

PENGARUH ETANOL TERHADAP EKSTRAKSI SAPONIN DARI DAUN JERUK NIPIS (*Citrus aurantiifolia*) SEBAGAI DETERJEN RAMAH LINGKUNGAN

Gina Syafitri Nur*, Cintiya Septa Hasanah, Alfietta Rohmaful Aeni

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang,
Kota Karawang 41361, Indonesia

*Email korespondensi: syafitrinurgina@gmail.com

Abstract. The use of commercial detergents poses a significant environmental and public threat to humans and ecosystems due to their synthetic surfactant content. Saponins have been identified as potential biosurfactants for more environmentally friendly detergents, replacing synthetic surfactants. One of the factors influencing saponin yield in maceration extraction is the amount of solvent used. This study aims to determine the optimal ratio of 96% ethanol as a solvent for extracting saponins from lime leaves for detergent applications. The extraction was carried out using 96% ethanol with varying simplisia-to-solvent ratios of 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, and 1:12. The saponin content was analyzed using Thin Layer Chromatography (TLC) at the Testing and Standard Instrumentation Laboratory for Medicinal and Aromatic Plants. The highest saponin yield was obtained from the 1:10 sample, with 1.79%, while the lowest was from the 1:4 sample. Additionally, the extract underwent various tests, including pH, foam height, and foam stability. Samples with ratios from 1:6 to 1:12 exhibited 100% foam stability. Furthermore, these samples met the pH standards of SNI 4075-1:2017. These findings indicate that saponins from lime leaves have the potential to serve as biosurfactants in environmentally friendly detergent formulations while also supporting the sustainable utilization of natural resources.

Keywords: Biosurfactant; Lime leaves; Detergent; Saponin.

Abstrak. Penggunaan deterjen komersial menimbulkan ancaman lingkungan dan publik yang nyata bagi manusia dan ekosistem, karena kandungan surfaktan sintesis di dalamnya. Saponin diketahui dapat digunakan sebagai biosurfaktan untuk deterjen yang lebih ramah lingkungan menggantikan surfaktan sintesis. Salah satu faktor yang mempengaruhi perolehan kadar saponin melalui ekstraksi maserasi, yaitu penggunaan pelarut. Penelitian ini bertujuan menentukan rasio pelarut etanol 96% yang optimal untuk ekstraksi saponin dari daun jeruk nipis guna aplikasi deterjen. Dalam penelitian ini digunakan pelarut etanol 96% dengan variasi simplisia:solven yaitu 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, dan 1:12. Kadar saponin didapatkan menggunakan uji *Thin Layer Chromatography* (TLC) di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah Obat dan Aromatik. Hasil dari pengujian ini tertinggi diperoleh sampel 1:10 dengan 1,79% dan sampel 1:4 sebagai terendah. Selain itu, ekstrak daun jeruk nipis dilakukan berbagai uji diantaranya uji pH, uji tinggi, dan stabilitas busa. Pada sampel 1:6 sampai 1:12 memiliki stabilitas busa 100%. Sampel 1:6 sampai 1:12 memenuhi standar pH SNI 4075-1:2017. Hasil ini menunjukkan bahwa saponin dari daun jeruk nipis berpotensi sebagai biosurfaktan dalam formulasi deterjen ramah lingkungan serta mendukung pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Biosurfaktan; Daun jeruk nipis; Deterjen; Saponin.

© hak cipta dilindungi undang-undang

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki ekosistem pesisir yang luas dengan ribuan desa yang bergantung pada sumber daya laut. Menurut Statistik Potensi Desa Indonesia 2024, terdapat 12.117 desa tepi laut yang memanfaatkan laut untuk perikanan tangkap, 3.756 desa tepi laut yang memanfaatkan laut untuk perikanan budi daya, 518 desa tepi laut yang memanfaatkan laut untuk tambak garam, 2.331 desa tepi laut yang memanfaatkan laut untuk wisata bahari, dan 3.874 desa tepi laut yang memanfaatkan laut untuk transportasi umum (BPS Indoensia, 2024a). Namun, pesatnya perkembangan industri dan meningkatnya aktivitas manusia menyebabkan pencemaran lingkungan yang semakin mengancam keberlanjutan ekosistem pesisir.

