ORYZA: Jurnal Pendidikan Biologi
https://doi.org/10.33627/oz.v15i2.4631

Vol. 15 No. 2 November 2026
e-ISSN:2599-1337 p- ISSN:2089-3205

Analisis Fisikokimia Formulasi Green Detergen Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Dampaknya terhadap Kualitas Air

Ahmad Iqbal Hafikhi[1], Hendra Susanto[2*], Ahmad Taufiq[3]

[1,2]Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang
[3]Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang
E-mail: hendrabio@um.ac.id[2*]

Article Info

Article History
Received: 2026-07-24
Revised: 2026-08-29
Published: 2026-11-18

Keywords:
biosurfactant; green detergent; moringa oleifera; particle size distribution; water quality

Abstract

This study was conducted to analyze the effect of varying concentrations of Moringa (Moringa oleifera) leaf extract on the physicochemical characteristics of green detergent formulations and changes in water quality parameters. An experimental method was employed using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four formulations, namely F0, F1, F2, and F3, with extract additions of 0, 10, 30, and 50 g, respectively, and three replicates for each formulation. The parameters analyzed included particle size distribution using a Particle Size Analyzer (PSA), pH, and turbidity response. PSA data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that variations in extract concentration significantly affected particle size (F = 81.911; p < 0.001), with mean PSA values of 160.03, 3574.57, 3087.70, and 2758.33 for F0, F1, F2, and F3, respectively. The pH decreased from 6.80 in F0 to 3.54 in F3, while the absorbance response, as an indicator of optical characteristics, increased with increasing extract concentration. These findings indicate that M. oleifera extract concentration influences the physicochemical characteristics of the formulation; however, the measured parameters are insufficient to determine the optimum formulation or to establish its safety, detergency effectiveness, biodegradability, or potential to replace synthetic detergents.

Artikel Info

Sejarah Artikel
Diterima: 2026-07-24
Direvisi: 2026-08-29
Dipublikasi: 2026-11-18

Kata kunci:
biosurfaktan; green detergen; moringa oleifera; distribusi ukuran partikel; kualitas air

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap karakteristik fisikokimia formulasi *green detergent* dan perubahan parameter kualitas air. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat formulasi, yaitu F0, F1, F2, dan F3 dengan penambahan ekstrak masing-masing 0, 10, 30, dan 50 g serta tiga ulangan. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), pH, dan respons kekeruhan. Data PSA diuji menggunakan one-way ANOVA serta dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak memberikan perbedaan signifikan terhadap ukuran partikel (F = 81,911; p < 0,001), dengan nilai rerata PSA F0, F1, F2, dan F3 berturut-turut sebesar 160,03; 3574,57; 3087,70; dan 2758,33. Nilai pH menurun dari 6,80 pada F0 menjadi 3,54 pada F3, sedangkan respons absorbansi sebagai indikator karakteristik optik meningkat seiring penambahan ekstrak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak *M. oleifera* memengaruhi karakteristik fisikokimia formulasi, tetapi belum cukup untuk menetapkan formulasi optimum maupun menyimpulkan keamanan, efektivitas detergensi, biodegradabilitas, dan kemampuan menggantikan detergen sintetis.

PENDAHULUAN

Deterjen merupakan produk pembersih yang banyak digunakan dalam aktivitas rumah tangga dan jasa pencucian. Deterjen banyak digunakan sebab surfaktan di dalamnya berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan pembasahan, serta membantu melepaskan kotoran dari permukaan bahan. Akan tetapi, penggunaan surfaktan dalam produk

deterjen yang luas berpotensi sebagian komponennya berpotensi masuk ke sistem pengolahan air limbah dan selanjutnya ke lingkungan perairan apabila tidak tereliminasi secara optimal (Palmer & Hatley, 2018). Kajian terkait perilaku surfaktan di lingkungan menginformasikan bahwa senyawa tersebut dapat mengalami proses biodegradasi, sorpsi, dan transformasi setelah memasuki badan air, dengan laju dan jalur yang dipengaruhi oleh jenis surfaktan serta kondisi lingkungan (Jardak et al., 2016). Di Indonesia, limbah *laundry* juga dilaporkan mengandung surfaktan dan fosfat yang perlu diperhatikan dalam evaluasi kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Apriyani, 2017);(Yuliana et al., 2020). Keberadaan surfaktan pada konsentrasi tertentu dapat memberikan tekanan terhadap organisme akuatik, sementara tingkat biodegradabilitas dan toksisitasnya berbeda antarjenis surfaktan (Jackson et al., 2016). Kondisi tersebut mendorong pengembangan bahan aktif pembersih berbasis sumber terbarukan yang tetap memiliki fungsi sebagai surfaktan dan berpotensi memiliki karakteristik lingkungan yang lebih menguntungkan (Johnson et al., 2021).

