

Pemanfaatan ekstrak kulit manggis (*Garcinia Mangostana L.*) dengan penambahan nanoemulsi kitosan sebagai pewarna alami pada kain batik katun

Jason Gabrielle Kuntjoro^{*a}, Christina Setyadewi Mustikarini^a

^a SMA Kolese Loyola, Semarang, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 05 Januari 2026
Disetujui 20 Januari 2026
Dipublikasi 30 Januari 2026

*email:

gabjason259@gmail.com

Key word:

Batik,

Biomordant,

Chitosan Nanoemulsion,

Color Fastness,

Mangosteen Peel Dyes

ABSTRACT

Environmental pollution caused by batik industrial wastewater containing synthetic dyes that are toxic and poorly biodegradable remains a serious issue in Indonesia. Although natural dyes derived from biological resources offer an environmentally friendly alternative, their application is limited by low color fastness, necessitating effective mordanting agents. This study aimed to determine the optimal chitosan nanoemulsion biomordant formulation and to evaluate the effect of nanoemulsion particle size on the color fastness of cotton fabric. An experimental method was employed by varying sonication time to obtain different chitosan nanoemulsion particle sizes: F1 (30 min; 42.24 nm), F2 (60 min; 26.48 nm), and F3 (90 min; 11.55 nm), with a control sample without nanoemulsion. Dyeing was conducted using pre-mordanting and post-mordanting methods, and color fastness was assessed according to ISO 105-C06:2003. The results showed that F3 exhibited the best color fastness, with a ΔE value of 1.19 and a grayscale rating of 4–5, outperforming F2, F1, and the control. Linear regression analysis revealed a significant effect of nanoemulsion particle size on color fastness, with a coefficient of determination (R^2) of 96%. It can be concluded that smaller chitosan nanoemulsion particle sizes enhance color fastness, indicating strong potential for application as an eco-friendly biomordant in sustainable batik production.

ABSTRAK

Kata kunci:

Batik,

Biomordan,

Ketahanan Luntur Warna

Nanoemulsi Kitosan,

Pewarna Kulit Manggis

Pencemaran limbah industri batik akibat penggunaan pewarna sintesis yang bersifat toksik dan sulit terurai menjadi tantangan lingkungan serius di Indonesia. Pewarna alami berbasis bahan hayati merupakan alternatif ramah lingkungan, namun memiliki keterbatasan pada ketahanan luntur warna sehingga memerlukan mordan yang efektif. Penelitian ini bertujuan menentukan formulasi biomordan nanoemulsi kitosan terbaik serta menganalisis pengaruh ukuran partikel nanoemulsi terhadap ketahanan luntur warna pada kain katun. Metode penelitian bersifat eksperimental dengan variasi lama sonikasi untuk menghasilkan ukuran nanoemulsi kitosan berbeda, yaitu F1 (30 menit; 42,24 nm), F2 (60 menit; 26,48 nm), dan F3 (90 menit; 11,55 nm), serta kontrol tanpa nanoemulsi. Proses pewarnaan dilakukan dengan metode pre-mordanting dan post-mordanting, kemudian diuji ketahanan luntur warnanya berdasarkan standar ISO 105-C06:2003.

Hasil menunjukkan bahwa formulasi F3 memberikan ketahanan luntur warna terbaik dengan nilai ΔE 1,19 dan grayscale 4–5, jauh lebih baik dibandingkan F2, F1, dan kontrol. Analisis regresi linear menunjukkan pengaruh signifikan ukuran nanoemulsi terhadap ketahanan luntur warna dengan nilai R^2 sebesar 96%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa semakin kecil ukuran nanoemulsi kitosan, semakin tinggi ketahanan luntur warna, sehingga berpotensi mendukung pengembangan pewarna alami berkelanjutan pada industri batik.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pencemaran lingkungan akibat limbah cair industri telah menjadi salah satu isu lingkungan terbesar setelah polusi udara [1]. Industri tekstil berkontribusi signifikan, dengan menyumbang sekitar 20% limbah air global [2]. Di Indonesia, beban limbah tekstil mencapai 900 ton per hari, dan sekitar 30% di antaranya berasal dari industri batik [3]. Besarnya jumlah limbah tersebut terutama disebabkan penggunaan zat pewarna sintesis, di mana setiap tahun sekitar 60.000 ton dibuang ke lingkungan, dengan 80% di antaranya merupakan zat warna azo, khususnya warna merah yang dominan dipakai dalam batik [4,5].