Berdasarkan Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2024 yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS), sebanyak 2.131 desa tepi laut mengalami pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan yang banyak terjadi adalah pencemaran air yang dialami oleh 1.211 desa tepi laut. Selain pencemaran air, 789 desa tepi laut mengalami pencemaran udara, dan 131 desa tepi laut mengalami pencemaran tanah. Sumber pencemaran terbesar di desa tepi laut adalah limbah rumah tangga, yang menyebabkan pencemaran air di 708 desa, pencemaran udara di 145 desa, dan pencemaran tanah di 61 desa (BPS Indoensia, 2024b).

Salah satu sumber utama pencemaran dari limbah rumah tangga adalah penggunaan deterjen. Deterjen telah menjadi bagian integral dari rutinitas sehari-hari di Indonesia, digunakan secara luas untuk mencuci pakaian, sprei, lap dapur, dan lain-lain. Deterjen tersedia dalam berbagai bentuk dan merek, termasuk bubuk dan cair, yang mudah diakses di pasar dan umumnya mengandung surfaktan sintesis sebagai bahan aktif utama. Surfaktan sintesis diklasifikasi ke dalam empat kelompok menurut gugus hidrofilik, yaitu anionik, nonionik, kationik dan zwitterionik (Fait et al., 2019).

Alkyl benzene sulfonates (ABS) dan *linear alkyl benzene sulfonates* (LAS) merupakan jenis surfaktan anionik yang paling umum digunakan dalam formulasi deterjen. Jenis surfaktan lainnya juga digunakan seperti *nonylphenol ethoxylates* (NPEOs) dari kelompok surfaktan nonionik (Apriyani, 2017). Surfaktan ini dipilih karena efektivitas pembersihan yang tinggi, kemampuan menghasilkan busa melimpah, biaya produksi yang rendah, dan ketersediaan bahan baku yang mudah. Disisi lain, surfaktan tersebut menimbulkan ancaman lingkungan dan publik yang nyata bagi

manusia dan ekosistem (Badmus et al., 2021). Sebagai contoh, LAS dapat merusak membran sel akar tanaman dan mengubah struktur membran (Badmus et al., 2021). Akibatnya, hal ini mengganggu transpirasi dan translokasi nutrisi penting dan air. LAS juga menyebabkan iritasi kulit dan gangguan pernapasan.

Selain itu, ABS merupakan senyawa pencemar toksik bagi biota air dan memiliki efek destruktif (buruk) terhadap lingkungan yakni sulit diuraikan oleh mikroorganisme. *nonylphenol ethoxylates (NPEOs)* juga diketahui memiliki efek estrogenik pada amfibi, mamalia, dan pisces (Badmus et al., 2021). Dampak buruk yang sangat besar dari surfaktan sintesis mengharuskan perlunya upaya untuk mengembangkan dan menciptakan formulasi deterjen tanpa mengorbankan keselamatan lingkungan dan kesehatan. Biosurfaktan, salah satu alternatif untuk mengurangi dampak negatif dari deterjen konvensional.

Biosurfaktan adalah senyawa amfifilik dengan gugus fungsi hidrofobik dan hidrofilik yang dihasilkan dari berbagai jenis mikroorganisme dan tanaman (Qamar & Pacifico, 2023; Sari & Setiawan, 2019). Biosurfaktan merupakan pesaing terbaik dari surfaktan sintesis dalam hal keamanan, toksisitas yang lebih rendah atau bahkan tidak ada, biokompatibilitas yang sangat baik, mampu terdegradasi secara biologis, dan bersifat ramah lingkungan (Qamar & Pacifico, 2023). Upaya penggunaan biosurfaktan sebagai formulasi untuk deterjen telah dilakukan beberapa peneliti, antara lain dalam penelitian (Helmy et al., 2020) memanfaatkan *rhamnolipid* sebagai pengganti bahan aktif. *Rhamnolipid* adalah sekelompok biosurfaktan yang umumnya diproduksi oleh strain bakteri *pseudomonas aeruginosa*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa biosurfaktan *rhamnolipid* memiliki efektivitas pencucian yang hampir sama dengan deterjen konvensional. Namun, produksi biosurfaktan melalui mikroorganisme seringkali mahal dan kompleks. Selain itu, sumber daya untuk memproduksi biosurfaktan ini bisa terbatas dan tidak selalu tersedia dalam jumlah besar.