Pada biosurfaktan berbasis tumbuhan, saponin menjadi senyawa yang menarik untuk dikaji karena memiliki karakteristik amfifilik dan aktivitas permukaan. Saponin merupakan kelompok glikosida yang tersusun atas bagian aglikon yang bersifat hidrofobik dan gugus gula yang bersifat hidrofilik, sehingga menghasilkan karakter amfifilik yang memungkinkan molekul tersebut berinteraksi pada antarmuka air dan minyak (Schreiner et al., 2022). Karakteristik tersebut menyebabkan saponin memiliki aktivitas permukaan, termasuk kemampuan menurunkan tegangan permukaan, membentuk busa, dan membantu proses emulsifikasi (Wisetkomolmat et al., 2019) serta menjadikannya berpotensi digunakan sebagai bahan aktif dalam produk pembersih (Fink & Filip, 2023). Biosurfaktan berbasis tanaman berguna sebagai alternatif surfaktan sintetis karena berasal dari sumber terbarukan, meskipun karakteristik dan kinerjanya tetap dipengaruhi oleh sumber tanaman, struktur senyawa, metode ekstraksi, serta kondisi formulasi (Dinurrohmah et al., 2022). Salah satu sumber tanaman yang potensial adalah daun kelor (*Moringa oleifera*), yang mengandung saponin dan telah diteliti sebagai sumber surfaktan alami dalam formulasi detergen. Sulfa et al (2024a) menunjukkan bahwa biosurfaktan yang diperoleh dari ekstrak daun *Moringa oleifera* melalui metode maserasi dan evaporasi dapat diformulasikan menjadi detergen biodegradable dengan pH 10, daya antibakteri yang kuat, serta kemampuan menghilangkan noda maupun bakteri. Hasil riset tersebut menunjukkan bahwa daun kelor memiliki prospek sebagai sumber biosurfaktan, tetapi karakteristik dan kinerja ekstraknya dalam formulasi detergen masih perlu dievaluasi karena dapat dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak dan komposisi bahan penyusun formulasi.

Penelitian mengenai pemanfaatan daun *Moringa oleifera* sebagai biosurfaktan dalam formulasi detergen telah memberikan informasi hasil yang positif

menjanjikan, tetapi fokus evaluasinya masih beragam serta belum sepenuhnya mengintegrasikan karakteristik formulasi dengan respons kualitas air. Dinurrohmah et al (2022) pada risetnya telah mengembangkan detergen cair berbasis biosurfaktan daun kelor menggunakan metode PRES dengan hasil stabilitas busa mencapai 97% serta daya detergensi yang sebanding dengan detergen komersial. Sulfa et al (2024a) memperoleh biosurfaktan daun kelor melalui maserasi dan evaporasi dan memanfaatkannya dalam formulasi detergen biodegradable berbasis *eco-enzyme* menghasilkan produk yang memiliki pH 10, daya antibakteri yang kuat, mampu menghilangkan bakteri dan noda pada pakaian. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Safitri et al (2026) menguji detergen berbasis biosurfaktan *M. oleifera* terhadap kemampuan solubilisasi minyak pada variasi temperatur dan melaporkan pH 8–10, densitas 1,176–1,199 g/mL, serta energi aktivasi solubilisasi sebesar 4,16 kJ/mol dibandingkan 6,92 kJ/mol pada detergen sintetis. Berdasarkan temuan tersebut mengindikasikan daun kelor telah dikaji dari aspek detergensi, stabilitas busa, aktivitas antibakteri, karakteristik fisik, dan solubisasi minyak. Akan tetapi, penelitian yang berfokus menghubungkan variasi konsentrasi ekstrak daun kelor dengan perubahan fisiokimia formulasi dan respons kualitas air setelah penggunannya masih terbatas. Dengan demikian, ada ruang bagi peneliti untuk melakukan penelitian eksperimental yang menguji pengaruh konsentrasi ekstrak daun kelor terhadap karakteristik formulasi sekaligus mengevaluasi perubahan parameter kualitas air untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja *green detergent* berbasis *M. oleifera*.

Berdasarkan uraian paragaf sebelumnya, penelitian mengenai detergen berbasis ekstrak daun *Moringa oleifera* masih terbatas dalam mengintegrasikan variasi konsentrasi ekstrak dengan karakteristik fisikokimia formulasi dan perubahan kualitas air. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun *M. oleifera* terhadap karakteristik fisikokimia *green detergent*, meliputi distribusi ukuran partikel, pH, dan kekeruhan, serta mengevaluasi perubahan parameter kualitas air setelah perlakuan. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar eksperimental untuk menentukan konsentrasi ekstrak yang menghasilkan karakteristik formulasi yang sesuai sekaligus memperkuat pemahaman mengenai pemanfaatan ekstrak daun kelor sebagai komponen biosurfaktan dalam pengembangan *green detergent*.

