



## Efektivitas Pemanfaatan Daun Kelor sebagai Alternatif Biosurfaktan Detergen dengan Metode PRES (Prinsip Rotary Evaporator Sederhana)

Syayidah Dinurrohmah\*, Ulul Hadiatul Fauki, Melliana Jiana Bahi, Lambang Subagiyo, Atin Nuryadin

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Mulawarman

Email Korespondensi: [dinurrohmahsyayidah@gmail.com](mailto:dinurrohmahsyayidah@gmail.com)

**Diterima:** 20 September 2022

**Disetujui:** 24 Oktober 2022

**Diterbitkan:** 31 Oktober 2022

### Kata Kunci:

Biosurfaktan, Detergen Cair, Pencemaran Lingkungan, Daun Kelor

### ABSTRAK

Salah satu upaya mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah detergen adalah dengan pemanfaatan bahan alami sebagai pengganti surfaktan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan detergen berbahan aktif biosurfaktan daun kelor dengan metode Prinsip Rotary Evaporator Sederhana (PRES). Pemanfaatan daun kelor (*Moringa olifera*) dilakukan dengan mengekstraksi daun kelor menggunakan metode maserasi hingga menghasilkan biosurfaktan, yang kemudian diolah menjadi detergen cair. Untuk menguji sediaan biosurfaktan maupun detergen cair, dilakukan beberapa uji, yaitu organoleptik, pH, bobot jenis, stabilitas busa, daya detergensi, dan cemaran dari limbah detergen cair kemudian dibandingkan dengan detergen komersial. Hasil detergen cair menggunakan metode PRES menunjukkan mutu detergensi yang sebanding dengan detergen komersial, karena memiliki stabilitas busa mencapai 97%, dengan daya detergensi mencapai 80%, namun tingkat limbah cemaran yang tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode PRES dapat menghasilkan detergen cair dengan stabilitas busa dan mutu detergen yang baik, namun memerlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat meminimalkan tingkat cemaran limbah yang dihasilkan.

**Received:** 20 September 2022

**Accepted:** 24 October 2022

**Published:** 31 October 2022

### Keywords:

Biosurfactants, Detergents, Environmental Pollution, Moringa Leaves

### ABSTRACT

The solution to the environmental pollution problem that caused by detergent waste is the use of natural surfactant materials. This research aims to produce detergents made from active biosurfactants of Moringa leaves with Prinsip Rotary Evaporator Sederhana (PRES) method. The use of Moringa leaves was carried out by extracting Moringa leaves using the maceration method to produce biosurfactants, then processed into liquid detergents. To test the biosurfactant and liquid detergents, organoleptic, pH, density, foam stability, detergency power, and contamination tests of liquid detergent waste were carried out and then compared to commercial detergents. The results of liquid detergents using the PRES method showed that the quality of detergents was close to commercial detergents, with the foam stability reaching 97%, with detergency of up to 80%, but a high level of contamination waste. This present research shows that the PRES method can produce liquid detergents with good foam stability and detergent quality but required further research to minimize the contamination level of liquid detergent waste.

## 1. PENDAHULUAN

Kualitas air di Kalimantan yang tergolong cukup tercemar berdasarkan indeks pencemaran (Subagiyo et al., 2019), diakibatkan oleh aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari (Pambudhy, 2021) yang berasal dari berbagai lini kehidupan, termasuk bidang pertanian, bidang industri dan berbagai kegiatan rumah tangga yang berpeluang menghasilkan limbah (Setiawan, 2019). Salah satunya adalah meningkatnya limbah detergen hasil dari kegiatan mencuci (Supandi & Setiawan, 2019), yang selain sebagai bahan

pembersih (Yuliani et al., 2015),detergen yang digunakan juga menimbulkan efek pencemaran terhadap lingkungan (Maranggi et al., 2020) karena sulit terdegradasi oleh bakteri dalam air (Helmy et al., 2020) sehingga dapat menyebabkan permasalahan kualitas air dan lingkungan sekitar (Tien Faizah Azfi, 2017).