Sebagai alternatif yang menjanjikan, saponin menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan berkelanjutan. Saponin merupakan senyawa penghasil busa yang dapat digunakan sebagai bahan aktif atau surfaktan dari pembuatan deterjen yang ramah lingkungan dan dapat ditemukan diberbagai tumbuhan (Nurrosyidah et al., 2023). Penelitian (Sari & Setiawan, 2019) melaporkan senyawa saponin daun kelapa yang telah diformulasikan sebagai deterjen cair sangat efektif digunakan sebagai pengganti

detergen sintetis yang dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Namun, tidak ada informasi nilai pasti mengenai jumlah saponin yang terkandung dalam daun kelapa. Bahkan, beberapa penelitian menyatakan bahwa daun kelapa tidak mengandung saponin (Bukhari et al., 2019; Ngaffo et al., 2021). Kekurangan informasi yang akurat dan konsisten mengenai kandungan saponin dalam daun kelapa menyebabkan ketidakpastian dalam penggunaan bahan ini, sehingga bahan baku lain yang lebih terjamin kandungan saponinnya dipilih untuk memastikan kualitas dan efektivitas produk yang dihasilkan.

Tanaman seperti jeruk nipis (*citrus aurantiifolia*) merupakan tanaman yang banyak ditemui bahkan di pekarangan dengan jumlah yang berlimpah. Namun, limbah daun dari tanaman tersebut masih banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal. Potensi besar dari limbah daun ini sering kali diabaikan, padahal mereka memiliki kandungan saponin yang signifikan (Ahyanti & Yushananta, 2023). Penggunaan saponin dari limbah daun tersebut sebagai biosurfaktan untuk deterjen memiliki berbagai keunggulan, termasuk ramah lingkungan, mudah terurai, toksisitas yang rendah, dan memanfaatkan bahan baku yang melimpah dan sering kali tidak terpakai dapat mendukung praktek produksi yang lebih berkelanjutan.

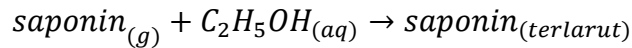
Berdasarkan permasalahan dan potensi yang telah diuraikan diatas, maka penulis ingin mengeksplorasi manfaat limbah daun jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*) sebagai sumber saponin untuk biosurfaktan dalam formulasi deterjen cair ramah lingkungan dengan perbedaan jumlah pelarut pada setiap sampel. Untuk itu, akan dilakukan beberapa uji seperti uji saponin, uji tinggi dan stabilitas busa, dan uji pH guna mengetahui penggunaan pelarut yang optimal terhadap ekstraksi saponin yang digunakan untuk deterjen.

METODE

Ekstraksi Simplisia

Ekstraksi maserasi menggunakan pelarut etanol. Simplisia daun jeruk nipis diletakkan pada erlenmeyer dan kemudian ditambahkan pelarut etanol dengan variasi rasio sampel:solven yaitu 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, dan ditutup dengan alumunium foil. Ekstraksi dilakukan selama 3 hari dan erlenmeyer dikocok dua kali sehari. Hasil ekstrak disaring hingga diperoleh filtrat (disebut filtrat 1) dan ampas simplisia. Ampas simplisia kemudian diekstraksi kembali dengan pelarut baru. Ekstraksi dilakukan selama 2 hari

dan erlenmeyer dikocok dua kali sehari. Hasil ekstrak ini kemudian disaring sehingga didapat filtrat (disebut filtrat 2). Filtrat 1 dan filtrat 2 dicampur kemudian pelarut dievaporasi dengan rotary vacuum evaporator sehingga didapatkan ekstrak kental. Berikut reaksi yang terjadi dalam pelarutan etanol:



Uji Thin Layer Chromatography (TLC)

Ekstrak pekat daun jeruk nipis dengan variasi rasio sampel:solven yaitu 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12 sebanyak 20 mL masing-masing dipisahkan untuk diperiksa kandungan saponin di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah Obat dan Aromatik.