Masalah utama dari pewarna azo adalah sifatnya yang sulit terurai serta kandungan senyawa aromatik yang berpotensi toksik, mutagenik, dan karsinogenik [6,7]. Hal ini diperburuk dengan data limbah cair batik di Kampung Batik Laweyan Surakarta, salah satu sentra batik tertua di Indonesia, yang menunjukkan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang jauh melampaui baku mutu lingkungan [8,9]. Pembuangan limbah tekstil yang tidak terkontrol tidak hanya membawa dampak buruk bagi kesehatan, namun juga bagi lingkungan. Beberapa

contoh di lapangan yaitu seperti merusak ekosistem perairan, menghambat fotosintesis, serta memicu akumulasi bahan beracun dalam rantai makanan (bioakumulasi). Situasi ini mendorong perlunya pencarian sumber pewarna alami yang lebih aman dan berkelanjutan.

Salah satu pewarna alami yang dapat digunakan berasal dari kulit manggis. Kulit manggis merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia, dengan produksi mencapai 397.175 ton pada tahun 2023, di mana 70–75% bagian buah berupa kulit [10,11]. Kulit manggis kaya akan pigmen pemberi warna atau antosianin (0,66 g/100 g), yang potensinya lebih tinggi dibandingkan sumber alami lain seperti ubi ungu atau buah naga [12]. Namun, kelemahan utama antosianin adalah ketidakstabilannya terhadap cahaya, pH, dan suhu, sehingga pewarna alami ini mudah pudar [13].

Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan mordan menjadi kunci. Mordan konvensional seperti tawas sudah lama digunakan, tetapi masih menghasilkan ketahanan luntur warna rendah jika dipadukan dengan pewarna alami [14]. Penambahan kitosan dari limbah kulit udang menawarkan alternatif menarik karena bersifat biokompatibel, biodegradable, serta mampu mengikat molekul pewarna dengan baik [15].

Indonesia sendiri menghasilkan limbah kulit udang hingga 3,89 ton per tahun [16], yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber kitosan.

Lebih jauh, efektivitas kitosan dapat ditingkatkan dalam bentuk nanoemulsi. Dengan ukuran yang sebanding dengan molekul antosianin, nanoemulsi kitosan mampu memperkuat interaksi elektrostatik dan ikatan hidrogen, menembus pori-pori serat kain lebih baik, serta membuat pewarna terikat lebih merata dan tidak mudah luntur [17]. Kain katun, sebagai kain utama dalam batik, sangat sesuai untuk diaplikasikan karena struktur selulosanya memiliki kemampuan ikatan tinggi dengan zat warna alami [18].

Berangkat dari permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan kulit manggis sebagai sumber pewarna alami dengan penambahan nanoemulsi kitosan sebagai pendekatan inovatif. Upaya ini tidak hanya bertujuan mengeksplorasi potensi antosianin dari kulit manggis dalam pewarnaan kain katun, tetapi juga memanfaatkan limbah pertanian dan perikanan secara lebih produktif melalui pengolahan kitosan. Dengan demikian, penelitian berjudul "Eco-Batik: Pemanfaatan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Penambahan Biomordan Nanoemulsi Kitosan sebagai Pewarna Alami pada Kain Batik Katun" diharapkan mampu mengetahui formulasi nanoemulsi kitosan mana yang menghasilkan ketahanan luntur warna terbaik pada kain katun serta dapat mengetahui pengaruh ukuran partikel nanoemulsi kitosan terhadap ketahanan luntur warna dari pewarna ekstrak kulit manggis pada kain katun. Maka dari itu, penelitian kami dapat memberikan

kontribusi nyata bagi produsen batik dalam menerapkan praktik produksi berkelanjutan, sekaligus menjadi langkah mitigasi terhadap pencemaran lingkungan di masa kini maupun mendatang.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kitosan memiliki potensi besar sebagai mordan dalam meningkatkan kualitas dan ketahanan warna pada kain yang diberi pewarna alami. Hasil penelitian melaporkan bahwa penggunaan kitosan sebagai mordan pada pewarna alami dari biji lotus secara signifikan meningkatkan ketahanan luntur warna, daya serap, serta kualitas pewarnaan kain katun [19]. Hasil penelitian lain juga menemukan bahwa konsentrasi kitosan berbanding lurus dengan kestabilan warna biji kesumba pada kain katun, di mana perlakuan dengan kitosan 2,0% menghasilkan kekuatan warna tertinggi [20]. Sejalan dengan penelitian tersebut, penelitian lain menunjukkan bahwa perlakuan awal menggunakan kitosan maupun mordan lain seperti tawas pada ekstrak daun mangga mampu memperbaiki kekuatan serta kecerahan warna pada kain [21].