Penggunaan deterjen dapat menyebabkan pencemaran dikarenakan bahan yang digunakan membuat deterjen pada umumnya terdiri dari, bahan aktif, pengisi, penunjang, tambahan, pewangi, dan antifoam (M.G, Hazena, 2015). Formulasi campuran beberapa bahan aktif kimia (seperti

surfaktan ABS atau LAS) (Maranggi et al., 2020) yang berfungsi sebagai bahan detergensi ini lah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena tidak dapat terurai oleh mikroorganisme (Supandi & Setiawan, 2019).

Salah satu penyelesaian yang telah dilakukan terhadap masalah tersebut adalah dengan pemanfaatan bahan alami sebagai pengganti surfaktan (Maranggi et al., 2020), yaitu biosurfaktan yang dapat disintesis secara ekstraseluler oleh mikroorganisme (Cut Yuliana, 2019). Ketentuan utama bahan alami pengganti surfaktan (biosurfaktan) tersebut harus mengandung saponin yang juga menghasilkan busa (Maranggi et al., 2020). Melalui skrining kimia, diketahui bahwa daun kelor (*Moringa Oleifera*) merupakan salah satu tumbuhan obat yang ditemukan di KalTim (Rijai, 2012) yang mengandung tanin, saponin, flavonoid, dan polifenol (Veronika et al., 2017), yang mudah didapat dan memiliki persentase saponin yang cukup besar yaitu sebesar 7,19% (Maranggi et al., 2020). Persentase kandungan saponin yang besar tersebut menunjukkan bahwa daun kelor dapat menghasilkan busa dengan sifat ramah lingkungan karena senyawanya dapat dengan mudah terurai (Rijai, 2012) dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai biosurfaktan dengan potensi pemanfaatan besar (Hayes, 2012).

Pembuatan detergen cair pada umumnya menggunakan rotary evaporator sebagai alat ekstraksi (Hernawati et al., 2020) dengan prinsip pemisahan ekstrak dari cairan penyaring dengan pemanasan yang dipercepat oleh putaran dari labu (Rahmaniati M et al., 2018). Namun, melalui penelitian ini proses penguapan dan pemanasan pada rotary evaporator digantikan dengan metode PRES (Prinsip Rotary Evaporator Sederhana) yang didasarkan pada prinsip kerja dari rotary evaporator, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam pembuatan detergen cair. Penelitian ini selain bertujuan untuk menghasilkan detergen cair berbahan dasar biosurfaktan, juga bertujuan untuk mengevaluasi apakah metode PRES efektif untuk dilakukan dalam pembuatan detergen cair yang dipercaya selain murah dan mudah juga dipercaya mampu menggantikan penggunaan rotary evaporator dalam pembuatan detergen cair berbahan aktif biosurfaktan.

## 2. METODE

Bahan baku utama dalam penelitian ini adalah daun kelor yang di maserasi menggunakan etanol 70% sebagai pelarut, dan maserat yang dihasilkan kemudian diaktivasi dengan HCl. MES sebagai surfaktan sekunder digunakan dalam proses pembuatan detergen cair dengan dihomogenkan bersama  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , glukosa, dan air. Adapun alat yang digunakan, yaitu kertas pH untuk mengukur pH dari sediaan detergen, tabung ukur untuk mengukur stabilitas busa, kompor sebagai pemanas.

Serbuk daun kelor diekstrak menggunakan pelarut etanol 70% dengan perbandingan 1:10 (Maranggi et al., 2020) dengan metode maserasi. Proses maserasi tersebut akan menghasilkan maserat kental yang kemudian diinkubasi dan disaring. Maserat kental yang telah diinkubasi dan disaring kemudian diencerkan dengan penambahan aquades dan diaktivasi dengan cara menambahkan larutan HCl, setelah didiamkan maka diperoleh biosurfaktan. Pada proses pembuatan detergen cair dilakukan dengan mencairkan MES kemudian dicampurkan dengan biosurfaktan hingga homogen, yang kita sebut sebagai larutan 1. Pada saat yang sama dibuat larutan