Uji Tinggi Dan Stabilitas Busa

Uji tinggi busa ekstrak dilakukan dengan melarutkan 1 g ekstrak yang dilarutkan pada 3 ml air dan dikocok selama 1 menit. Tinggi busa yang dihasilkan kemudian diukur. Tinggi busa yang dihasilkan kemudian diukur setelah 0 dan 15 menit untuk di hitung stabilitas busa. Perhitungan stabilitas busa menggunakan persamaan:

$$\% \text{stabilitas busa} = \frac{H}{H_0} \times 100\%$$

Dimana

H: tinggi busa setelah 15 menit, cm

H₀: tinggi busa awal, cm

Uji pH

Uji pH ekstrak dilakukan menggunakan pH meter untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan ekstrak yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

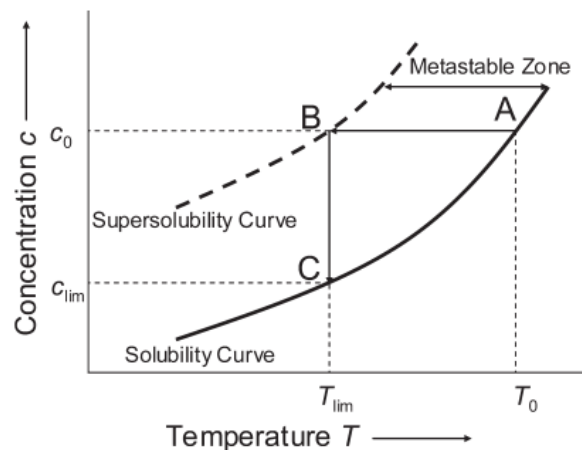
Berikut hasil uji TLC saponin yang dilakukan di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah Obat dan Aromatik:

Tabel 1. Hasil uji TLC saponin

No.	Variasi Sampel	Volume Saponin (%)
1.	1:4	1,33
2.	1:6	1,43
3.	1:8	1,71
4.	1:10	1,79
5.	1:12	1,55

Berdasarkan hasil tersebut dapat diamati bahwa saponin meningkat seiring dengan meningkatnya perbandingan etanol. Pada proses ekstraksi padat-cair dimulai dengan pelarut yang bergerak dari larutan massal menuju permukaan material padat. Setelah sampai di permukaan, pelarut masuk ke dalam pori-pori padatan, tempat di mana zat terlarut berada. Zat terlarut kemudian larut dalam pelarut, yang kemudian bergerak kembali ke permukaan padatan. Setelah itu, zat terlarut yang telah larut berpindah ke dalam pelarut, bergabung dengan larutan yang ada di sekitar padatan. Akhirnya, ekstrak yang terbentuk, yaitu zat terlarut yang sudah bercampur dengan pelarut (filtrat), berpindah dari permukaan padatan ke dalam larutan untuk dipisahkan (Ameer et al., 2017). Itulah mengapa semakin besar perbandingan antara simplisia dengan pelarut etanol akan meningkatkan hasil ekstrak dan volume zat terlarut (saponin).

Disamping itu, pada variasi sampel 1:12 mengalami penurunan volume saponin. Hal ini disebabkan karena pelarut mencapai titik jenuhnya. Larutan jenuh atau larutan supersaturasi merupakan larutan yang mengandung konsentrasi maksimum. Kelarutan suatu zat dalam pelarut berbanding lurus dengan kenaikan suhu dan konsentrasi dapat dilihat dalam gambar berikut:



(Yuan et al., 2015)

Gambar 1. Garfik hubungan suhu dan konsentrasi terhadap kelarutan pelarut

Pelarut yang digunakan dalam jumlah besar akan menghasilkan konsentrasi zat terlarut yang besar pula. Jika larutan mengandung konsentrasi zat terlarut melebihi maksimum yaitu mencapai titik supersolubility (supersaturasi), maka zat yang terlarut tidak akan larut. Zat terlarut tersebut akan terpisah dari larutan dan terendap sebagai residu. Larutan supersaturasi ini bersifat tidak stabil secara termodinamika, tetapi

beberapa dapat bersifat metastabil, artinya mampu menahan beberapa gangguan kecil (Saal & Nair, 2019). Dari segi keberlanjutan lingkungan, penggunaan pelarut dalam jumlah besar berpotensi meningkatkan residu ekstraksi, yang dapat memerlukan pemrosesan lebih lanjut jika terjadi endapan akibat supersaturasi. Oleh karena itu, optimasi rasio pelarut menjadi penting untuk menyeimbangkan maksimalisasi ekstraksi saponin dengan efisiensi penggunaan sumber daya.

Hal yang sama dibuktikan melalui penelitian (Elboughdiri, 2018), dimana rasio pelarut-padatan 30%, total fenolik yang diperoleh mencapai 24,5 mg asam kafeat/g bahan kering, nilai tertinggi dibandingkan dengan rasio lainnya (20% dan 25%). Selain itu, hasil penelitian untuk ekstraksi minyak menunjukkan rasio perbandingan dari ketiga pelarut berbeda terhadap padatan memperoleh hasil paling optimum (Ntalikwa, 2021).