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada penggunaan kitosan dalam bentuk konvensional maupun variasi jenis mordan, serta menguji pengaruh konsentrasi atau perbandingan perlakuan mordan terhadap ketahanan warna. Berbeda dari penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menitikberatkan pada pengaruh ukuran nanoemulsi kitosan terhadap ketahanan warna pewarna alami. Selain itu, penelitian ini menggunakan kulit manggis sebagai

sumber pewarna alami, yang masih jarang dieksplorasi dibandingkan bahan pewarna lain seperti biji lotus, biji kesumba, atau daun mangga. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan nanoemulsi kitosan dan pendekatan untuk mengetahui pengaruh ukuran nanoemulsi kitosan terhadap ketahanan warna ekstrak kulit manggis pada kain katun.

METODE

Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental yang dilaksanakan pada 28 Februari–8 Agustus 2025 di Laboratorium Kimia SMA Kolese Loyola Semarang, Laboratorium Fakultas Teknologi Pangan (FTP) Soegijapranata Catholic University, dan Laboratorium UPT Universitas Diponegoro. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ukuran nanoemulsi kitosan yang digunakan sebagai biomordan dengan perlakuan lama sonikasi 30 menit, 60 menit, 90 menit, serta 0 menit sebagai kontrol. Selain itu, variabel terikat dalam penelitian ini yaitu ketahanan warna kain, sedangkan variabel kontrol meliputi kain katun, kulit manggis, serta konsentrasi kitosan dan tawas yang dapat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Perla - kuan	Lama Sonikasi (menit)	Konsen -trasi Kitosan (%)	Konsen -trasi Tawas (%)
F1	30	0,3	1
F2	60	0,3	1
F3	90	0,3	1
Kontrol	0	0	1

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas saring, blender, labu alas datar, dehidrator, timbangan digital, *beaker glass*, *magnetic stirrer*, *water bath*, *centrifuge*, *chromameter*, dan *Particle Size Analyzer (PSA)*. Bahan yang digunakan terdiri atas 140 g kulit manggis, 0,3 g serbuk kitosan, 8 potong kain katun ukuran 4x4 cm, 530 ml etanol 96%, 97 ml *aquadest*, 30 ml larutan HCl, 3 ml asam asetat, 2,5 ml *Tween* 80, dan 50 ml NaTPP.

Pembuatan Ekstrak Kulit Manggis

Ekstrak kulit manggis diperoleh melalui maserasi menggunakan etanol 96% dengan tambahan HCl (1:4) selama lima hari [22]. Setelah itu, filtrat disaring untuk memperoleh ekstrak pekat kulit manggis yang siap digunakan. Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 0,3% kitosan dalam campuran asam asetat 3% dan *aquadest* pada suhu 40°C selama 30 menit, kemudian disaring hingga jernih [23].

Pembuatan Nanoemulsi Kitosan

Nanoemulsi kitosan dibuat dengan metode gelasi ionik, yaitu mencampurkan larutan kitosan dengan *tween* 80 dan NaTPP selama dua jam pada suhu ruang. NaTPP berfungsi sebagai agen ikat silang yang berinteraksi secara elektrostatis dengan gugus NH_3^+ , membentuk partikel kecil yang stabil [24]. Proses dilanjutkan dengan ultrasonikasi selama 30, 60, dan 90 menit menggunakan sonikator, kemudian dilakukan sentrifugasi untuk memisahkan partikel berukuran besar [25].

Proses Mordanting Warna

Tahap *mordanting* yaitu pengikatan warna dilakukan dengan metode *pre-mordanting* dan *post-mordanting*. Pada

pre-mordanting, kain katun berukuran 4×4 cm direndam dalam larutan nanoemulsi kitosan, dikeringkan, kemudian dicelup dalam larutan tawas dan dikeringkan kembali. Setelah itu, kain dicelupkan dalam ekstrak kulit manggis pada suhu 50°C menggunakan water bath selama dua jam, dikeringkan, lalu dicelup ulang dalam ekstrak selama dua jam sebelum pengeringan akhir [20]. Perlakuan post-mordanting dilakukan dengan merendam kain hasil pencelupan dalam larutan nanoemulsi kitosan, diikuti perendaman dalam larutan tawas, masing-masing dengan tahap pengeringan.

