
Variasi Kadar *Sodium Lauryl Sulfate* Terhadap Karakteristik Sabun Antibakteri Berbahan Dasar Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dengan Bahan Aditif Ekstrak Temu Giring (*Curcuma Heyneana*)

Moch.Chasani¹, Senny Widyaningsih², Ilyasa Sony³

^{1,2,3}Universitas Jenderal Soedirman

E-mail: moch.chasani@gmail.com¹

Article History:

Received: 21 Juni 2022

Revised: 04 Juli 2022

Accepted: 05 Juli 2022

Keywords: Antibakteri,
Minyak Biji Nyamplung,
Sabun, Sodium Lauryl Sulfate

Abstract: Penelitian sabun antibakteri berbahan dasar minyak biji nyamplung telah dilakukan dan telah memiliki karakteristik sesuai dengan SNI, namun masih memiliki daya pembusaan dan stabilitas busa yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*) terhadap karakteristik sabun, mengetahui formulasi sabun padat antibakteri terbaik berdasarkan SNI 3532-2016 dan mengetahui aktivitas antibakteri sabun dengan karakteristik terbaik. Karakterisasi sabun meliputi jumlah lemak total, asam lemak bebas, asam lemak tidak tersabunkan, derajat keasaman (pH) dan stabilitas busa. Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap sabun dengan karakteristik terbaik dan yang disukai oleh responden. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial (RAL factorial) dengan variabel bebas yaitu kadar SLS. Kadar SLS yang digunakan adalah 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25%. Hasil analisis yang menunjukkan adanya perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$). Hasil penelitian menunjukkan sabun padat antibakteri yang memiliki formulasi terbaik adalah sabun SK4 atau sabun padat antibakteri dengan kadar SLS 1,25% dengan jumlah lemak total sebesar 26,27%, asam lemak bebas sebesar 1,025%, lemak tidak tersabunkan sebesar 4,25%, derajat keasaman (pH) sebesar 9,40 dan stabilitas busa sebesar 79,7%. Uji aktivitas antibakteri sabun dengan konsentrasi SLS 1,25% menghasilkan diameter hambat bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 18,40 mm.

PENDAHULUAN

Dewasa ini telah banyak dilakukan inovasi pembuatan sabun dengan berbagai tujuan, seperti sabun antibakteri, sabun antioksidan atau sabun antijamur. Bahan baku utama pembuatan sabun adalah minyak atau trigliserida. Jenis minyak yang digunakan oleh industri-industri sabun saat ini adalah minyak kelapa dan minyak sawit sebagai bahan utama dan masih belum banyak menggunakan minyak-minyak lain sebagai bahan utama (Afifuddin, 2007). Sabun biasanya ditambahkan beberapa zat aditif seperti surfaktan untuk meningkatkan mutu sabun. Surfaktan yang biasa ditambahkan adalah SLS (*Sodium Lauryl Sulfate*). SLS adalah jenis surfaktan yang sangat kuat dan umum digunakan dalam produk-produk pembersih noda minyak dan kotoran, fungsi dari SLS sendiri adalah memperbanyak busa pada sabun (*foaming agent*)

Minyak kelapa sawit merupakan jenis minyak konsumsi sehingga perlu dilakukan pencarian bahan baku minyak alternatif untuk pembuatan sabun. Salah satunya adalah minyak biji nyamplung. Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) merupakan golongan tanaman potensial penghasil minyak jenis *non edible oil* untuk bahan bakar nabati. Kandungan minyak biji nyamplung tergolong sangat tinggi yaitu antara 50-73 % (Dweck dan Meadows, 2002; Friday dkk., 2005; Kilham, 2004).

