

Submitted : 6 Oktober 2020

Revised : 30 November 2020

Accepted : 16 Desember 2020

**PENGARUH METODE DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS SAPONIN DALAM EKSTRAK BUAH, DAUN, DAN TANGKAI DAUN BELIMBING WULUH (*AVVERHOA BILIMBI L.*) UNTUK APLIKASI DETERGEN**

**Muhammad Triyogo Adiwibowo\*, Herayati, Karen Erlangga, Dela Ayu Fitria**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jln Jenderal Sudirman Km 3, Cilegon, Indonesia

\*Email: [muhammad.triyogo.a@untirta.ac.id](mailto:muhammad.triyogo.a@untirta.ac.id)

**Abstrak**

Saponin merupakan surfaktan nonionik yang terdapat dalam bahan alam dan dapat berfungsi sebagai agen pembersih. Dalam penelitian ini, campuran buah, daun, dan tangkai daun belimbing wuluh diekstraksi untuk mendapatkan ekstrak yang mengandung saponin menggunakan metode ekstraksi maserasi dan berbantuan sonikasi dengan variasi waktu 3, 5, dan 7 hari untuk ekstraksi maserasi serta 10, 20, dan 30 menit untuk ekstraksi berbantuan sonikasi. Variasi rasio simplisia:solven yang digunakan adalah 1:6, 1:7, dan 1:8 (g/mL). Variasi ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi ekstraksi yang feasible. Komposisi dari ekstrak yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan uji LC-MS sedangkan kadar saponin dalam ekstrak dianalisis menggunakan metode gravimetri. Ekstrak kemudian diuji detergensinya melalui uji pengangkatan kotoran untuk mengetahui potensinya pada aplikasi detergen. Hasil menunjukkan bahwa metode ekstraksi berbantuan sonikasi memiliki hasil yang sebanding dengan ekstraksi maserasi namun dengan waktu ekstraksi yang relatif lebih singkat sehingga lebih feasible digunakan untuk produksi detergen.

**Keywords:** Detergensi, Ekstraksi Sonikasi, Ekstraksi Maserasi, Saponin

**Abstract**

Saponins are nonionic surfactants found in natural ingredients and functioning as cleaning agents. In this study, a mixed of fruit, leaves, and petioles of starfruit was extracted to obtain saponin-containing extracts using the maceration and sonication-assisted extraction method with variations in time 3, 5, and 7 days for maceration extraction and 10, 20, and 30 minutes for sonication-assisted extraction. Variations in the simplicia: solvent ratio used were 1: 6, 1: 7, and 1: 8 (g/mL). These variations were done to get a feasible extraction condition. The composition of the extract was characterized using the LC-MS analysis, while the saponin content in the extract was analyzed using the gravimetric method. The extract was then tested for detergency through a dirt removal test to determine its potential for detergent application. The results show that the sonication-assisted extraction method has comparable results with maceration extraction but relatively shorter extraction time, thus more feasible to use it for detergent production.

**Keywords:** Detergency, Maceration Extraction, Saponin, Ultrasound-assisted Extraction (UAE)

**1. PENDAHULUAN**

Detergen merupakan salah satu bahan pembersih yang umum digunakan oleh masyarakat. Salah satu jenis surfaktan yang digunakan dalam detergen komersial adalah surfaktan LAS yang berbahan dasar dari minyak bumi. Dampak penggunaan surfaktan ini

adalah timbulnya limbah yang dapat mengotori lingkungan. Surfaktan LAS juga dapat membentuk senyawa fenol sehingga bersifat beracun bagi kehidupan perairan (Widyarningsih et al., 2014). Untuk menanggulangi masalah pencemaran ini, dapat digunakan surfaktan berbahan dasar nabati yang dapat

didegradasi oleh mikroorganisme dibandingkan surfaktan berbahan dasar minyak bumi (Timurti et al., 2009).