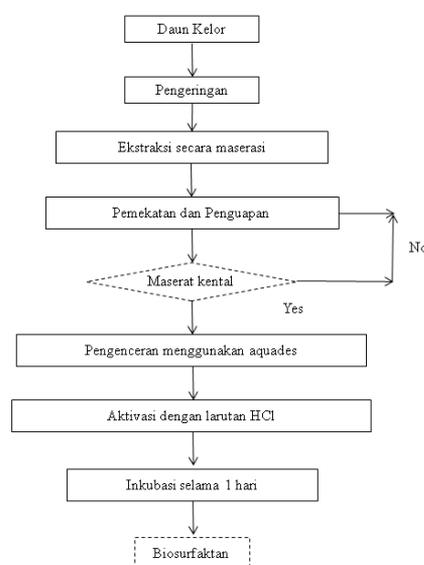
glukosa dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hingga homogen, yang kemudian disebut larutan 2. Larutan 1 dan larutan 2 yang telah siap kemudian dihomogenkan, larutan ini kemudian disebut larutan 3. Larutan 3 yang telah jadi ini berikutnya dipanaskan dan diaduk hingga diperoleh detergen cair.

Formulasi (F) yang digunakan terdiri dari 4 formulasi, dengan komposisi yang dirangkum pada Tabel 1 berikut.

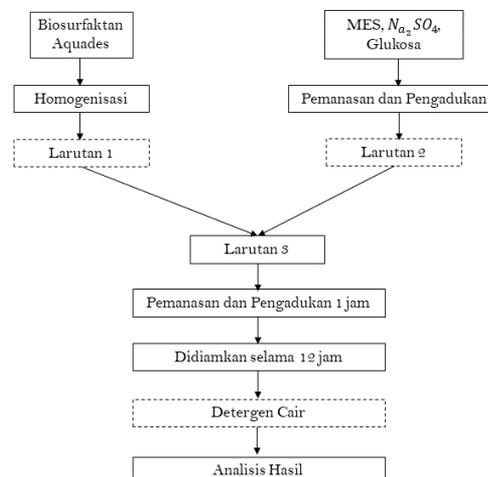
**Tabel 1.** Formulasi Detergen Cair Ekstrak Daun Kelor

Bahan	F1	F2	F3	F4
Biosurfaktan	100 g	150 g	300 g	350 g
Aquades	590 mL	490 mL	390 mL	340 mL
MES	100 g	100 g	100 g	100 g
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	100 g	100 g	100 g	100 g
Glukosa	100 g	100 g	100 g	100 g
Air	600 mL	600 mL	600 mL	600 mL

Pembuatan biosurfaktan dan detergen cair pada penelitian ini mengikuti langkah-langkah pada diagram alir sesuai Gambar 1 dan Gambar 2 berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir Pembuatan Biosurfaktan



**Gambar 2.** Diagram Alir Pembuatan Detergen Cair

Selama proses pembuatan biosurfaktan maupun detergen cair, prinsip rotation dan evaporation digantikan dengan metode PRES dengan skema seperti terlihat pada Gambar 3



Gambar 3. Skema Metode PRES

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menguji sediaan biosurfaktan maupun detergen cair, dilakukan uji organoleptik (Febriani & Andiani, 2020), uji pH (Maranggi et al., 2020), uji bobot jenis (Maranggi et al., 2020), stabilitas busa (Murti et al., 2018) daya detergensi (Arnelli, 2010) dan uji cemaran dari limbah deterjen cair dengan membandingkannya dengan deterjen komersial.

Uji organoleptik yang secara sederhana dapat juga disebut dengan uji indera (Suryono et al., 2018) dilakukan dengan mengamati secara langsung yang meliputi bentuk, warna, dan bau [6] sediaan biosurfaktan dan detergen cair, dengan hasil seperti tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Organoleptik Detergen Cair

Sampel	Bentuk	Warna	Bau
F1	Heterogen	Coklat kekuningan pekat	Tidak terlalu menyengat
F2	Heterogen	Coklat kekuningan	menyengat
F3	Heterogen	Coklat kehijauan	Tidak menyengat
F4	Heterogen	Coklat hijau pekat	Sangat menyengat

Hasil yang diperoleh berupa warna, dan aroma dari sediaan detergen cair sesuai dengan SNI (SNI 4075-1:2017, 2017), yaitu memiliki warna dan aroma yang khas dari daun kelor. Namun, memiliki bentuk yang tidak sesuai dengan SNI (harus homogen), yang dimungkinkan terjadi karena pengaruh penggunaan metode PRES, dikarenakan heterogenya nya hasil detergen cair tidak terjadi pada hasil riset terdahulu yang menggunakan rotary evaporator (Maranggi et al., 2020; M.G, Hazena, 2015; Supandi & Setiawan, 2019; Tien Faizah Azfi, 2017).