Berikut data hasil uji tinggi dan stabilitas busa dari ekstrak sebanyak 1 gram yang dilarutkan dengan air dalam gelas ukur 25 mL, busa diukur menggunakan penggaris dengan satuan cm:

Tabel 2. Hasil uji tinggi dan stabilitas busa

Variasi Sampel	Tinggi Busa pada 0 menit	Tinggi Busa setelah 15 menit	Stabilitas busa
1:4	0 cm	0 cm	-
1:6	0.1 cm	0.1 cm	100%
1:8	0.4 cm	0.4 cm	100%
1:10	0.5 cm	0.5 cm	100%
1:12	0.3 cm	0.3 cm	100%

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel diatas, menunjukkan variasi sampel 1:6 sampai 1:12 memiliki stabilitas busa yang sempurna, yaitu tidak ada perubahan tinggi busa setelah 15 menit. Ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan surfaktan sintesis seperti SLS dan Tween 80 yang memiliki stabilitas 93.6% dan 96.3% (Sang et al., 2023). Keunggulan ini memungkinkan pembuatan deterjen yang tetap efektif dan tetap aman bagi lingkungan sehingga berpotensi menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan. Namun, variasi sampel 1:4 tidak menghasilkan busa sama sekali sampai 15 menit. Ini menunjukkan kandungan saponin dalam sampel tidak mampu menghasilkan busa.

Busa merupakan sistem yang tidak stabil secara termodinamika, sehingga pemecahan busa terus terjadi selama proses pembusaan. Setelah melewati CMC, terjadi keseimbangan antara pembentukan dan pemecahan busa, sehingga kemampuan berbusa tidak lagi meningkat dan dapat menurun. Pada penelitian (Qamar & Pacifico, 2023) melaporkan stabilitas busa yang tinggi menunjukkan kemampuan pembersihan yang lebih baik, karena saponin dapat mengurangi tegangan permukaan air secara memadai. Surfaktan bekerja dengan menurunkan tegangan permukaan air, memungkinkan ekor hidrofobik surfaktan untuk menangkap minyak atau kotoran dengan lebih efektif. Dengan tegangan permukaan yang lebih rendah, air dapat menyebar lebih mudah dan menembus ke dalam lapisan kotoran atau minyak. Ini menunjukkan stabilitas busa yang tinggi meningkatkan interaksi antara surfaktan dan kotoran, sehingga daya pembersihan juga meningkat.

Hasil ekstraksi dengan berbagai variasi sampel menunjukkan perbedaan nilai pH pada larutan yang dihasilkan. Berikut adalah data nilai pH yang diperoleh dari setiap variasi sampel:

Tabel 3. Hasil uji pH

Variasi Sampel	pH
1:4	4,92
1:6	5,02
1:8	5,05
1:10	5,13
1:12	5,19

Dari data di atas, dapat diamati bahwa nilai pH ekstrak mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya jumlah pelarut. Hal ini terjadi karena etanol bersifat basa lemah. Dalam kondisi ini, asam yang ditambahkan ke dalam pelarut akan lebih berpengaruh dalam menurunkan pH karena etanol dalam jumlah lebih sedikit tidak cukup untuk menetralkan efek asam tersebut. Ketika jumlah etanol berkurang dalam pelarut, efek netralisasi dari etanol semakin kecil, sehingga asam yang ditambahkan lebih mendominasi dan menurunkan pH ekstrak. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian (Wicaksono, et al., 2019) yang menunjukkan bahwa ketika jumlah etanol berkurang dan jumlah akuades meningkat, pH ekstrak menjadi lebih rendah.

Berdasarkan hasil penelitian, semua variasi sampel memiliki pH asam dengan rentang pH 4-5. Hal ini menunjukkan bahwa sampel aman jika terkena kulit, karena sesuai dengan rentang pH tubuh, yaitu 4,5 – 7 (Nazdrajic et al., 2024). Suatu larutan dianggap berbahaya ketika larutan berair memiliki kadar pH kurang dari atau sama dengan 2 atau lebih besar dari atau sama dengan 12,5 pada tingkat pH. Ini menunjukkan bahwa seluruh sampel aman bagi lingkungan dan manusia. Namun, hanya sampel 1:6 sampai 1:12 yang memenuhi standar SNI 4075-1:2017 untuk deterjen cair yaitu pH 5 – 10.