Di Indonesia, tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) banyak tumbuh karena mudah penanaman dan perawatannya. Tanaman ini dapat berbuah setiap tahun tetapi karena buahnya mudah berguguran sehingga tidak termanfaatkan dengan baik. Selain buahnya, tangkai daun dan daun yang berguguran juga akan hanya menjadi limbah jika tidak dimanfaatkan dengan maksimal (Oktaviana, 2012). Ketiga bagian tanaman belimbing wuluh ini perlu dimanfaatkan agar tidak menjadi sampah.

Belimbing wuluh memiliki kandungan saponin, flavonoid, asam askorbat, tanin, glukosida, asam sitrat dan mineral terutama kalium dan kalsium (Ardananurdin et al., 2013). Saponin memiliki struktur rantai triterpenoid atau steroid yang bersifat non polar sehingga bersifat seperti surfaktan (Calabria, 2008). Kandungan saponin ini tidak hanya terdapat pada bagian buahnya saja, tetapi juga di bagian daun dan tangkai daunnya (Fahrurnnida, 2015). Selain itu, kandungan saponin, flavonoid, dan tanin dalam tanaman belimbing wuluh dapat berfungsi sebagai antibakteri dan antifungi terhadap berbagai bakteri gram positif, gram negatif, dan jamur (Karon et al., 2011; Rahmawati et al., 2019; Rusdian, 2018; Uddin & Shahriar, 2013).

Salah satu metode ekstraksi belimbing wuluh sederhana yang telah banyak dilakukan adalah ekstraksi maserasi yang umumnya memakan waktu lebih dari satu hari (Fahrurnnida, 2015; Nur & Fajar, 2019; Yanti & Vera, 2019). Pada penelitian lain, ekstraksi fenol dan antioksidan buah belimbing menggunakan metode ekstraksi berbantuan ultrasonik dapat meningkatkan efektivitas hasil ekstraksi yang didapatkan (Annegowda et al., 2012). Dalam penelitian ini digunakan metode ekstraksi berbantuan sonikasi dan maserasi untuk mendapatkan ekstrak dengan kandungan saponin terbaik dalam waktu yang feasibel.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Buah, daun, dan tangkai daun belimbing wuluh diperoleh dari lingkungan Jombang Kali, Kota Cilegon, Provinsi Banten. Etil asetat, n-butanol, metanol, dietil eter grade pro analisis didapatkan dari Merck Chemicals, etanol grade teknis didapatkan dari toko lokal, dan petroleum eter grade pro analisis didapatkan dari Fulltime Chemicals.

### 2.2 Preparasi Simplisia

Buah, daun, dan tangkai daun belimbing wuluh diambil untuk dilakukan secara triplo. Buah belimbing wuluh yang digunakan memiliki panjang sekitar 5–6 cm dengan berat sekitar 20 gram. Daun berwarna hijau muda cenderung tua yang bergabung dengan tangkainya digunakan sebagai sampel daun. Daun

kemudian dilepas dari tangkai dan tangkai yang tersisa digunakan sebagai sampel.

Sampel daun belimbing wuluh dicuci menggunakan air yang mengalir dan dikeringkan selama 3 hari pada udara terbuka yang terkena paparan sinar matahari. Sampel daun kering ini kemudian diblender dan disaring dengan saringan 20 mesh. Buah belimbing wuluh dicuci dengan air mengalir, diiris tipis, dan dikeringkan selama 4 hari. Tangkai daun belimbing wuluh dibersihkan dengan air dan dikeringkan. Tangkai yang sudah kering dipotong kecil untuk mempermudah saat dihaluskan. Buah dan tangkai daun selanjutnya dihaluskan dengan blender secara terpisah dan disaring menggunakan saringan 20 mesh agar ukurannya seragam. Rasio dari campuran daun, tangkai, dan buah belimbing wuluh yang digunakan sebagai simplisia untuk diekstraksi yaitu 3:1:1 (m/m).