Untuk mengetahui kelayakan detergen cair, kemudian dilakukan uji pH, bobot jenis, stabilitas busa dan daya detergensi, dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Mutu Deterjen Cair

Sampel	pH	Bobot Jenis (g/ml)	Stabilitas Busa	Daya Detergensi (%)	
				Tanpa Bilasan	Dengan Pembilasan
F1	3	1,180	96,77	24,24	53,79
F2	4	1,195	92,31	18,43	63,60
F3	2	0,946	93,75	32,54	22,20
F4	6	1,289	95,65	11,16	85,68
F0	7	1,200	90,29	23,61	87,44
SNI	5-10	1,1-1,3	-	-	-

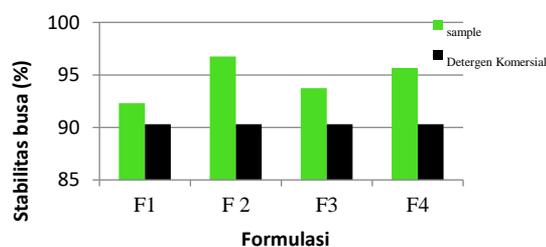
Uji pH dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh detergen cair ketika kontak langsung dengan kulit (Rachmawati, 2019), sehingga dapat dikategorikan berbahaya atau tidak nya detergen cair saat digunakan. Pada penelitian ini diperoleh pH formulasi detergen berada pada kisaran 2-7, yang berada jauh lebih rendah daripada detergen komersial dan biodetergen dengan rotary evaporator (M.G, Hazena, 2015; Supandi & Setiawan, 2019), yang berkisar 6,92-7,56 dan 8,18-8,60.

Berdasarkan hasil uji tersebut, formulasi yang memenuhi syarat SNI hanyalah formulasi 4, karena keasaman pada formulasi 1, 2, dan 3 akan berpotensi merusak kulit. Hal tersebut dikarenakan daya adsorpsi pada kulit akan cenderung lebih tinggi apabila pH relatif basa atau asam (Maranggi et al., 2020).

Selain uji pH, uji bobot jenis atau massa jenis detergen cair juga dilakukan, yang mana bobot jenis ini selain memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan larutnya detergen dalam air, juga berpengaruh terhadap stabilitas emulsi detergen cair (Maranggi et al., 2020). Berdasarkan SNI (4075-1:2017), bobot atau massa jenis produk detergen berada pada rentang 1,1-1,3 g/mL. Nilai bobot jenis pada penelitian ini sesuai dengan rentang SNI adalah kecuali pada F3 yang menunjukkan nilai lebih kecil dari ketentuan SNI. Perbedaan signifikan pada salah satu formulasi ini memungkinkan terjadi akibat perbedaan bentuk atau heterogenya masing-masing formulasi detergen cair.

Uji selanjutnya, yaitu stabilitas yaitu uji yang merepresentasikan persentase daya tahan busa ketika digunakan untuk pencucian. Menurut (Murti et al., 2018) stabilitas busa merupakan representasi dari tingkat ketahanan gelembung detergen, dimana setelah lima menit busa dari detergen yang baik akan mampu bertahan hingga 60-70% dari volume awal (Murti et al., 2018).

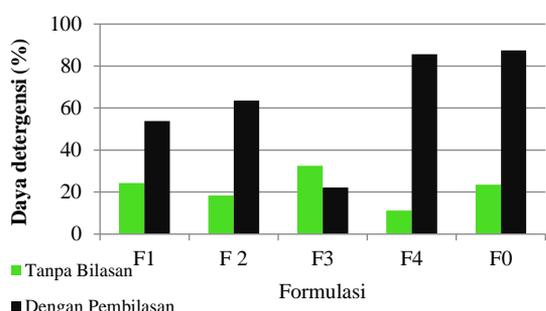
Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, diperoleh keempat formulasi pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa setiap formulasi telah memenuhi persyaratan kestabilan busa seperti pada Gambar 4. Kestabilan busa detergen cair berbahan dasar biosurfaktan daun kelor ini juga lebih baik daripada detergen komersial, dan detergen lain yang berbahan dasar biosurfaktan daun waru (Supandi & Setiawan, 2019), serta biji alpukat (M.G, Hazena, 2015).