Pemasukan deterjen ke perairan dapat menurunkan kualitas air karena dapat menyebabkan pencemaran di sungai dan laut, seperti penurunan kadar oksigen terlarut, yang mengganggu kehidupan organisme perairan, serta menyebabkan air menjadi bau dan keruh. Oleh karena itu, pemilihan deterjen dengan pH yang sesuai standar sangat penting, agar tidak mengganggu keseimbangan ekosistem air (Larasati et al., 2021). Deterjen berbahan dasar saponin dari daun jeruk nipis dengan pH yang lebih stabil dan sesuai standar dapat menjadi solusi lebih berkelanjutan dibandingkan deterjen sintetik yang sering mengandung bahan dengan pH ekstrem atau zat bioakumulatif yang mencemari lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh perbandingan pelarut etanol terhadap ekstraksi saponin dari daun jeruk nipis sebagai biosurfaktan untuk deterjen ramah lingkungan, dapat disimpulkan bahwa kandungan saponin tertinggi diperoleh pada sampel dengan rasio simplisia:solvent 1:10 dengan kadar 1,79%, yang menunjukkan bahwa perbandingan tersebut merupakan kondisi optimal. Uji tinggi busa juga menunjukkan hasil tertinggi pada sampel 1:10 dengan nilai 0,5 cm, yang sejalan dengan kadar saponin tertinggi. Hampir seluruh variasi sampel memiliki stabilitas busa sempurna (100%), kecuali pada sampel 1:4 yang menunjukkan kadar saponin tidak cukup untuk pembentukan busa. Uji pH menunjukkan bahwa seluruh variasi sampel memiliki pH yang aman bagi kulit dan lingkungan, namun hanya variasi sampel 1:6, 1:8, 1:10, dan 1:12 yang memenuhi standar SNI 4075-1:2017.

Hasil penelitian membuktikan bahwa pemanfaatan daun jeruk nipis sebagai sumber biosurfaktan mendukung prinsip keberlanjutan dalam pemanfaatan sumber daya alam. Tanaman ini melimpah di Indonesia dan dapat dibudidayakan dengan mudah,

sehingga penggunaannya sebagai bahan baku biosurfaktan tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbasis fosil tetapi juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam. Selain itu, saponin bersifat *biodegradable*, sehingga lebih mudah terurai secara alami di lingkungan tanpa meninggalkan residu berbahaya, berbeda dengan surfaktan sintetik yang dapat menyebabkan polusi air dan gangguan ekosistem perairan. Dengan karakteristik ini, biosurfaktan dari daun jeruk nipis memiliki potensi besar sebagai solusi deterjen yang lebih aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyanti, M., & Yushananta, P. (2023). Kandungan Saponin Dan Flavonoid Pada Tanaman Pekarangan Serta Potensinya Sebagai Bioinsektisida Lalat Rumah (*Musca Domestica*). *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17(1), 31. <https://doi.org/10.26630/Rj.V17i1.3763>
- Ameer, K., Shahbaz, H. M., & Kwon, J. H. (2017). Green Extraction Methods For Polyphenols From Plant Matrices And Their Byproducts: A Review. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 16(2), 295–315. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12253>
- 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>
- Badmus, S. O., Amusa, H. K., Oyehan, T. A., & Saleh, T. A. (2021). Environmental Risks And Toxicity Of Surfactants: Overview Of Analysis, Assessment, And Remediation Techniques. *Environmental Science And Pollution Research*, 28(44), 62085–62104. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-16483-W>
- BPS Indonesia. (2024a). Statistik Potensi Desa Indonesia 2024. *Statistik Potensi Desa Indonesia*, 15, 45.
- BPS Indonesia. (2024b). Statistik Sumber Daya Laut Dan Pesisir 2024. *Statistik Sumber Daya Laut Dan Pesisir 2024*, 21, 87.
- Elboughdiri, N. (2018). Effect Of Time, Solvent-Solid Ratio, Ethanol Concentration And Temperature On Extraction Yield Of Phenolic Compounds From Olive Leaves. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(2), 2805–2808. <https://doi.org/10.48084/Etasr.1983>
- Fait, M. E., Bakas, L., Garrote, G. L., Morcelle, S. R., & Saparrat, M. C. N. (2019). Cationic Surfactants As Antifungal Agents. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 103(1), 97–112. <https://doi.org/10.1007/S00253-018-9467-6>