### 2.3 Ekstraksi Simplisia

Metode ekstraksi sonikasi dilakukan dengan mencampurkan simplisia dengan solven etanol pada erlenmeyer lalu diekstraksi pada alat sonikator dengan variasi waktu ekstraksi 10, 20, dan 30 menit. Selama proses ekstraksi, digunakan alumunium foil untuk menutup bagian atas erlenmeyer untuk mencegah penguapan pelarut. Setelah diperoleh hasil ekstrak kemudian dilakukan evaporasi untuk menghilangkan kandungan pelarut dan diperoleh hasil ekstrak kental.

Ekstraksi maserasi menggunakan pelarut etanol. Simplisia buah, daun, dan batang daun belimbing wuluh diletakkan pada erlenmeyer dan kemudian ditambahkan pelarut etanol sebanyak 120 mL (untuk variasi rasio 1:6) 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 sebanyak 100 mL. 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 sehingga didapatkan ekstrak kental. Ekstraksi maserasi dilakukan dengan variasi waktu 3, 5, dan 7 hari.

### 2.4 Perhitungan Rendemen Ekstraksi

Residu hasil ekstraksi yang telah disaring dan dikeringkan dari pelarutnya ditimbang. Berat yang didapat ini digunakan untuk menghitung rendemen ekstraksi terhadap massa simplisia belimbing wuluh. Perhitungan rendemen menggunakan:

$$\%rendemen = \frac{\text{massa simplisia} - \text{massa residu}}{\text{massa simplisia}} \times 100\% \quad (1)$$

### 2.5 Uji Kandungan dalam Ekstrak

Kandungan ekstrak dianalisis menggunakan metode LC-MS.

## 2.6 Uji Preliminer Detergensi

Kemampuan ekstrak sebagai surfaktan diuji melalui uji pengangkatan kotoran. Kain putih diberi noda kecap (protein) dan kemudian dibiarkan kering dengan mendiamkannya selama empat jam. Kain yang sudah kering tersebut dicuci menggunakan mesin cuci. Uji detergensi ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kuantitatif, daya detergensi diukur dengan membandingkan hasil antara sebelum dan setelah pencucian (Adi N, 2013; Arnelli, 2010). Perhitungan daya detergensi menggunakan:

$$\%detergensi = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan:  $C_{awal}$ : konsentrasi pengotor awal pada kain

$C_{akhir}$ : konsentrasi pengotor sisa pada kain

Sedangkan, untuk uji kualitatif dilakukan dengan membandingkan secara visual hasil kain setelah pencucian. Hasil visual pencucian kain ini direpresentasikan oleh 5 sampel terbaik berdasarkan data detergensi kuantitatif, massa ekstrak dan rendemen yang didapatkan. Dilakukan pula pencucian kain menggunakan surfaktan komersil sebagai pembanding.

## 2.7 Uji Tinggi Dan Stabilitas Busa

Uji tinggi busa ekstrak dilakukan dengan melarutkan 1 mL ekstrak belimbing wuluh yang dilarutkan pada 5 ml air dan dikocok selama 1 menit. Tinggi busa yang dihasilkan kemudian diukur. Untuk uji stabilitas busa dilakukan dengan melarutkan 2 mL ekstrak belimbing wuluh pada 5 mL air dan dikocok selama 1 menit. Tinggi busa yang dihasilkan kemudian diukur setelah 0 dan 15 menit. Perhitungan stabilitas busa menggunakan persamaan:

$$\%stabilitas\ busa = \frac{H}{H_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan: H: tinggi busa setelah 5 menit, cm

$H_0$ : tinggi busa awal, cm

## 2.8 Uji Kadar Saponin Dengan Gravimetri

Ekstrak kental hasil dari evaporator ditimbang sebanyak 1,25 g kemudian direfluks dengan petroleum eter sebanyak 50 mL selama 30 menit pada temperatur 60-80°C. Setelah itu, hasil refluks didinginkan dan disaring untuk memisahkan larutan petroleum eter dan residu. Residu kemudian dilarutkan dengan etil asetat sebanyak 50 mL dan dipindahkan ke dekanter untuk dilakukan pemisahan. Selanjutnya residu yang tertinggal dilarutkan kembali dengan n-butanol sebanyak 3 kali masing-masing 50 mL di dalam dekanter dengan dikocok kemudian didiamkan sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah dikeluarkan sampai batasnya, Seluruh larutan butanolik dicampur dan diuapkan menggunakan rotary evaporator. Hasil dari rotavor dilarutkan dengan metanol sebanyak 10 mL kemudian larutan ini diteteskan ke dalam larutan dietil eter 50 mL sampai habis sambil terus diaduk. Endapan yang terbentuk dituang pada kertas saring yang bobotnya sudah diketahui lalu endapan dalam kertas saring ditimbang. Selisih dari kertas saring