Gambar 4. Diagram Perbandingan Stabilitas Busa Sediaan Detergen Terhadap F0

Stabilitas busa ini menunjukkan kadar saponin pada biosurfaktan yang selain berperan dalam menghasilkan busa, juga berperan sebagai detergensi. Prinsip detergensi pada detergen sangatlah penting untuk diketahui, karena merupakan urgensi utama dari pembuatan detergen yang dilakukan dengan cara penggumpalan kotoran (Diyani Arini, Arnelli, 2008) (Febrianti, 2013). Mengingat pentingnya detergensi

atau daya detergensi, maka dilakukan uji daya detergensi dengan seperti terlihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 5.** Diagram Perbandingan Daya Detergensi Sediaan Detergen dan Detergen Komersial, dengan Bilasan dan Tanpa Bilasan

Perbedaan signifikan dapat terlihat dari uji daya detergensi tanpa pembilasan dan dengan pembilasan. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi detergen yang dibuat tidak dapat mengangkat dan menghilangkan kotoran dengan baik bila tanpa bilasan. Sedangkan pembilasan dengan menggunakan air membuat proses pencucian menjadi lebih maksimal (Yuliyanti et al., 2019). Hal ini sesuai dengan pengamatan bahwa substrat yang dihasilkan lebih putih dan bersih dengan bilasan dibandingkan dengan substrat yang tanpa pembilasan.

Formulasi yang memiliki nilai daya detergensi sesuai dengan syarat dan mendekati nilai daya detergensi detergen komersial terdapat pada sediaan F4 sebesar 85,68%. Nilai ini menunjukkan bahwa detergen berbahan biosurfaktan daun kelor termasuk ke dalam kategori baik dalam menghilangkan noda dengan pembilasan jika dibandingkan dengan detergen berbahan surfaktan komersial (Arnelli, 2010) dan detergen berbahan dasar kombinasi getah pepaya dan daun sengon (Widayati et al., 2018). Sedangkan, nilai daya detergensi terendah dimiliki oleh F3 sebesar 22,20%, yang terjadi karena rendahnya pH, sehingga tingkat keasamaan dari formula tersebut sangat tinggi.

Setelah dilakukan berbagai uji pada biosurfaktan maupun detergen cair, kemudian dilakukan uji cemaran dari limbah cucian detergen cair tersebut. **Tabel 4** menyatakan hasil pengujian cemaran limbah sediaan detergen cair dengan biosurfaktan daun kelor menggunakan metode PRES dan detergen komersial. Pada pengujian cemaran limbah ini menggunakan baku mutu sesuai dengan standar baku (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2014).

**Tabel 4.** Pegujian Limbah Cemaran Detergen

Sampel	pH	BOD-5 (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
F1	2,85	72,01	11430,438	14560
F2	2,91	117,62	14246,953	15665
F3	2,28	69,12	15481,157	29855
F4	3,62	97,62	26785,010	1860
F0	5,18	143,30	25265,991	417
SNI	6-9	50	50	28

Berdasarkan SNI, nilai pH limbah cemaran untuk detergen cair berada pada kisaran 6-9 (SNI 4075-1:2017, 2017). Adapun nilai pH yang dihasilkan dari hasil limbah cemaran sediaan detergen cair penelitian ini berada di bawah rentang baku mutu. Kadar pH yang dihasilkan terlalu asam sehingga dapat menyebabkan gangguan ekosistem di perairan. Nilai pH dari sediaan detergen yang dibuat tidak bisa untuk dibuang ke lingkungan (Muhammad Busyairi, Nur Annisa Jayaningsih, 2021).

Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) sangat penting untuk diuji untuk mengetahui dampaknya terhadap organisme akuatik (Atima, 2015; Rahmaniati M et al., 2018). Berdasarkan hasil uji limbah cair, keseluruhan sediaan detergen cair yang dibuat, memiliki nilai BOD dan COD yang melebihi baku mutu yang ada, sehingga berakibat pada tidak terpenuhinya oksigen yang dibutuhkan, dan sangat berbahaya terhadap organisme akuatik.