Pengujian Ukuran Nanoemulsi Kitosan

Pengujian dalam penelitian ini meliputi analisis ukuran partikel dan distribusi ukuran menggunakan *Particle Size Analyzer (PSA)*. PSA dilakukan pada sampel yang difiltrasi menggunakan *syringe filter* 0,45 µm untuk menyaring agregat besar sehingga dapat diperoleh distribusi ukuran yang representatif [26].

Pengujian CIE Lab

Kain diuji berdasarkan standar ISO 105-C06:2003 melalui pencucian dalam larutan deterjen (4 g/L) dan natrium karbonat (2 g/L) pada suhu 50°C selama 30 menit dengan rasio *liquor:bahan* 1:50. Kemudian, kain diukur sebelum dan sesudah pencucian menggunakan *chromameter* dengan iluminan D65 untuk memperoleh nilai CIELab (L, a, b*). Sistem CIELab dipilih karena mampu menggambarkan persepsi warna manusia secara kuantitatif dan objektif [27].

Pengujian Ketahanan Luntur Warna

Ketahanan luntur warna diwakili oleh nilai ΔE , yang didapat dengan menghitung perubahan warna total ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$). Nilai ΔE yang lebih besar menunjukkan perubahan warna signifikan. Nilai ini digunakan sebagai indikator efektivitas nanoemulsi kitosan dalam meningkatkan ketahanan warna kain katun [28]. Selanjutnya, nilai ΔE dikonversi menjadi grayscale untuk menilai tingkat kelunturan. *Grayscale* berfungsi untuk memberikan representasi visual yang lebih sederhana mengenai perubahan warna, sehingga memudahkan penilaian tingkat ketahanan warna dan melihat seberapa besar potensi aplikasi pewarna alami tersebut dalam pemakaian industri.

Analisis Regresi Linear

Sebagai pembuktian, analisis regresi dilakukan untuk menentukan hubungan antara ukuran nanoemulsi kitosan dengan perubahan nilai ΔE pada kain katun. Data hasil pengujian nilai ΔE dan nanoemulsi kitosan kemudian dianalisis menggunakan regresi linier dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel. Persamaan regresi dan nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh untuk mengetahui besarnya pengaruh ukuran atau konsentrasi kitosan terhadap perubahan ΔE .

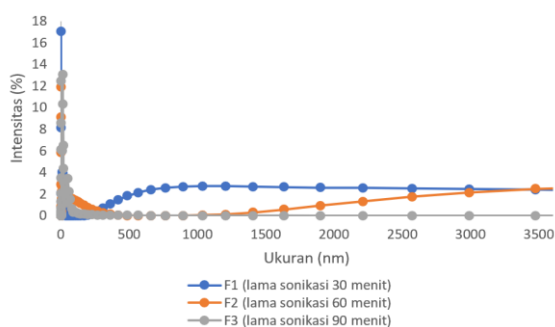
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Ukuran Nanoemulsi Kitosan

Hasil uji *Particle Size Analyzer (PSA)* pada Gambar 1 menunjukkan bahwa ukuran rata-rata sampel nanoemulsi kitosan F1, F2, dan F3 secara berturut-turut yaitu 42,24 nm; 26,48 nm; dan 11,55 nm. Perlakuan F1 dan F2 berada dalam rentang ukuran nanoemulsi optimal yaitu di bawah

30 nm [27].

Ukuran nanoemulsi kitosan yang lebih kecil akan memiliki luas permukaan yang lebih besar per satuan massa, yang berarti lebih banyak gugus amino kitosan tersedia untuk berinteraksi dengan molekul pewarna alami dan serat katun. Hal ini penting karena meningkatkan kemampuan nanoemulsi untuk berfungsi sebagai biomordan yang mengikat pewarna dengan lebih efektif pada serat kain [28].