Minyak biji nyamplung diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang lemah dandidak memiliki aktivitas antijamur terhadap *Mallasezia furfur* (Artanti et al., 2020) dan telah dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan sabun seperti sabun antioksidan (Kurniawan, 2014), sabun natrium antibakteri (Chasani dkk, 2015), dan sabun cair antibakteri (Senny Widyaningsih, dkk., 2018). Penelitian yang telah dilakukan oleh Senny Widyaningsih (2018) mengenai formulasi sabun cair antibakteri dari minyak biji nyamplung (*C. inophyllum* L.) dengan aditif ekstrak temu giring dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri dengan diameter hambatan sebesar 14,92 mm pada sabun dengan penambahan antibakteri 0,2 % dan pewangi 2,5 %.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Chasani dkk (2015) dan Senny Widyaningsih, dkk (2018) sebagai upaya peningkatkan mutu sabun dalam hal pembusaan maka perlu dikaji lebih lanjut mengenai pembusaan pada sabun. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sabun padat antibakteri dan menguji pengaruh variasi konsentrasi *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS) terhadap karakteristik sabun yang dihasilkan. Karakterisasi sabun meliputi uji jumlah asam lemak, alkali bebas atau asam lemak bebas, lemak tidak tersabunkan, derajat keasaman (pH) dan stabilitas busa. Selain itu, akan dilakukan uji hedonik untuk menentukan sabun terbaik serta uji aktivitas antibakteri sabun terbaik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak biji nyamplung, temu giring, *sodium lauryl sulfat* (SLS), natrium sulfat anhidrat, akuades, aseton, *n*-heksana, metanol, metil merah, indikator fenofthalin (pp), natrium hidroksida (NaOH), asam sulfat (H₂SO₄), alkohol 70 %, pewangi tulip, pewarna makanan, asam klorida (HCl), etanol 96 %, kertas saring, bakteri *Staphylococcus aureus*, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), kapas, kontrol positif (tetrasiklin), kontrol negatif (akuades).

Metode

Pembuatan fraksi *n*-heksana rimpang temu giring (*Curcuma heyneana*)

Rimpang temu giring sebanyak 2 kg dipotong kecil – kecil dan dikeringkan. Potongan rimpang dihaluskan dengan diblender. Serbuk rimpang temu giring dimaserasi dengan aseton selama 3x24 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan corong *buchner*. Filtrat yang dihasilkan

dipekatkan pada tekanan rendah menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak aseton pekat diekstraksi partisi dengan *n*-heksana : metanol (1 : 1). Hasil ekstraksi partisi diperoleh dua fraksi yaitu fraksi *n*-heksana dan fraksi metanol. Fraksi *n*-heksana yang diperoleh dipekatkan pada tekanan rendah menggunakan *rotary evaporator* (Senny Widyaningsih dkk, 2018).

Formulasi sabun padat antibakteri

Pembuatan sabun dimulai dengan menyiapkan cetakan yang sudah dilapisi dengan minyak biji nyamplung. Sebanyak 10 g minyak biji nyamplung diaduk dan dipanaskan menggunakan *magnet stirrer* hingga suhu 70-80 °C, kemudian ditambahkan 4,9 mL larutan NaOH 30% (b/v) dan ditunggu hingga mengental. Selanjutnya, ditambahkan bahan pembusa yaitu *sodium lauryl sulfate* (SLS) dengan berbagai variasi kadar 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25%. Campuran reaksi kemudian ditambah ekstrak temu giring sebanyak 0,2% dan pewangi tulip sebanyak 2,5%, kemudian diaduk hingga homogen (Chasani dkk., 2015; Senny Widyaningsih dkk, 2018). Larutan hasil sabun dituang ke dalam cetakan yang sudah dilapisi minyak dan ditutup dengan kain. Sabun disimpan dalam cetakan hingga sabun memadat dan dieramkan selama 1 bulan, kemudian dikeluarkan dari cetakan.