sesudah dan sebelum penyaringan ditetapkan sebagai berat dari saponin (Adi N, 2013; Noviyanty et al., 2020). Berat saponin yang didapat digunakan untuk menghitung kadar saponin yang terekstrak dari simplisia belimbing wuluh. Perhitungan kadar saponin menggunakan persamaan:

$$Kadar\ saponin = \frac{(X_2 - X_1)}{A} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan:  $X_1$ : Bobot kertas saring, g

$X_2$ : Bobot kertas saring + endapan, g

A: Bobot ekstrak tanaman belimbing wuluh, g

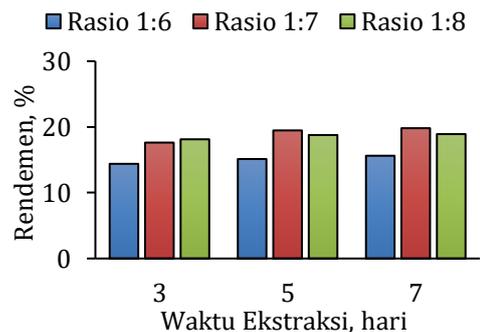
Selain menghitung kadar ekstrak, yield saponin terhadap simplisia juga dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Yield\ saponin = \frac{massa\ saponin}{massa\ simplisia} \times 100\% \quad (5)$$

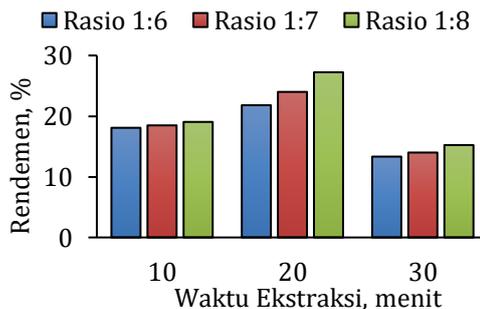
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Rendemen Simplisia

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 didapatkan bahwa semakin tinggi perbandingan rasio simplisia dengan solven maka % rendemen yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan proses difusi ekstrak berjalan dengan baik akibat gaya pendorong berupa beda konsentrasi yang lebih besar dengan bertambahnya volume solven. Terlihat adanya sedikit penurunan rendemen ketika rasio ditingkatkan dari 1:7 ke 1:8. Hal ini dikarenakan tercapainya kesetimbangan fase padat-cair (Teresa et al., 2016). Jika jumlah solven ditambahkan lebih lanjut maka tidak ada kenaikan rendemen yang signifikan dan semakin lama serta mahal pemisahannya sehingga perlu digunakan rasio simplisia:solven yang optimum.



**Gambar 1.** Pengaruh variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi maserasi terhadap hasil rendemen ekstraksi



**Gambar 2.** Pengaruh variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi berbantuan sonikasi terhadap hasil rendemen ekstraksi

Pada Gambar 1 terlihat bahwa pada ekstraksi maserasi, semakin lama waktu ekstraksi maka semakin besar rendemen yang didapat. Dikarenakan semakin lama waktu kontak antara simplisia dengan solven maka semakin banyak transfer massa yang terjadi. Transfer massa akan berhenti saat konsentrasi pada simplisia sama dengan konsentrasi pada solven. Namun pada Gambar 2, terjadi penurunan rendemen yang dihasilkan pada menit ke 30. Hal ini terjadi karena proses sonikasi mentransfer energi ke solven sehingga terjadi olakan dan friksi pada cairan yang menghasilkan panas sehingga waktu ekstraksi yang terlalu lama akan merusak kandungan ekstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian lain dengan hasil serupa dimana rendemen menurun ketika waktu ekstraksi melebihi waktu optimalnya (Andriani et al., 2019).