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini mengaplikasikan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai biosurfaktan dalam formulasi *green detergent* cair terhadap karakteristik fisikokimia dan mikrobiologis. Perlakuan terdiri atas empat formulasi berdasarkan jumlah ekstrak daun kelor, yaitu 0 g, 10 g, 30 g, dan 50 g. Setiap formulasi dibuat dalam 3 ulangan, sehinga didapatkan 12

unit percobaan. Formulasi F0 tanpa penambahan ekstrak daun kelor digunakan sebagai kontrol formulasi, sedangkan F1, F2, dan F3 merupakan perlakuan dengan penambahan ekstrak daun kelor pada konsentrasi yang berbeda. Rincian komposisi setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Detergen Ekstrak Daun Kelor

Bahan	F0	F1	F2	F3
Biosurfactant	0 g	10 g	30 g	50 g
Air	650 mL	555 mL	509 mL	468 mL
MES	300 g	300 g	300 g	300 g
NaCl	50 g	50 g	50 g	50 g
Eco-enzym	500 mL	500 mL	500 mL	500 mL

Lokasi dan Analisis Laboratorium

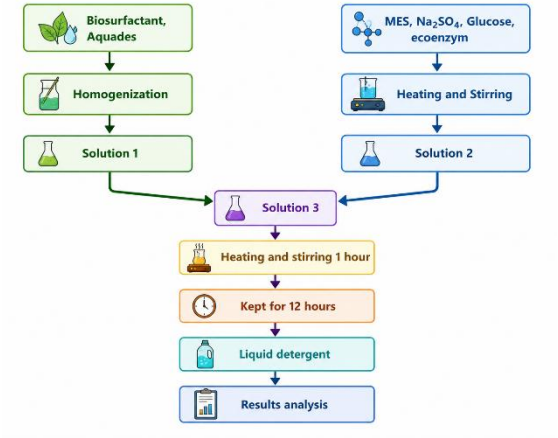
Peneliti melakukan riset pada bulan Maret hingga Mei. Sampel air diambil secara *purposive sampling* dari tiga titik lokasi yaitu aliran sungai di belakang Fakultas Ilmu Keolahragaan, UM Mart, dan kawasan hutan *greenhouse* Departemen Biologi. Formulasi *green detergent* dan analisis karakteristik fisik dilakukan di Laboratorium Terpadu GKB A19 dan Laboratorium Departemen Biologi Universitas Negeri Malang. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), pH, dan tingkat kekeruhan. Analisis karakteristik kimia berupa *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) serta pengujian daya detergensi dilakukan di Laboratorium Jasa Tirta Kota Malang.

Bahan dan Intrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Particle Size Analyzer* (PSA) Shimadzu SALD-7500nano yang dioperasikan menggunakan perangkat lunak WingSALD II, spektrofotometer UV–Vis (DR6000), pH meter, turbidimeter, colorimeter, inkubator, autoklaf, laminar flow cabinet, vortex mixer, oven, timbangan analitik, serta peralatan pendukung berupa mikropipet, buret, tabung reaksi, cawan petri, dan botol sampel. Bahan penelitian terdiri atas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai biosurfaktan, *Methyl Ester Sulfonate* (MES), akuades, air uji, larutan dispersan, NaCl, $K_2Cr_2O_7$, HCl, H_2SO_4, larutan *Ferrous Ammonium Sulfate* (FAS), media *Mueller–Hinton Agar* (MHA), *Nutrient Broth* (NB), kultur bakteri *Staphylococcus aureus*, *paper disk* steril, serta etanol 70%.

Pembuatan *Green Deterjent*

Formulasi *green detergent* dilaksanakan melalui dua tahap pencampuran. Tahap pertama untuk meng homogenisasi biosurfaktan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan akuades hingga homogen menjadi laruran 1. Secara terpisah, MES, Na_2SO_4, glukosa, dan *eco-enzym* dicampurkan dan dipanaskan sambil diaduk hingga homogen memebntuk larutan 2. Selanjutnya, larutan 1 dan larutan 2 dicampurkan, dipanaskan, serta dilakukan pengadukan selama 1 jam hingga diperoleh formulasi yang homogen yaitu larutan 3. Formulasi dilembabkan selama 12 jam pada suhu ruang untuk mencapai kestabilan campuran sebelum digunakan sebagai *green detergent* (Sulfa et al., 2024b). Alur proses metode produksi detergen daun kelor disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Metode Formulasi Biosurfaktan dengan Bahan *Green* Deterjen Lainnya

Uji Karakterisasi Fisikokimia Formulasi

Uji Partikel

Sejumlah 10 mL sampel *green detergent* ekstrak daun kelor diencerkan dengan etanol 70% secara perlahan untuk memastikan partikel terdistribusi merata tanpa merusak struktur partikelnya. Sampel yang telah homogen selanjutnya dimasukkan ke dalam vial kaca khusus dan dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) agar mendapatkan data distribusi ukuran partikel.