Karakterisasi sabun

Beberapa karakteristik sabun yang diuji dalam penelitian ini, diantaranya adalah jumlah lemak total, asam lemak bebas, alkali bebas, dan lemak yang tidak tersabunkan, pH dan stabilitas busa (BSN, 2016)

Jumlah lemak total

Jumlah lemak total produk ditentukan dengan cara ekstraksi, yaitu sampel sabun 1 gram dimasukkan ke dalam gelas beker 100 mL dan dilarutkan dengan 5 mL air, ditambahkan beberapa tetes metil merah. Sampel ditambahkan H₂SO₄ 20% berlebih hingga semua asam lemak terbebaskan dari natrium yang ditunjukkan oleh timbulnya warna merah pada larutan. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam corong pisah dan diekstraksi dengan *n*-heksana. Lapisan non-polar ditampung, sedangkan lapisan polar diekstraksi kembali dengan *n*-heksana. Lapisan non-polar selanjutnya diekstraksi menggunakan *n*-heksana : akuades (1 : 1). Fraksi *n*-heksan diambil kemudian ditambah dengan natrium sulfat anhidrat, disaring dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang telah ditimbang terlebih dahulu (W1). Ekstrak diuapkan pada suhu 102-105 °C sampai bobot tetap (W2). Kadar lemak total dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar lemak total} = \frac{W2 - W1}{\text{Bobot Contoh}} \times 100 \%$$

dengan :

W1 = Erlenmeyer (g)

W2 = Erlenmeyer + lemak setelah pengeringan (g)

Alkali bebas atau asam lemak bebas

Pengukuran asam lemak bebas dilakukan dengan cara disiapkan alkohol netral dengan mendidihkan 20 mL alkohol dalam labu Erlenmeyer 250 mL, ditambahkan 0,5 mL indikator fenolftalein (pp) dan dididihkan pada suhu 70 °C kemudian dinetralkan dengan KOH 0,1 N alkoholis. Selanjutnya, ditimbang 1 gram sampel sabun dan direfluks selama 30 menit. Apabila larutan bersifat alkalis (warna merah) maka yang diperiksa adalah alkali bebas. Larutan dititrasi dengan HCl 0,1 N alkoholis dari buret sampai warna merah hilang. Kemudian dihitung kadar

alkali bebas sebagai KOH menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar alkali bebas (sebagai KOH (\%))} = \frac{V \times N \times 0,0561}{W} \times 100 \%$$

dengan :

V = Volume HCl 0,1 N (mL)

N = Normalitas HCl

W = Berat sampel (g)

0,0561 = Berat setara KOH

Apabila larutan tidak bersifat alkalis (tidak berwarna merah), maka larutan dititrasi dengan KOH 0,1 N alkoholis, sampai timbul warna merah yang tahan sampai 15 detik. Perhitungan untuk menentukan asam lemak bebas menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar asam lemak bebas (sebagai asam laurat(\%))} = \frac{V \times N \times 0,205}{W} \times 100 \%$$

dengan :

V = Volume KOH 0,1 N (mL)

N = Normalitas KOH

W = Berat sampel (g)

0,205 = Berat setara asam laurat

Lemak tidak tersabunkan

Pengukuran jumlah lemak yang tidak tersabunkan dilakukan dengan cara larutan bekas pemeriksaan asam lemak bebas ditambahkan 5 mL KOH 0,5 N alkoholis dan direfluks selama 30 menit, setelah itu didinginkan dan dititrasi dengan HCl 0,5 N alkoholis sampai warna merah tepat menghilang (V1). Titrasi dilakukan kembali menggunakan blanko KOH 0,5 N alkoholis (V2). Jumlah asam lemak tidak tersabunkan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Jumlah asam lemak tak tersabunkan (\%)} = \frac{(V2 - V1) \times N \times 0,0561}{0,1981 \times W} \times 100 \%$$

dengan :

V1 = Volume HCl untuk menetralkan KOH + sampel (mL)

V2 = Volume HCl untuk menetralkan KOH blanko (mL)

N = Normalitas HCl

W = Berat sampel (g)

0,0561 = Berat setara KOH

Derajat keasaman (pH)

Sabun ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan dalam 9 mL akuades dan dikocok. Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter dikalibrasi terlebih dahulu. Elektroda yang telah dibersihkan, dicelupkan ke dalam akuades kemudian dicelupkan ke dalam sampel yang akan diperiksa pada suhu 25 °C. Nilai pH pada skala pH meter dibaca setelah angka stabil dan

dicatat. Apabila dari dua kali pengukuran terbaca mempunyai selisih lebih dari 0,2 maka harus dilakukan pengulangan pengukuran termasuk kalibrasi.

