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15900–15911.
- Namirah, I., Affifah, I., Wijayanti, I. E., & Langitasari, I. (2019). Kajian terhadap tanaman pewarna alami pada masyarakat Baduy Luar. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 204–212. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.6150>
- Njatriani, R. (2018). Kearifan lokal dalam perspektif budaya. *Gema Keadilan*, 5, 16–31.
- Nuryanti, S.; Matsjeh, S.; Anwar, C.; Raharjo, T. J. (2010). Indikator titrasi asam-basa dari ekstrak bunga sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L.). *Agritech*, 30(3), 178–183.
- Ola, P. D., Lapailaka, T., & Baun, D. N. (2024). Ekstrak air biji pinang (*Areca catechu* L.) sebagai pengompleks untuk analisis Fe(III) menggunakan metode pencitraan digital. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 6(2), 98–108.
- Priliyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa dalam mempelajari kimia kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11–18. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i1.32402>
- Rahmi, F., & Efi, A. (2025). Kualitas tanah liek yang digunakan sebagai pewarna batik tanah liek di rumah batik salingka tabek Solok. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 6(2), 1090–1097.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6–34.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R & D*.
- Suja, I. W. (2010). *Kearifan lokal sains asli Bali*. Surabaya: Penerbit Paramita.
- Thoriq, & Pramesthi, A. R. Y. (2024). Bioaktivitas, sintesis, dan pemanfaatan tanin: Tinjauan literatur. *Variable Research Journal*, 01(01), 73–85.
- Widiantari, V. (2023). Eksplorasi dan integrasi pengetahuan etnokimia perajin kain tradisional Bebal Desa Seraya ke dalam pembelajaran kimia SMA. *Skripsi. Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Yupa, P., Sartika, A., & Fithri, A. (2025). Determination of tannin content in mangkokan leaves (*Polyscias scutellaria* (Burm.f.) Fosberg) and guava leaves (*Psidium guajava* L.) using UV-Vis spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(4), 3048–3057.
- Zaky, M., Susanti, T. R., & Kuncoro, B. (2015). Pengembangan formulasi dan uji evaluasi fisik sediaan pewarna rambut ekstrak biji pinang (*Areca catechu* L.) sebagai pewarna alam. *Farmagazine*, 2(1), 35–43.