Uji Tingkat Kekeruhan

Sampel *green detergent* diambil sebanyak 15 mL dan dimasukkan ke dalam vial turbidimeter yang bebas dari kontaminan. Pengukuran kekeruhan dilakukan menggunakan turbidimeter dengan cara memasukkan vial berisi sampel ke dalam alat, kemudian dilakukan pembacaan nilai kekeruhan

Uji pH *Green Detergent*

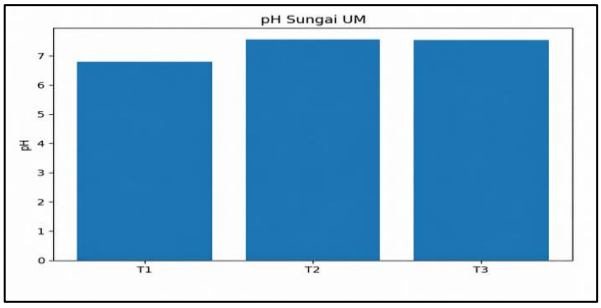
Nilai pH formulasi *green detergent* diukur menggunakan pH meter.

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Sebelum dilakukan analisis parametrik, data diuji normalitas dan homogenitas varians. Perbedaan antarperlakuan selanjutnya dianalisis menggunakan *one-way analysis of variance* (one-way ANOVA) pada taraf signifikansi 5% (α = 0,05). Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan (p < 0,05), analisis dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengidentifikasi perbedaan antarperlakuan. Sementara itu, data yang tidak dianalisis secara inferensial disajikan secara deskriptif sesuai dengan karakteristik parameter yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakterisasi kualitas air sungai kawasan sekitar UM dilakukan dengan penghitungan nilai pH dan tingkat kekeruhan, yaitu aliran sungai belakang Fakultas Ilmu Keolahragaan (T1), UM Mart (T2), dan di hutan *greenhouse* Departemen Biologi (T3). Hasil pengujian nilai pH sampel air di tiga titik ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.

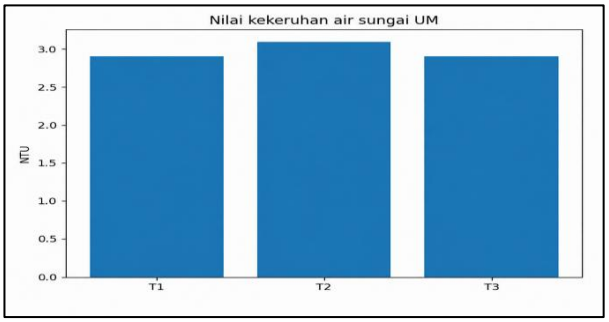


Gambar 2. Nilai pH Air Sungai Kawasan Sekitar UM

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air sungai di area sekitar UM pada tiga titik pengamatan (T1, T2, dan T3), diperoleh nilai pH dan kekeruhan sebagai berikut. Nilai pH pada T1, T2, dan T3 masing-masing adalah 6,79; 7,57; dan 7,54 dengan rata-rata 7,30. Nilai tersebut berada

dalam rentang baku mutur air dengan nilai pH 6-9 jika ditinjau berdasarkan PP RI No. 22 Tahu 2021 dengan variasi pH antar titik yang relatif kecil, sehingga secara kimiawi kondisi perairan tergolong baik & pH stabil.

Nilai kekeruhan air pada T1, T2, dan T3 masing-masing secara berturut-turut sebesar 2,9; 3,1; dan 2,9 NTU dengan rata-rata 2,97 NTU. Perbedaan antar nilai titik relatif kecil yang mana mengindikasikan tingkat kekeruhan rendah. Perbedaan nilai antar titik sangat kecil, yang menunjukkan distribusi partikel tersuspensi yang homogen dan tidak adanya gangguan sedimen yang signifikan pada lokasi pengamatan. Hasil nilai tingkat kekeruhan air aliran sungai UM ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Nilai Tingkat Kekeruhan Air Sungai Kawasan UM

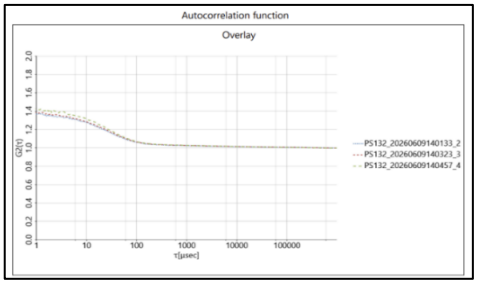
Dengan demikian, berdasarkan parameter pH dan kekeruhan sebagaiman hasil dipaparkan sebelumnya, kualitas air pada ketiga titik observasi berada dalam kondisi relatif stabil.