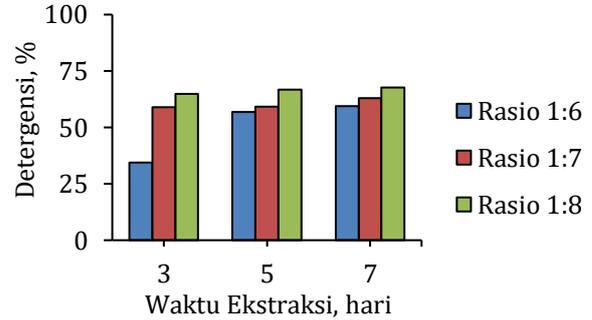
**3.2 Uji Kandungan Saponin Secara Kualitatif Dengan LC-MS**

Pada Gambar 3 terlihat adanya puncak pada 11,85 yang menandakan adanya senyawa anthogorgiene M yang termasuk ke dalam senyawa saponin triterpenoid. Kandungan senyawa antioksidan juga terdeteksi, yaitu flavonoid pada puncak 16,6 dan tanin pada 3,52, asam amino pada 4,53, glukosida pada 3,12, asam organik pada 2,4 dan sisa alkohol dalam hasil ekstrak.

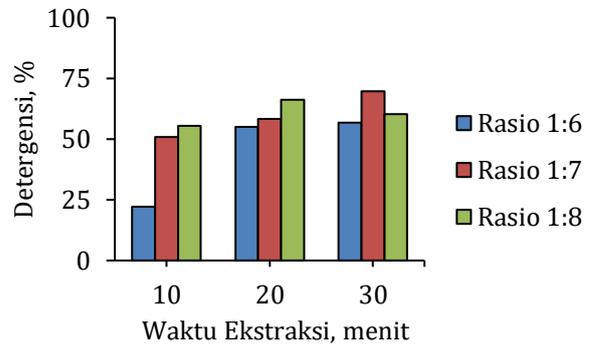
**3.3 Uji Detergensi**

Gambar 4 dan 5 menampilkan hasil dari uji pengangkatan kotoran oleh ekstrak hasil ekstraksi maserasi dan berbantuan sonikasi. Terlihat bahwa sampel ekstraksi memiliki rentang kinerja yang cukup baik. Semakin tinggi detergensi yang didapat menandakan bahwa kandungan saponin dalam ekstrak dapat berfungsi dengan baik dalam mengangkat pengotor yang menempel pada kain. Pada dasarnya,

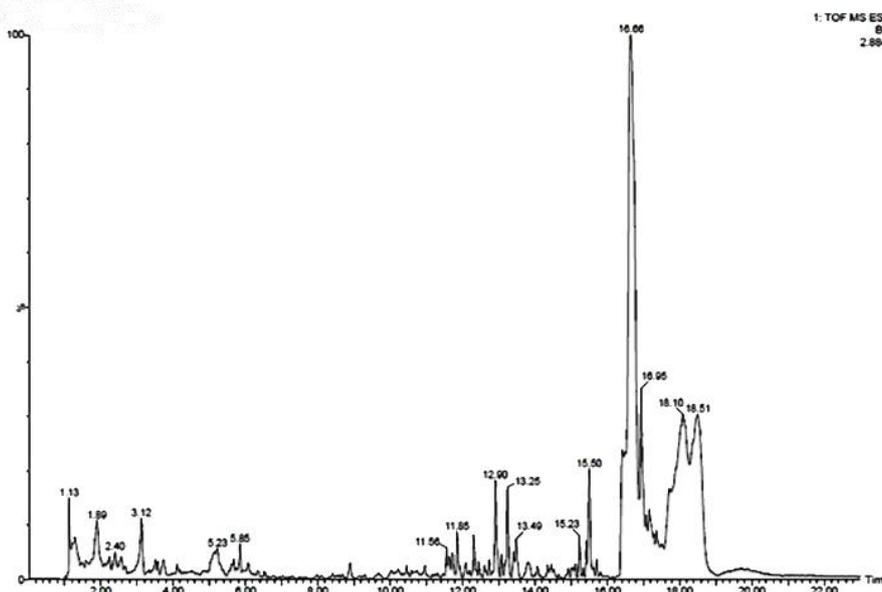
tidak ada standar mengenai syarat tingkat daya bersih surfaktan minimal, hanya saja kadar surfaktan minimum pada formulasi detergen yang dibuat harus memenuhi standar SNI. Semakin baik kinerja surfaktan dalam mengangkat noda, maka semakin sedikit surfaktan yang dibutuhkan untuk menghilangkan kotoran dari pakaian.