Gambar 1. Hasil Uji *Particle Size* Nanoemulsi Kitosan

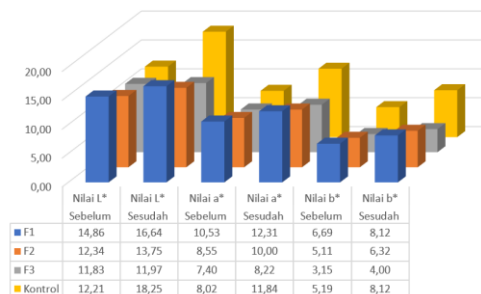
Pengujian CIE Lab

Perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* pada Gambar 2 menunjukkan tingkat kestabilan antosianin pada kain yang diwarnai ekstrak kulit manggis setelah pencucian. Pada parameter L^* , seluruh sampel mengalami peningkatan, menandakan warna menjadi lebih terang. Peningkatan terbesar terjadi pada kontrol, menunjukkan pelunturan warna yang lebih intens akibat tidak adanya lapisan pelindung. Formula nanokitosan (F1–F3) memperlihatkan kenaikan L^* yang lebih kecil, konsisten dengan fungsi kitosan dalam membentuk interaksi elektrostatik yang memperlambat degradasi antosianin [29].

Nilai a^* pada semua sampel juga meningkat, menunjukkan pergeseran warna

ke arah merah. Pergeseran ini umumnya terjadi saat komponen antosianin yang memberi warna kebiruan terdegradasi lebih dahulu [29]. Kontrol kembali menunjukkan perubahan paling besar, sedangkan F1–F3 mengalami kenaikan a^* yang lebih stabil, menandakan kestabilan struktur antosianin lebih baik pada sistem nanokitosan [30].

Parameter b^* meningkat pada seluruh perlakuan, menunjukkan warna bergerak ke arah kuning. Peningkatan b^* terbesar pada kontrol mengindikasikan hilangnya komponen biru secara signifikan. Formula nano kitosan menunjukkan kenaikan b^* yang lebih kecil, mendukung bahwa nanokitosan mampu menekan oksidasi dan menjaga keseimbangan warna.

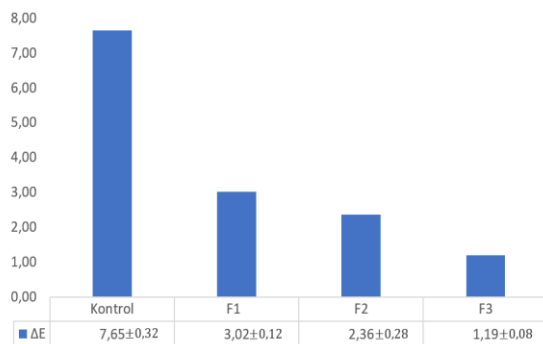


Gambar 2. Hasil Uji CIE Lab

Pengujian Ketahanan Luntur Warna

Nilai ΔE pada Gambar 3 menjadi indikator utama dalam menilai ketahanan luntur warna. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki ΔE tertinggi (7,65; *grayscale* 2-3), sehingga hanya berada pada batas minimum penerapan kain. Selanjutnya, perlakuan F1 (lama sonikasi 30 menit) memiliki ΔE tertinggi kedua (3,02; *grayscale* 3-4), sehingga hanya berada pada batas minimum penerapan kain. Perlakuan F2 (lama sonikasi 60 menit) menurunkan nilai ΔE menjadi 2,36 (*grayscale* 4) yang sudah sesuai dengan

standar industri batik. Sementara itu, perlakuan F3 (lama sonikasi 90 menit) memberikan hasil paling optimal dengan ΔE terendah 1,19 (*grayscale* 4-5), sehingga dapat dinyatakan terstandarisasi secara komersial sesuai konversi Nilai ΔE ke *Grayscale* terlihat pada Tabel 2 [31].



Gambar 3. Hasil Uji Korelasi

Tabel 2. Konversi Nilai ΔE ke *Grayscale* [32]

<i>Delta E color difference</i>	<i>Grayscale Rating</i>
0 to 0.3	5
0.3 to 2.3221	4/5
2.3221 to 2.79821	4
2.79821 to 4.6887	3/4
4.6887 to 6.2386	3
6.2386 to 8.5241	2/3
8.5241 to 11.0858	2
> 12.3501	1

Perbandingan Visual Warna Sebelum dan Sesudah Pencucian

Melalui Tabel 3 di bawah, perlakuan kontrol mengalami perubahan warna paling signifikan dibandingkan dengan perlakuan dengan nanoemulsi kitosan (F1, F2, F3). F1 mengalami perubahan warna cukup signifikan dari merah tua menjadi merah muda di hampir semua bagian, sedangkan

perlakuan F2 hanya mengalami perubahan dari merah tua menjadi merah muda di beberapa bagian. Adapun perlakuan F3 hampir tidak mengalami perubahan warna.