Uji Ukuran Partikel (*Particle Size Analyzer*)

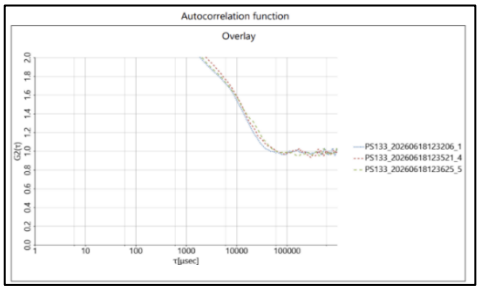
Pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) dilakukan terhadap empat formulasi *green detergent* yaitu, F0, F1, F2, dan F3 untuk mengetahui distribusi ukuran partikelnya. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji *Particle Size Analyzer Green* Detergent *Moringa oleifera*

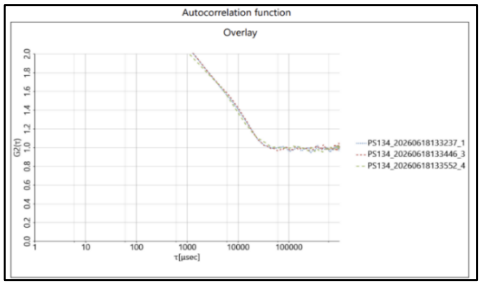
Formulasi	Ulangan		
	1	2	3
F0	155.7	159.6	164.8
F1	3443.1	3609.4	3671.2
F2	2831.6	3018.7	3412.8
F3	2256.4	2783.2	3235.4



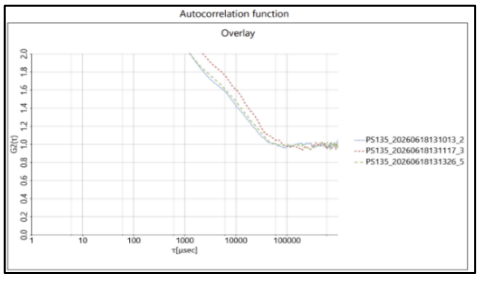
a) Formulasi 0



b) Formulasi 1



c) Formulasi 2



d) Formulasi 3

Gambar 4. Hasil Pengujian Formulasi *Green Detergent Moringa oleifera* dengan Nilai Korelasi Partikel dari Uji *Particle Size Analyzer* (PSA)

Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh nilai F hitung sebesar 81,911 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,000. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), sehingga hasil analisis one-way ANOVA mengindikasikan adanya perbedaan ukuran partikel yang signifikan antarformulasi (F = 81,911; p < 0,001). Hal ini membuktikan terdapat perbedaan yang signifikan pada ukuran partikel berdasarkan hasil pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) pada masing-masing formulasi *green detergent Moringa oleifera*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi formulasi *green detergent Moringa oleifera* memberikan pengaruh nyata terhadap ukuran dan pola distribusi partikel.

Variasi konsentrasi ekstrak mengakibatkan perbedaan ukuran partikel antar formulasi. Adapun hasil uji ANOVA terhadap data PSA ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA *Particle Size Analyzer Green Detergent Moringa oleifera*

Uji ANOVA *Particle Size Analyzer (PSA)*					
Sumber Keragaman	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20996278.80	3	6998759.601	81.911	0.000
Within Groups	683551.247	8	85443.906		
Total	**21679830.05**	**11**			

Uji Duncan memberikan informasi bahwa F0 memiliki rerata PSA terendah dengan nilai 160,0333 yang terklasifikasi dalam kelompok A dan berbeda nyata dengan seluruh formulasi. F1 memiliki nilai tertinggi 3574,5667; kelompok C. Kelompok F2 rata-rata yang dicapai yaitu 3087,7000; kelompok Bc tidak memiliki perbedaan yang nyata dengan F1 ataupun F3. Sedangkan F3 yang memiliki rata-rata 2758,3333; kelompok B. Hasil Uji Duncan terhadap PSA *green detergent* berbasis ekstrak daun kelor diringkas pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Nilai *Post Hoc* Duncan *Particle Size Analyzer Green Detergent Moringa oleifera*

	Uji Duncan	
Perlakuan	**PSA (Mean ± SD)**	**Kelompok Duncan**
F0	160.0333 ± 4,56	A
F3	2758.3333 ± 489,54	B
F2	3087.7000 ± 293,54	Bc
F1	3574.5667 ± 114,57	C

Keterangan: notasi huruf yang sama mengindikasikan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan paparan data sebelumnya dapat dilihat adanya pola tersebut menunjukkan bahwa keberadaan ekstrak daun *Moringa oleifera* berkaitan dengan perubahan karakteristik ukuran partikel formulasi. F0 yang tidak mengandung ekstrak memiliki ukuran partikel jauh lebih kecil dibandingkan F1–F3. Setelah ekstrak ditambahkan, ukuran partikel meningkat, tetapi peningkatannya tidak berlangsung secara linear terhadap konsentrasi ekstrak. F1 dengan penambahan ekstrak 10 g justru menghasilkan rerata ukuran partikel tertinggi, sedangkan F3 dengan 50 g menghasilkan ukuran lebih rendah daripada F1. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran partikel tidak hanya ditentukan oleh jumlah ekstrak, tetapi juga oleh komposisi keseluruhan formulasi dan interaksi antarkomponen. Schreiner et al (2022) menginformasikan bahwa komponen bioaktif tanaman dapat berperan dalam sistem biosurfaktan dan memengaruhi karakteristik sistem koloid.