**Gambar 4.** Pengaruh variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi maserasi terhadap detergensi

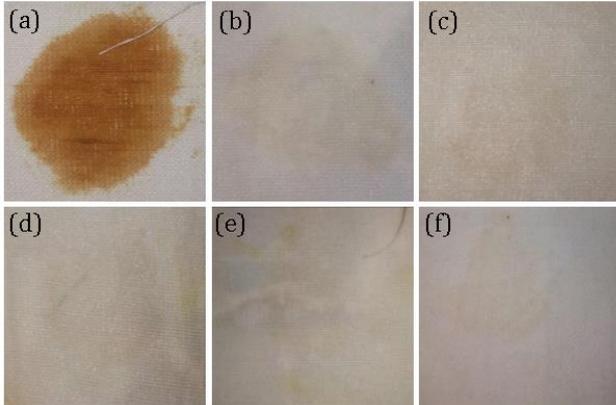


**Gambar 5.** Pengaruh variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi berbantuan sonikasi terhadap detergensi



**Gambar 3.** Grafik uji LC-MS ekstrak belimbing wuluh

Hasil uji kuantitatif ini juga didukung hasil visual kain setelah pencucian pada Gambar 6. Dari segi visual, kain yang dicuci dengan menggunakan ekstrak memiliki tingkat warna yang tidak jauh berbeda dengan surfaktan komersil sehingga tanaman belimbing wuluh berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan baku surfaktan untuk aplikasi detergen.



**Gambar 6. a.** Visual kain sebelum pencucian; Hasil uji detergensi untuk ekstrak dengan rasio simplisia:solven: **b.** 1:8 selama 3 hari (maserasi); **c.** 1:6 selama 7 hari (maserasi); **d.** 1:8 selama 7 hari (maserasi); **e.** 1:8 selama 20 menit (sonikasi); **f.** Surfaktan komersil

### 3.4 Uji Pembusaan

Dilakukan uji kinerja pembusaan ekstrak dikarenakan busa yang melimpah menandakan adanya kandungan saponin dalam ekstrak (Rahardhian et al., 2019). Selain itu, busa yang melimpah juga dipersepsikan sebagai ciri bahan pembersih yang baik. Hasil uji pembusaan ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa didapatkan sampel dengan pembusaan yang berfluktuatif. Hasil ini dapat terjadi karena masih adanya solven etanol yang terkandung dalam ekstrak pekat yang dihasilkan. Etanol dapat berfungsi sebagai defoamer yang dapat mengurangi stabilitas dan kuantitas busa (Sha et al., 2012). Tidak ada standar tertentu yang menetapkan seberapa banyak busa yang harus dihasilkan tetapi pembusaan menjadi salah satu daya tarik bagi konsumen dalam memilih produk detergen.