Stabilitas busa

Sebanyak 1 gram sampel sabun dilarutkan dalam 9 mL akuades, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian dikocok selama 30 detik. Busa yang terbentuk diukur tingginya. Sampel didiamkan selama 1 jam, kemudian tinggi busanya diukur kembali. Jika sampel yang diukur jumlahnya lebih dari satu, harus digunakan tabung-tabung reaksi yang dimensinya sama. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan cara menuangkan sebanyak 10 mL media *Nutrient Agar* (NA) pada suhu ± 40 °C ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya didiamkan pada suhu kamar sampai media agar memadat. Sejumlah biakan bakteri dalam media cair *Nutrient Broth* (NB) diambil dan disebarkan di dalam media *Nutrient Agar* (NA). Volume bakteri diambil sebanyak 50 μ L. Suspensi bakteri uji pada media *Nutrient Agar* (NA) distreak secara *spread plate* dengan menggunakan *drugalsky*, kemudian didiamkan hingga kering selama 15 menit pada suhu kamar. Setelah kering, agar dilubangi dengan diameter ± 5 mm menggunakan *crock bor*. Sampel dan kontrol kemudian diambil sebanyak 50 μ L dan dituang ke dalam masing-masing lubang tersebut dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Sampel yang diujikan adalah sampel sabun berdasarkan hasil uji hedonik terbaik, sedangkan kontrol yang digunakan adalah kontrol positif (tetrasiklin) dan kontrol negatif (akuades). Sabun dilarutkan dalam pelarut akuades yang memiliki konsentrasi 10% (b/v). Setelah itu, dilihat dan diukur diameter zona bening yang terbentuk menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sabun yang dihasilkan dari proses saponifikasi merupakan Surfaktan. Surfaktan ini merupakan produk utama dari reaksi saponifikasi antara KOH dan trigliserida (Dinata et al., 2018). kemudian ditambah dengan zat aditif berupa *Sodium Lauryl sulfate* (SLS) dengan beberapa variasi konsentrasi (SK1: 0,5%; SK2: 0,75%; SK3: 1%; SK4: 1,25%; SK5: 1,5%; SK6: 1,75%; SK7: 2%; SK8: 2,25%), zat antibakteri dari fraksi *n*-heksana rimpang temu giring (*C. heyneana*), pewarna makanan (kuning) dan pewangi dari minyak atsiri bunga tulip (*Tulipa*). Penambahan SLS dengan variasi konsentrasi bertujuan untuk mengetahui konsentrasi SLS optimum yang menghasilkan sabun dengan stabilitas busa yang terbaik (Kasenda dkk., 2016; Budiarti, 2007). Penambahan fraksi *n*-heksana rimpang temu giring (*C. heyneana*) untuk memberikan efek antibakteri, sedangkan penambahan pewarna makanan (kuning) dan pewangi dari minyak atsiri bunga tulip (*Tulipa*) pada sabun untuk memberikan warna dan aroma pada sabun. Sabun padat antibakteri yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