Hasil PSA juga penting dalam menentukan cara menginterpretasikan

formulasi F1. Berdasarkan data penelitian, F1 tidak dapat disebut sebagai formulasi dengan ukuran partikel terkecil dan tidak tepat ditetapkan sebagai formulasi paling optimal hanya berdasarkan PSA. F1 justru memiliki ukuran partikel terbesar di antara formulasi yang mengandung ekstrak. Apabila F1 dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut, dasar yang lebih tepat adalah bahwa formulasi tersebut menggunakan konsentrasi ekstrak paling rendah tetapi telah menghasilkan perubahan karakteristik partikel yang nyata dibandingkan F0. Penetapan F1 sebagai formulasi terbaik tetap membutuhkan parameter tambahan, seperti stabilitas, daya detergensi, atau karakteristik penggunaan yang tidak diuji dalam penelitian ini. Dengan demikian, PSA dalam penelitian ini terutama menunjukkan adanya respons fisikokimia formulasi terhadap perubahan komposisi ekstrak, bukan menentukan formulasi terbaik secara tunggal.

Uji pH *Green Detergent Moringa oleifera*

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak *Moringa oleifera* dalam formulasi *green detergent* berpengaruh terhadap perubahan nilai pH. Nilai pH mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsetntrasi ekstrak daun kelor dari nilai pH pada F0; 6,8 menjadi 3,54 pada F3. Rincian nilai pH *green detergent Moringa oleifera* pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Uji pH pada Tiap Formulasi *Green Detergent Moringa Oleifera*

	pH *Green Detergent*
F0	6,8
F1	3,76
F2	3,69
F3	3,54

Penurunan nilai pH pada formulasi *green detergent* dipengaruhi oleh keberadaan senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak *Moringa oleifera*, seperti senyawa fenolik, flavonoid, dan asam organik yang memiliki gugus hidroksil aktif (Saini et al., 2016) & (Rohmayanti et al., 2023). Senyawa-senyawa tersebut berpotensi melepaskan ion hidrogen (H^+) ke dalam sistem sehingga meningkatkan keasaman formulasi dan menyebabkan nilai pH mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun kelor (Kartini et al., 2024). Selain itu, substitusi sebagian komponen sintetis dengan biosurfaktan alami turut memengaruhi keseimbangan asam–basa dalam formulasi. Berbeda dengan detergen konvensional yang umumnya mengandung senyawa bersifat basa, seperti natrium karbonat atau natrium hidroksida, formulasi *green detergent* berbasis ekstrak daun kelor cenderung menghasilkan pH yang lebih rendah (Afred et al., 2025). Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil temuan peneliti di lapangan terkait data pH detergen sintetis yang disajikan pada Tabel 6. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa komposisi ekstrak tanaman dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi karakteristik pH formulasi.

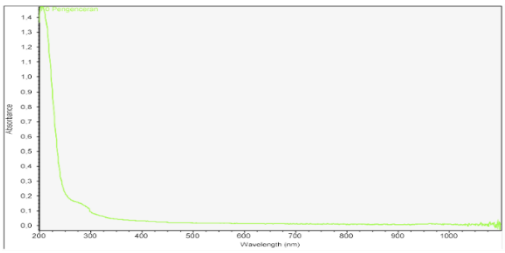
Tabel 6. Nilai Uji pH Sintetis

pH Detergen Sintetis	
Detergen cair berbasis SLS	9,50
Detergen serbuk komersial	10,54

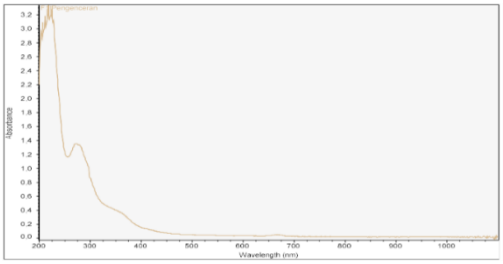
Uji Tingkat Kekeruhan *Green Detergent Moringa oleifera*

Spektrum absorbansi mengindikasikan perbedaan karakteristik optik antar

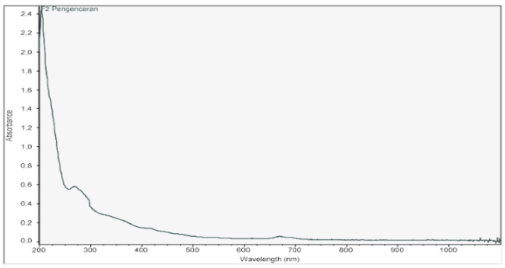
formulasi. Adapun yang memiliki nilai absorbansi terendah adalah F0, sedangkan untuk F1-F3 menginformasikan absorbansi yang lebih tinggi dengan pola yang realtif serupa. Berdasarkan intensitas absorbansi pada daerah cahaya tampak, tingkat kekeruhan formulasi secara umum meningkat dengan urutan F3 > F2 > F1 > F0. Pola spektrum absorbansi masing-masing disajikan pada Gambar 6(a–d) berikut.