### 3.5 Uji Kadar Saponin

Uji kadar saponin dilakukan untuk tiga sampel terbaik berdasarkan dari detergensi, berat ekstrak yang didapat serta rendemen yang dihasilkan. Data berat ekstrak tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Pengaruh variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi terhadap tinggi dan stabilitas busa

	Variasi	Tinggi busa, cm	Stabilitas busa, %
Maserasi	1 : 6 - 3 hari	0,8	50,0
	1 : 7 - 3 hari	0,9	66,7
	1 : 8 - 3 hari	0,8	75,0
	1 : 6 - 5 hari	0,7	50,0
	1 : 7 - 5 hari	0,8	50,0
	1 : 8 - 5 hari	0,7	62,5
	1 : 6 - 7 hari	1,0	66,7
	1 : 7 - 7 hari	0,8	55,6
	1 : 8 - 7 hari	1,0	57,1
Sonikasi	1 : 6 - 10 min	1,0	57,1
	1 : 7 - 10 min	1,0	57,1
	1 : 8 - 10 min	0,7	57,1
	1 : 6 - 20 min	0,9	75,0
	1 : 7 - 20 min	0,9	57,1
	1 : 8 - 20 min	1,0	77,8
	1 : 6 - 30 min	0,8	60,0
	1 : 7 - 30 min	0,9	60,0
	1 : 8 - 30 min	0,9	62,5

**Tabel 2.** Berat ekstrak yang didapat pada masing-masing variasi rasio umpan dan waktu ekstraksi

Ekstraksi	Variasi	Berat Ekstrak
Maserasi	1 : 6 - 3 hari	22,43
	1 : 7 - 3 hari	28,30
	1 : 8 - 3 hari	29,80
	1 : 6 - 5 hari	11,26
	1 : 7 - 5 hari	8,90
	1 : 8 - 5 hari	16,65
	1 : 6 - 7 hari	27,03
	1 : 7 - 7 hari	28,51
	1 : 8 - 7 hari	37,37
Sonikasi	1 : 6 - 10 min	18,95
	1 : 7 - 10 min	27,27
	1 : 8 - 10 min	11,81
	1 : 6 - 20 min	14,97
	1 : 7 - 20 min	34,69
	1 : 8 - 20 min	31,23
	1 : 6 - 30 min	16,39
	1 : 7 - 30 min	22,65
	1 : 8 - 30 min	25,51

Dari ketiga data tersebut dapat disimpulkan bahwa tiga variasi terbaik adalah maserasi dengan rasio simplisia:solven 1:8 dan waktu ekstraksi 3 hari, rasio simplisia:solven 1:8 dan waktu ekstraksi 7 hari, serta ekstraksi berbantuan sonikasi dengan rasio simplisia:solven 1:8 dan waktu ekstraksi 20 menit.

**Tabel 3.** Yield saponin pada berbagai variasi ekstraksi

Variasi	Kadar saponin dalam ekstrak, %	Yield, %
Maserasi 1:8 - 3 hari	8,4	12,52
Maserasi 1:8 - 7 hari	6,8	12,71
Sonikasi 1:8 - 20 menit	16,4	25,61

Hasil uji kadar saponin melalui uji gravimetri tersaji pada Tabel 3. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa kadar saponin yang didapatkan sejalan dengan rendemen yang didapatkan. Variasi ekstraksi sonikasi dengan rasio simplisia:solven 1:8 dengan waktu ekstraksi 20 menit menghasilkan yield saponin terhadap massa simplisia terbesar dalam waktu yang relatif lebih singkat.

#### 4. KESIMPULAN

Kandungan saponin dalam berbagai bagian tanaman belimbing wuluh telah berhasil diekstrak. Ekstraksi berbantuan sonikasi dapat menghasilkan ekstrak dalam waktu yang relatif lebih singkat dengan kualitas yang sebanding dengan ekstraksi maserasi. Kinerja ekstrak belimbing wuluh dalam membersihkan kotoran tidak jauh berbeda dengan surfaktan komersil.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan penelitian melalui Program Hibah Penelitian Dasar Pemula Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan Nomor 331/UN43.3/PM.01.01/2020.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

Adi N, W. P. (2013). Formulasi Larutan Detergen Dari Natrium Dodesil Sulfat Dan Sintesis Natrium Dodesilbenzena Sulfonat. *Chem Info Journal*; Vol 1, No 1 (2013).  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/kimia/article/view/1846>

Andriani, M., Permana, I., & Widarta, I. W. R. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan dengan Metode Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3), 330-340.