- Helmy, Q., Gustiani, S., & Mustikawati, A. T. (2020). Application Of Rhamnolipid Biosurfactant For Bio-Detergent Formulation. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 823(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899x/823/1/012014>
- Hira Bukhari, S., Jabeen, S., Ayub, N., Awan, U. L., Fatima, S., & Ishteyaque, S. (2019). Screening Of Cocos Nucifera L. As A Solution To Antimicrobial Resistance. *Int. J. Biol. Biotech*, 16(3), 775–782.
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso, K. (2021). Kandungan Pencemar Detejen Dan Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal Of Oceanography*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.14710/Ijoce.V3i1.9470>
- Nazdrajic, S., Bratovic, A., Alibegic, D., Micijevic, A., & Mehovic, M. (2024). The Effect Of Mixed Surfactants On Viscosity, Ph And Stability Of Synthesized Liquid Soaps. *International Journal Of Materials And Chemistry*, 14(3), 31–36. <https://doi.org/10.5923/J.Ijmc.20241403.01>
- Ngaffo, C. M. N., Tankeo, S. B., Guefack, M.-G. F., Nayim, P., Wamba, B. E. N., Kuete, V., & Mbaveng, A. T. (2021). Phytochemical Analysis And Antibiotic-Modulating Activity Of Cocos Nucifera, Glycine Max And Musa Sapientum Methanol Extracts Against Multidrug Resistant Gram-Negative Bacteria. *Investigational Medicinal Chemistry And Pharmacology*, 4(2), 1–12. <https://doi.org/10.31183/Imcp.2020.00053>
- Ntalikwa, J. W. (2021). Solvent Extraction Of Jatropha Oil For Biodiesel Production: Effects Of Solvent-To-Solid Ratio, Particle Size, Type Of Solvent, Extraction Time, And Temperature On Oil Yield. *Journal Of Renewable Energy*, 2021(C), 1–8. <https://doi.org/10.1155/2021/9221168>
- Nurrosyidah, I. H., Putri, E. N., & Satria, B. A. (2023). Formulasi Deterjen Ramah Lingkungan Dengan Serbuk Simplisia Daun Waru (*Hibiscus Tiliaceus* L.) Dan Buah Lerak (*Sapindus Rarak* Dc.) Sebagai Surfaktan. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 5(1), 146–155. <https://doi.org/10.33759/Jrki.V5i1.346>
- Qamar, S. A., & Pacifico, S. (2023). Cleaner Production Of Biosurfactants Via Bio-Waste Valorization: A Comprehensive Review Of Characteristics, Challenges, And Opportunities In Bio-Sector Applications. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 11(6), 111555. <https://doi.org/10.1016/J.Jece.2023.111555>
- Saal, C., & Nair, A. (2019). Solubility In Pharmaceutical Chemistry. In *Solubility In Pharmaceutical Chemistry*. <https://doi.org/10.1515/9783110559835>
- Sang, S. H., Akowuah, G. A., Liew, K. Bin, Lee, S. K., Keng, J. W., Lee, S. K., Yon, J. A. L., Tan, C. S., & Chew, Y. L. (2023). Natural Alternatives From Your Garden For Hair Care: Revisiting The Benefits Of Tropical Herbs. *Heliyon*, 9(11), E21876.

<https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2023.E21876>

- Sari, K., & Setiawan, I. K. I. (2019). Utilization Of Natural Surfactants From Saponin Compound Of Coconut Leaf Waste (*Cocos Nucifera* L.) As An Environmentally Friendly Liquids Detergent. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1402(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/3/033069>
- Wicaksono, L. A., Winarti, S., & Amalusholikha, D. (2019). The influence of various proportions of solvent on extraction and stability of natural colorant from mangsi fruit (*Phyllanthus reticulatus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 4(1), 27-35.
- Yuan, Y., Leng, Y., Huang, C., Yue, M., & Tan, Q. (2015). Effects Of Cooling Rate, Saturation Temperature, And Agitation On The Metastable Zone Width Of Dl-Malic Acid-Water System. *Russian Journal Of Physical Chemistry A*, 89(9), 1567–1571. <https://doi.org/10.1134/S0036024415090381>