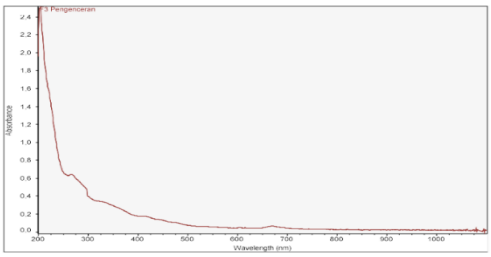
a) Formulasi 0



b) Formulasi 1



c) Formulasi 2



d) Formulasi 3

Gambar 6. Hasil Pengujian Tingkat Kekeruhan terhadap Formulasi *Green Detergent Moringa oleifera*

Berdasarkan informasi yang dipaparkan pada paragraf dan Gambar 6 (a-b) sebelumnya menyatakan bahwa penambahan ekstrak dapat mengubah optik formulasi. Peningkatan konsentrasi ekstrak diikuti peningkatan respons absorbansi, sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar intensitas respons optik yang terukur. Temuan ini menunjukkan adanya perubahan komponen terlarut atau terdispersi dalam sistem setelah penambahan ekstrak. Akan tetapi, absorbansi yang lebih tinggi tidak dapat secara langsung digunakan untuk membuktikan homogenitas formulasi maupun kestabilan fisik karena kedua karakteristik tersebut memerlukan pengujian tersendiri.

Perbedaan respons antara F1, F2, dan F3 juga menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak berperan terhadap karakteristik visual dan optik formulasi. F1 memiliki respons absorbansi lebih rendah dibandingkan F2 dan F3, sedangkan F3 memberikan respons tertinggi. Hasil tersebut memberikan pertimbangan tambahan dalam memilih konsentrasi ekstrak untuk pengembangan formulasi, tetapi tidak cukup untuk menyatakan bahwa F1 merupakan formulasi terbaik. Pemilihan formulasi optimum perlu mempertimbangkan hasil PSA, pH, kekeruhan, serta parameter kinerja lain secara bersamaan.

Secara general, hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak daun *M. oleifera* menghasilkan perubahan pada karakteristik fisikokimia *green detergent*, terutama ukuran partikel, pH, dan respons kekeruhan. PSA

menunjukkan perbedaan yang signifikan antarformulasi, sedangkan pH menunjukkan kecenderungan menurun dan respons absorbansi meningkat dengan adanya penambahan ekstrak. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa konsentrasi ekstrak merupakan variabel penting dalam formulasi, tetapi hubungan antara konsentrasi dan karakteristik produk tidak selalu bersifat linear. Oleh karena itu, pengembangan *green detergent* berbasis ekstrak daun kelor memerlukan penentuan konsentrasi yang mempertimbangkan keseimbangan berbagai parameter formulasi, bukan hanya satu karakteristik fisikokimia.

KESIMPULAN

Variasi konsentrasi ekstrak daun *Moringa oleifera* menunjukkan adanya perubahan pada karakteristik fisikokimia formulasi green detergent, meliputi distribusi ukuran partikel, nilai pH, dan respons kekeruhan. Pada hasil analisis *Particle Size Analyzer* (PSA) juga menampilkan adanya perbedaan ukuran partikel yang signifikan antarformulasi ($F = 81{,}911$; $p < 0{,}001$), dengan perubahan ukuran partikel yang tidak mengikuti pola linear terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik ukuran partikel selain dipengaruhi oleh jumlah ekstrak, tetapi berpotensi dipengaruhi oleh komposisi dan interaksi antarkomponen formulasi. Peningkatan konsentrasi ekstrak juga diikuti penurunan nilai pH dari 6,80 pada F0 menjadi 3,54 pada F3 serta peningkatan respons absorbansi yang mencerminkan perubahan karakteristik optik formulasi. Kemudian konsentrasi ekstrak daun *M. oleifera* merupakan salah satu faktor yang berperan dalam perubahan karakteristik fisikokimia formulasi, tetapi parameter yang diuji belum memadai untuk menetapkan formulasi optimum. Selain itu, penelitian ini belum dapat menjadi dasar untuk menyatakan bahwa formulasi telah aman, efektif dalam detergensi, *biodegradable*, atau mampu menggantikan detergen sintetis. Oleh karena itu, perlu adanya riset lebih lanjut tentang daya detergensi, stabilitas, biodegradabilitas, toksisitas, dan keamanan lingkungan untuk memperoleh penilaian yang lebih komprehensif terhadap pengembangan formulasi *green detergent* berbasis ekstrak daun *M. oleifera*.