Tabel 3. Perbandingan Perubahan Warna Sampel Sebelum dan Setelah Pencucian

Perlakuan	Sebelum Pencucian	Setelah Pencucian
Kontrol		
F1		
F2		
F3		

Interaksi Elektrostatis antara Kitosan, Pewarna, dan Serat Tekstil

Fenomena perbedaan ketahanan luntur warna pada berbagai perlakuan dapat dijelaskan melalui mekanisme interaksi elektrostatis antara kitosan, antosianin sebagai pewarna alami, serta serat tekstil. Kitosan memiliki gugus amino primer ($-NH_2$) yang dapat terprotonasi menjadi $-NH_3^+$ dalam kondisi asam, sehingga bermuatan positif. Sedangkan, antosianin dapat terdeprotonasi menjadi fenolat ($-O^-$) yang bermuatan negatif. Adanya perbedaan muatan ini memungkinkan terbentuknya gaya tarik elektrostatis antara molekul kitosan dan serat tekstil [31].

Pada perlakuan kontrol tanpa kitosan, antosianin jauh lebih mudah luntur saat pencucian. Ion Al^{3+} dari tawas mempercepat hidrolisis antosianin dan mengubahnya menjadi bentuk fenolat yang tidak stabil serta mudah terdegradasi [32]. Tanpa peran kitosan sebagai penahan dan penstabil, antosianin cepat teroksidasi sehingga warna memudar signifikan setelah pencucian [33].

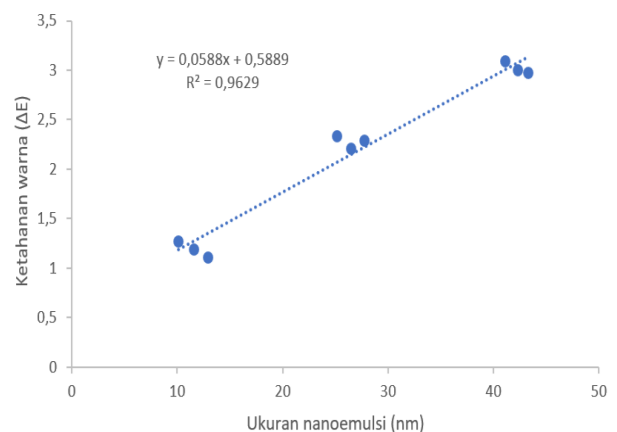
Sebaliknya, pada perlakuan dengan nanoemulsi kitosan (F1, F2, F3), interaksi elektrostatis memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan warna. Gugus amonium ($-NH_3^+$) dari kitosan dapat berikatan dengan gugus fenolat ($-O^-$) dari antosianin, membentuk kompleks yang lebih stabil terhadap oksidasi. Interaksi ini menjadikan kitosan berfungsi sebagai biomordan yang memperkuat ikatan antara pewarna dan molekul antosianin [34].

Khusus pada perlakuan F3, ukuran partikel yang sangat kecil (sekitar 11,55 nm) memberikan luas permukaan yang lebih besar, sehingga jumlah gugus aktif yang dapat berinteraksi dengan antosianin dan serat juga meningkat. Hal ini menghasilkan distribusi yang lebih homogen di permukaan serat dan menciptakan "jembatan elektrostatis" antara molekul pewarna dan substrat. Akibatnya, warna menjadi lebih stabil terhadap degradasi dan tidak mudah luntur selama proses pencucian. Selain itu, interaksi elektrostatis antara kitosan dan ion Al^{3+} turut mengurangi pelepasan ion tersebut ke dalam larutan. Kitosan yang bermuatan positif dapat menstabilkan ion Al^{3+} melalui pembentukan kompleks, sehingga mencegah hidrolisis menjadi $Al(OH)_3$ dan pembentukan OH^- bebas yang berpotensi

mendeprotonasi antosianin [35]. Dengan demikian, kombinasi mekanisme ini membuat perlakuan kitosan nano menunjukkan ketahanan warna paling tinggi.

Analisis Regresi Linear

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,96 menunjukkan bahwa 96% variasi kestabilan warna (ΔE) dapat dijelaskan oleh ukuran kitosan yang digunakan dalam perlakuan, sementara hanya 4% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Dengan demikian, semakin kecil ukuran nanoemulsi kitosan akan menghasilkan ketahanan luntur warna yang tinggi.