Annegowda, H. V, Bhat, R., Min-Tze, L., Karim, A. A., & Mansor, S. M. (2012). Influence of sonication treatments and extraction solvents on the phenolics and antioxidants in star fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 510-514.

Ardananurdin, A., Winarsih, S., & Widayat, M. (2013).

Uji efektifitas dekok bunga belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antimikroba terhadap bakteri *Salmonella Typhi* secara in vitro. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 20(1), 30-34.

Arnelli, A. (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.

Calabria, L. M. (2008). The isolation and characterization of triterpene saponins from *Silphium* and the chemosystematic and biological significance of saponins in the Asteraceae. The University of Texas at Austin.

Fahrunnida, F. (2015). Kandungan saponin buah, daun dan tangkai daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam 2015.

Karon, B., Ibrahim, M., Mahmood, A., Huq, A., Chowdhury, M. M. U., Hossain, A., & Rashid, M. A. (2011). Preliminary antimicrobial, cytotoxic and chemical investigations of *Averrhoa bilimbi* Linn. and *Zizyphus mauritiana* Lam. *Bangladesh Pharm J*, 14(2), 127-131.

Noviyanty, Y., Hepiyansori, H., & Dewi, B. R. (2020). Identifikasi dan Penetapan Kadar Senyawa Saponin Ekstrak Etanol Bunga Senggani (*Melastoma malabathricum* L) Metode Gravimetri. *Oceana Biomedicina Journal*, 3(1), 45-53.

Nur, A., & Fajar, D. R. (2019). Identifikasi Senyawa Kimia Pada Ekstrak Etanol 70% Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.). *Kieraha Medical Journal*, 1(1).

Oktaviana, Y. R. (2012). Kombinasi Konsentrasi Maltodekstrin dan Suhu Pemanasan Terhadap Kualitas Minuman Serbuk Instan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Skripsi Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.

Rahardhian, M. R. R., Murti, B. T., Wigati, D., Suharsanti, R., & Putri, C. N. (2019). Solvent concentration effect on total flavonoid and total phenolic contents of *Averrhoa bilimbi* leaf extract. *Pharmaciana*, 9(1), 137-144.

Rahmawati, E. D., Andayani, S., & Suprastyani, H. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Kasar Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Pseudomonas Fluorescens* Secara In Vitro. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(3), 301-307.

Rusdian, R. (2018). Uji Daya Hambat Perasan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L) Terhadap Pertumbuhan *Propionibacterium Acnes*. *Media Farmasi*, 14(1), 150-153.

Sha, R., Meng, Q., & Jiang, L. (2012). The addition of ethanol as defoamer in fermentation of rhamnolipids. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 87(3), 368-373.

Teresa, Y., Hidayati, N., & Nugrahani, R. A. (2016). Pengaruh Rasio Pelarut Kloroform (v/v) Pada Ekstraksi Trimiristin Biji Pala (*Myristica fragrans*

HOUTT). Prosiding Semnastek.

- Timurti, B. C., Fauziah, I. N., & Kristin, M. (2009). Aplikasi enzim Protease Dalam Formulasi Deterjen Cair Berbasis Metil Ester Sulfonat (MES) yang Ramah Lingkungan. Program Kreativitas Mahasiswa. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Uddin, M. M. N., & Shahriar, M. (2013). Phytochemical screenings, thrombolytic activity and antimicrobial properties of the bark extracts of *Averrhoa bilimbi*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(03), 94-96.
- Widyaningsih, W., Budiasih, I. N. B. I. N., Kurniawan, W. A. K. W. A., Chasani, M. C. M., & Nursalim, V. H. N. V. H. (2014). Sintesis, Pemurnian dan Karakterisasi Metil Ester Sulfonat (MES) Sebagai Bahan Inti Deterjen dari Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L). *Molekul*, 9(1), 63-72.
- Yanti, S., & Vera, Y. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 4(1), 41-46.