DAFTAR PUSTAKA

Afred, M. Y., Tawa, B. D., & Ola, P. D. (2025). Pemisahan Surfaktan Anionik dari Air Limbah Deterjen Menggunakan Biokogulan Biji Kelor (Moringa Oliefera L.). *CEJS: Chemical Engineering Journal Storage, 5*(4), 471–482. https://doi.org/10.29103/cejs.v5i4.22824

Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, *2*(1), 37–44. https://doi.org/10.33084/mitl.v2i1.132

Dinurrohmah, S., Hadiatul Fauki, U., Jiana Bahi, M., Subagiyo, L., & Nuryadin, A. (2022). Efektivitas Pemanfaatan Daun Kelor sebagai Alternatif Biosurfaktan Detergen dengan Metode PRES (Prinsip Rotary Evaporator Sederhana). *Jurnal Envirotek*, *14*(2), 192–196. https://doi.org/10.33005/envirotek.v

14i2.257

Fink, R., & Filip, S. (2023). Surface-active natural saponins. Properties, safety, and efficacy. *International Journal of Environmental Health Research*, *33*(7), 639–648. https://doi.org/10.1080/09603123.2022.2043252

Jackson, M., Eadsforth, C., Schowanek, D., Delfosse, T., Riddle, A., & Budgen, N. (2016). Comprehensive review of several surfactants in marine environments: Fate and ecotoxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *35*(5), 1077–1086. https://doi.org/10.1002/etc.3297

Jardak, K., Drogui, P., & Daghrir, R. (2016). Surfactants in aquatic and terrestrial environment: occurrence, behavior, and treatment processes. *Environmental Science and Pollution Research International*, *23*(4), 3195–3216. https://doi.org/10.1007/s11356-015-5803-x

Johnson, P., Trybala, A., Starov, V., & Pinfield, V. J. (2021). Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants. *Advances in Colloid and Interface Science*, *288*, 102340. https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102340

Kartini, K., Rizani, A., Fajar, R. A., Saptarini, D. L., & Rizhan, M. (2024). Pengukuran Ph, Dissolved Oxygen (DO), dan Total Dissolved Solid (TDS) pada Sungai Wilayah Industri Cor Logam Kabupaten Hulu Sungai Selatan. *EnviroScienteae*, *20*(4), 418-424. https://doi.org/10.20527/es.v20i4.20898

Palmer, M., & Hatley, H. (2018). The role of surfactants in wastewater treatment: Impact, removal and future techniques: A critical review. *Water Research*, *147*, 60–72. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.09.039

Rohmayanti, T., Hutami, R., & Jamila, M. (2023). Aktivitas antimikroba, karakteristik fisikokimia, dan hedonik gel biosanitizer ekstrak daun kelor (Moringa oleifera) [Antimicrobial activity, physicochemical and sensory characteristic of Moringa oleifera leaf extract biosanitizer gel]. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, *28*(1), 1-8. https://doi.org/10.23960/jtihp.v28i1.1-8

Safitri, W. D., Silitonga, D. I. F., Rahmadhani, A., Siburian, L. S., Fisal, M., Bangun, R. R. R., Sutiani, A., Ramadhan, D. S., Wardana, D., & Fahmi, J. (2026). Temperature Effect on Oil Solubilization Kinetics and Activation Energy of Moringa oleifera Biosurfactant Detergent. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, *09*(1), 50–59. https://doi.org/10.24114/ijcst.v9i1.72431

Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y.-S. (2016). Phytochemicals of Moringa oleifera: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *3 Biotech*, *6*(2), 1-14. https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3

Schreiner, T. B., Dias, M. M., Barreiro, M. F., & Pinho, S. P. (2022). Saponins as Natural Emulsifiers for Nanoemulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *70*(22), 6573–6590. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07893

Sulfa, D. M., Amina, I. Y., & Susanto, H. (2024a). Potential of Moringa oleifera saponins as a preventive of water pollution from the linear compound alkylbenzene sulfonate (LAS). *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, *13*(1), 9–14. https://doi.org/10.36706/jlso.13.1.10

24.666

Sulfa, D. M., Anggarani, D. A., Susanto, H., & Daniarsih, A. (2024b). Synthesis of Eco Enzyme as a Technology for Making Biodegradable Detergent Moringa Leaves (Moringa oleifera) in Supporting Green Antibacterial Products. *Exhibition and Seminar on Science and Creative Technology, University of Al-Azhar Indonesia (EXSACT-A 2024) Proceeding*, 43–47. https://doi.org/10.36722/exc.v2i1.2283

Wisetkomolmat, J., Suppakittpaisarn, P., & Sommano, S. R. (2019). Detergent Plants of Northern Thailand : Potential Sources of Natural Saponins. *Resources*, *8*(10), 1–14. https://doi.org/10.3390/resources8010010

Yuliana, Langsa, M. H., & Sirampuan, A. D. (2020). Air Limbah Laundry : Karakteristik dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Air. *Natural*, *16*(1), 25–33. https://doi.org/10.30862/jn.v16i1.48