Gambar 4. Hasil Uji Ketahanan Luntur Warna

KESIMPULAN

Penelitian Eco-Batik: Pemanfaatan Ekstrak Kulit *Manggis* (*Garcinia mangostana* L.) dengan Penambahan Nanoemulsi Kitosan sebagai Pewarna Alami Kain Batik Katun menunjukkan bahwa formulasi nanoemulsi kitosan terbaik diperoleh pada formulasi F3 dengan lama sonikasi 90 menit. Formulasi ini menghasilkan ukuran partikel paling kecil sehingga mampu memberikan ketahanan luntur warna

tertinggi, yang ditunjukkan oleh nilai ΔE terendah sebesar 1,19 dan nilai grayscale 4–5, menandakan perubahan warna yang sangat minimal setelah proses pencucian. Analisis regresi menunjukkan koefisien determinasi sebesar 0,96, yang mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat antara ukuran nanoemulsi kitosan dan nilai ΔE . Semakin kecil ukuran nanoemulsi kitosan yang digunakan, semakin baik ketahanan warna ekstrak kulit manggis pada kain katun. Hasil ini menegaskan potensi nanoemulsi kitosan sebagai biomordan ramah lingkungan dalam meningkatkan performa pewarna alami untuk mendukung pengembangan batik berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMA Kolese Loyola Semarang atas dukungan dan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Christina Setyadewi Mustikarini, S.T.P., M.Si. selaku pembimbing penelitian atas arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian.

Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Melisa Tristie Angelina, S.T. selaku laboran kimia atas bantuan teknis dan penyediaan fasilitas laboratorium. Selain itu, penulis mengapresiasi UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro serta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata, Kampus BSB City atas dukungan fasilitas dan sarana penelitian yang digunakan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nishat A, Yusuf M, Qadir A, et al. Wastewater treatment: A short assessment on available techniques. *Alexandria Eng J* 2023;76:505-516.
- [2] Haris MN, Sasongko ADW, Ramadhani FM Al. Kinetic and Equilibrium Study of Synthetic Dye Adsorption Using Alkali-Activated Scallop Shells as Sustainable Adsorbents. *Adv Sustain Sci Eng Technol* 2025;7:02502021. <https://doi.org/10.26877/2nbjnr75>.
- [3] Kurniawan C, Mahatmanti FW, Mahfudz J, et al. Color and chemical oxygen demand removal of natural indigo-based batik dyeing wastewater. *Int J Res Innov Entrep* 2021;2(1):10-17.
- [4] Liu Q. Pollution and treatment of dye wastewater. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2020;514:052001.
- [5] Haris MN, Ratnawati R, Aryanti N. Effect of acid and alkaline treatment on the adsorption capacity of cuttlefish bone. *World J Adv Eng Technol Sci* 2023;9:316–20. <https://doi.org/10.30574/wjaets.2023.9.1.0177>.
- [6] Handajani, J., Narissi, D.H., 2016. Expression of cytokeratin 5 in buccal mucosa epithelial cells of batik workers. *Int J of Sci Res* 5(2), 510-515.
- [7] Ardila-Leal LD, Poutou-Piñales RA, Pedroza-Rodríguez AM, Quevedo-Hidalgo BE. Environmental impact of synthetic dyes and their removal. *Molecules* 2021;26(13):3813.
- [8] Yuniarti BI, Widayatno T. Analysis of BOD, COD, and TSS of textile