Selain BOD dan COD, dilakukan pula uji Total Suspended Solid (TSS) yang merupakan ukuran kadar padatan pada limbah (Widiyanti et al., 2021). Ukuran TSS perlu untuk diuji karena limbah cair dengan kandungan zat tersuspensi tinggi akan sangat berdampak buruk bagi lingkungan, selain karena menyebabkan pendangkalan juga berpotensi menghalangi masuknya sinar matahari yang sangat diperlukan pada proses fotosintesis mikroorganisme (Maranggi et al., 2020). Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan diperoleh bahwa nilai TSS yang dihasilkan melebihi baku mutu yang ada, sehingga akan sangat berbahaya terhadap ekosistem akuatik, dan menyebabkan terjadinya pendangkalan.

Analisis limbah cemaran BOD, COD, dan TSS memiliki tingkat cemaran yang jauh tinggi dibandingkan dengan detergen sintetik dan biodetergen berbahan dasar biosurfaktan daun sengon dan kulit buah pepaya (Maranggi et al., 2020), dan daun waru (Supandi & Setiawan, 2019). Perbedaan signifikan terhadap hasil limbah cemaran yang dihasilkan biodetergen berbahan dasar daun waru, daun sengon dan kulit pepaya dengan dapat dimungkinkan terjadi karena perbedaan metode yang digunakan maupun faktor lainnya yang memerlukan kajian lebih lanjut.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, baik pada sediaan biosurfaktan, detergen cair maupun uji cemaran dari limbah, maka penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode PRES dapat menghasilkan detergen cair berbahan aktif biosurfaktan daun kelor dengan stabilitas busa dan mutu detergen yang sangat baik dibandingkan dengan detergen komersial. Namun, detergen cair ini berpotensi mencemari lingkungan karena tingkat cemaran limbah yang jauh lebih tinggi dari SNI dan detergen komersial, sehingga berbahaya apabila dibuang ke lingkungan. Penggunaan metode ini dapat menjadi solusi pengganti rotary evaporator, namun dengan pengembangan dan pendekatan yang masih memerlukan kajian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnelli. (2010). Sublasi Surfaktan dari Larutan Detergen dan Larutan Detergen Sisa Cucian Serta Penggunaannya Kembali Sebagai Detergen. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 13(1), 4–7.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science and Education*, 4(1), 159–169.
- Cut Yuliana, et al. (2019). *Produksi dan Optimasi Biosurfaktan dari Bakteri Halofilik Chromohalobacter japonicus BK-AB18*. 2(2), 1–19.
- Diyan Arini, Arnelli, A. S. (2008). Pengaruh Penambahan Karboksimetil Selulosa dan Buffer pada Detergensi Surfaktan asil Sublasi Limbah Cair Cucian. 11(3), 78–83.
- Febriani, A., & Andiani, D. (2020). Formulasi Detergen Cair yang Mengandung Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) Liquid Detergent Formulation Containing Hibiscus Leaf Extract (*Hibiscus rosa-sinensis L.*). *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 13(2), 107–113.
- Febrianti, D. R. (2013). *Formulasi Sediaan Sabun Mandi Cair Minyak Atsiri Jeruk Purut (Citrus hystrix DC.) Dengan Kokamidopril Betan Sebagai Surfaktan*.
- Hayes, D. G. (2012). Bioprocessing Approaches to Synthesize Bio-based Surfactants and Detergents. In *Food and Industrial Bioproducts and Bioprocessing* (pp. 243–266). <https://doi.org/10.1002/9781119946083.ch10>
- Helmy, Q., Gustiani, S., & Mustikawati, A. T. (2020). Application of rhamnolipid biosurfactant for biode detergent formulation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012014>
- Hernawati, D., Suharyati, S., Nurkamillah, S., & Biologi, P. (2020). Perbandingan Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum*) Dengan Varietas Berbeda Secara In Vitro Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *an Aktivitas*. 2, 1–10.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah* (p. 85).
- Maranggi, I. U., Rahmasari, B., Kania, F. D., Fadarina, Yuniar, Purnamasari, I., & Meidiniasty, A. (2020). Aplikasi Biosurfaktan Dari Daun Sengon (*Albizia Falcataria*) Dan Kulit Buah Pepaya (*Carica Papaya L.*) Sebagai Detergen Ramah Lingkungan. *Politeknik Negeri Sriwijaya, Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*, 1(1), 11–19.
- M.G, Hazena, et al. (2015). *Ekstrak Biji Alpukat Sebagai Pembusa Detergen: "Pemanfaatan Potensi Bahan Alam dan Menekan Biaya Produksi."* 3(2013), 92–98.
- Muhammad Busyairi, Nur Annisa Jayaningsih, F. A. (2021). Analisis Beban Pencemar Dan Daya Tampung Sungai. *Jurnal "Teknologi Lingkungan,"* 17–25.
- Murti, I. K. A. Y., Putra, I. P. S. A., N.N.K.T., S., Wijayanti, N. P. D., & Yustiantara, P. S. (2018). Optimasi Konsentrasi Olive Oil Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Sabun Cair. *Jurnal Farmasi Udayana*, 6(2), 15. <https://doi.org/10.24843/jfu.2017.v06.i02.p03>
- Pambudhy, A. (2021). Pencemaran Air: Pengertian, Penyebab dan Dampaknya bagi Lingkungan. *Detik*.
- Rachmawati, P. A. (2019). Biodegradable Detergen Dari Saponin Daun Waru Dan Ekstraksi Bunga Tanjung. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.26740/ica.v2n2.p1-4>
- Rahmaniati M, A., Ulfah, M., & Mulangsari, D. A. K. (2018). Standarisasi Parameter Non Spesifik Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella asiatica L.*) Di Dua Tempat Tumbuh. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 3(1). <https://doi.org/10.31942/inteka.v3i1.2128>
- Rijai, L. (2012). Beberapa Tumbuhan Obat Asal Kalimantan Timur Sebagai Sumber Saponin Potensial. *Journal Of Tropical Pharmacy And Chemistry*, 1(4), 301–306. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v1i4.40>
- Setiawan, F. A. dan Y. (2019). Analisa Kualitas Air Dengan Pendekatan Driving Force, Pressure, State, Impact, Response (Dpsir): Studi Kasus Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal "Teknologi Lingkungan,"* 24–30. *SNI 4075-1:2017* (p. 15). (2017).
- Subagiyo, L., Nuryadin, A., Sulaeman, N. F., & Widyastuti, R. (2019). Water quality status of kalimantan water bodies based on the pollution index. *Pollution Research*, 38(3), 536–543.
- Supandi, L., & Setiawan, D. A. (2019). Pemanfaatan Daun Waru (*Hibiscus tiliace L*) Sebagai Bahan Baku Detergen. *Sainteks: Jurnal Sains Dan Teknik*, 1(1), 17–28. <https://doi.org/10.37577/sainteks.v1i1.107>
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. (2018). Uji Kesukaan dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan Dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif. *Jurnal Pariwisata*, 5(2), 95–106. <https://doi.org/10.31311/par.v5i2.3526>
- Tien Faizah Azfi. (2017). Daun Waru Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Detergen Ramah Lingkungan. *Paper Knowledge. Toward a Media History of Documents*, 8(1), 65–67.
- Veronika, M., Purwijantiningsih, E., Pranata, S., & Teknobiologi, F. (2017). *Efektifitas Ekstrak Daun Kelor (Moringaoleifera) Sebagai Bio-Sanitizer Daun Selada (Lactuca sativa)*.
- Widayati, T. W., Yudisai, H., & Devara, I. K. G. (2018). *Sintesis Bio-nanosurfaktan sebagai Deterjen Ramah Lingkungan dari Kombinasi Ekstrak Getah Pepaya (Carica papaya L) dan Daun Sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen)*. April, 1–6.
- Widiyanti, A., Laily, D., & Hamidah, N. (2021). Pengolahan Limbah Cair Bekas Pencucian Ikan Menggunakan Scirpus grossus. *Journal of Research and Technology*, VII(2460), 61–70.
- Yuliani, R. L., Purwanti, E., & Pantiwati, Y. (2015). Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 822–828.
- Yuliyanti, M., Husada, V. M. S., Fahrudi, H. A. A., & Setyowati, W. A. E. (2019). Quality and Detergency Optimization, Liquid Detergent Preparation, Mahogany Seed Extract (*Swietenia mahagoni*). *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 4(2), 65. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v4i2.32750>