- wastewater. *J Rekayasa Hijau* 2022;5(3):238-247.
- [9] Ramadhan AWW, Safitri FE, Khairunnisa H, et al. Pollution analysis of Sungai Jenes. *J Ilmu Lingkungan* 2023;21(2):318-328.
- [10] Otalora MC, Wilches-Torres A, Castano JAG. Microencapsulation of anthocyanins from mangosteen peel. *Powder Technol* 2024;120580.
- [11] Badan Pusat Statistik Indonesia. Produksi tanaman buah-buahan 2021-2023. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjljMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html> (diakses 20 Oktober 2025).
- [12] Hien NT, Hoa HD, Tu NTM. Extraction of anthocyanin from mangosteen peel. *Food Sci Appl Biotechnol* 2019;2(2):130-137.
- [13] Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. Anthocyanins: Stability and applications. *Food Nutr Res* 2017;61:1361779.
- [14] Kovacevic Z, Sutlovic A, Matin A, Bischof S. Natural dyeing of cellulose fibers. *Materials* 2021;14:4091.
- [15] Xiao L. Chitosan application in textile processing. *Curr Trends Fashion Technol Text Eng* 2018;4(2).
- [16] Paena M, Syamsuddin R, Tandipayuk H. Estimation of shrimp waste in Indonesia. *J Ilmu Teknol Kelaut Trop* 2020;12(2):509-518.
- [17] Tawfik T, El-Masry A. Chitosan nanoparticles as dyeing enhancers for cotton fabrics. *Biointerface Res Appl Chem* 2021;11(5):13652-13666.
- [18] Fitri NA, Hasri H, Sudding S. Interaction of chitosan and natural dyes on cotton fabric. *Analit: Anal Environ Chem* 2022;7(1):80-89.
- [19] Rani J, Guru R, Singh J, Santhanam S. Eco-dyeing and functional finishing of cotton fabric using a natural colour derived from lotus seed: Enhanced fastness properties with chitosan. *J Nat Fibers*. 2024.
- [20] Fitri NA, Hasri H, Sudding S. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap stabilitas warna biji kesumba pada kain katun. *Analit: Anal Environ Chem*. 2022;7(1):80-89.
- [21] Yanti FF, Andevita NR, Puspasari I. Pengaruh penambahan kitosan terhadap stabilitas warna alami ekstrak daun jati pada kain katun. *J Ilmu Kim Pendidik Kim*. 2021;6(1):11-18.
- [22] Basito B. Efektivitas penambahan etanol 95% dengan variasi asam dalam proses ekstraksi pigmen antosianin kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J Teknol Hasil Pertan*. 2017;4(2):1-8.
- [23] Aref S, Habiba R, Morsy N, Daim MA, Zayet F. Improvement of the shelf life of grey mullet (*Mugil cephalus*) fish steaks using edible coatings containing chitosan, nanochitosan, and clove oil during refrigerated storage. *Food Prod Process Nutr*. 2022;4(27):1-14.
- [24] Hoang NH, Thanh TL, Sangpueak R, Treekoon J, Saengchan C, Thepbandit W, et al. Chitosan nanoparticles-based ionic gelation method: A promising candidate for plant disease management. *Polymers*. 2022;14(4):662.

- [25] Yang Z, Malinick AS, Yang T, Cheng W, Cheng Q. Gold nanoparticle-coupled liposomes for enhanced plasmonic biosensing. *Sens Actuators Rep.* 2020;2(1):100023.
- [26] Scheurer C, Hincapie RE, Neubauer E, Metz A, Ness D. Sorption of nanomaterials to sandstone rock. *Nanomaterials.* 2022;12(2):200.
- [27] Costa EM, Silva S, Machado M, Sousa SC, Tavaría FK, Pintado M. Chitosan nanoparticles as bioactive vehicles for textile dyeing: A proof of concept. *Polymers.* 2022;14(22):4821.
- [28] Liu H, Zhang B. Preparation and characterization of chitosan nanoparticles and nanoemulsions for food and textile applications. *J Appl Polym Sci.* 2017;134(21):447–456.
- [29] Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res.* 2017;61(1):1361779.
- [30] Costa SM, Rodrigues R, Ferreira D, Alves P. Textile dyes loaded chitosan nanoparticles: Characterization, biocompatibility and staining capacity. *Carbohydr Polym.* 2021;254:117120.
- [31] Nana N. Optimization of sonication time for chitosan nanoemulsion in textile dyeing with mangosteen peel extract. *Indones J Nat Prod Res.* 2024;6(2):89–98.
- [32] Niles R. Color difference evaluation and grayscale conversion in textile testing. *AATCC Rev.* 2017;17(4):36–41.
- [33] Giacobello C, Venturi F, Spano AF. Anthocyanin stability and degradation mechanisms in aqueous solution. *Food Chem.* 2022;370:131004.
- [34] Ardila-Leal C, Restrepo LP, Pérez-Cordero JM. Effect of chitosan positive charge on the stabilization of anthocyanins in acidic media. *Int J Biol Macromol.* 2022;205:457–465.
- [35] Zhang Y, Wang X, Zhao L. Role of chitosan functional groups in stabilizing natural dye–metal complexes for textile coloration. *Dyes Pigments.* 2022;204:110507.