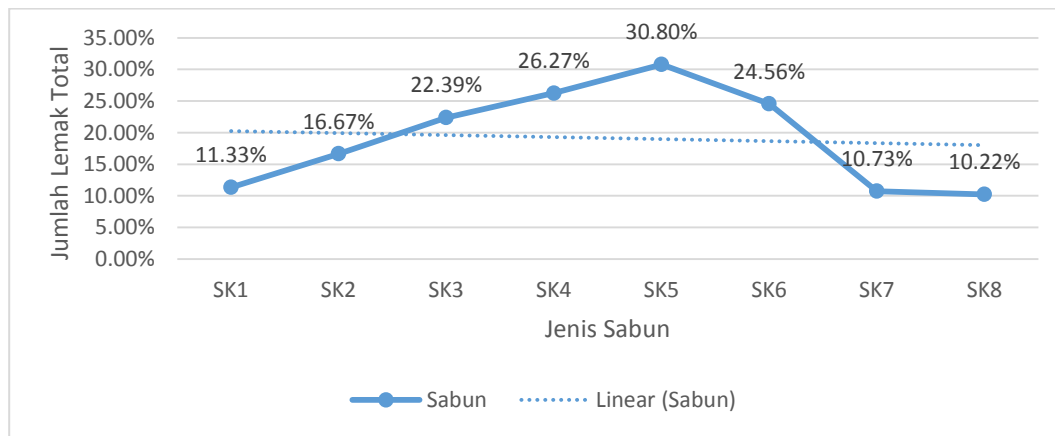
Gambar 1. Sabun padat antibakteri

Sabun padat hasil formulasi dikarakterisasi untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar pembusa (SLS) terhadap karakteristik sabun dan mengetahui konsentrasi SLS optimal yang menghasilkan karakteristik sabun terbaik sesuai SNI 3532-2016. Karakterisasi yang dilakukan antara lain jumlah lemak total, asam lemak bebas, asam lemak netral, derajat keasaman (pH) dan stabilitas busa.

Jumlah lemak total

Jumlah lemak total merupakan keseluruhan lemak yang terdapat dalam sabun, baik asam lemak yang terikat dengan natrium maupun asam lemak bebas dan lemak netral

Analisis jumlah lemak total dilakukan dengan menambahkan asam sulfat 20% secara berlebih pada larutan sabun yang sebelumnya telah ditambahkan indikator metil merah. Penambahan asam sulfat dihentikan ketika warna larutan mulai berubah menjadi merah. Penambahan asam sulfat 20% bertujuan untuk memutus ikatan Na dengan asam lemak yang ada pada sabun. Warna merah yang terbentuk menandakan asam lemak sudah terbebas dari natrium dan larutan sudah menjadi asam. Jumlah lemak total pada sabun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik jumlah lemak total sabun padat antibakteri

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa hasil uji jumlah lemak total sabun padat antibakteri dengan konsentrasi SLS sebesar 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% berturut-turut adalah 11,33%; 16,67%; 22,39%; 26,27%; 30,80%; 24,56%; 10,73% dan 10,22%. Menurut BSN (2016), berdasarkan SNI 3532-2016 jumlah lemak total untuk sabun mandi padat adalah minimal 65%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri tidak memenuhi syarat mutu sabun mandi padat sesuai SNI 3532-2016. Sabun produk yang memiliki jumlah lemak total dibawah mutu disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya yaitu kondisi lingkungan, cuaca, proses pemurnian dan waktu penyimpanan. Kondisi lingkungan dengan cuaca ekstrim menyebabkan tanaman nyamplung tumbuh dengan tidak sempurna (Balitbang Kehutanan, 2008).

Asam lemak bebas yang terkandung pada minyak tertarik oleh asam fosfat pada saat proses pemurnian (*degumming*), sehingga menyebabkan jumlah lemak total pada sabun dibawah standar mutu sabun mandi padat menurut SNI 3532-2016. Penelitian yang telah dilakukan oleh Trisnawati & Siswani (2018) kadar asam lemak bebas minyak biji nyamplung sebelum *degumming* sebesar 27,62%. Sedangkan kadar asam lemak bebas yang diperoleh setelah *degumming* menggunakan asam fosfat adalah sebesar 20,05%.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi SLS yang

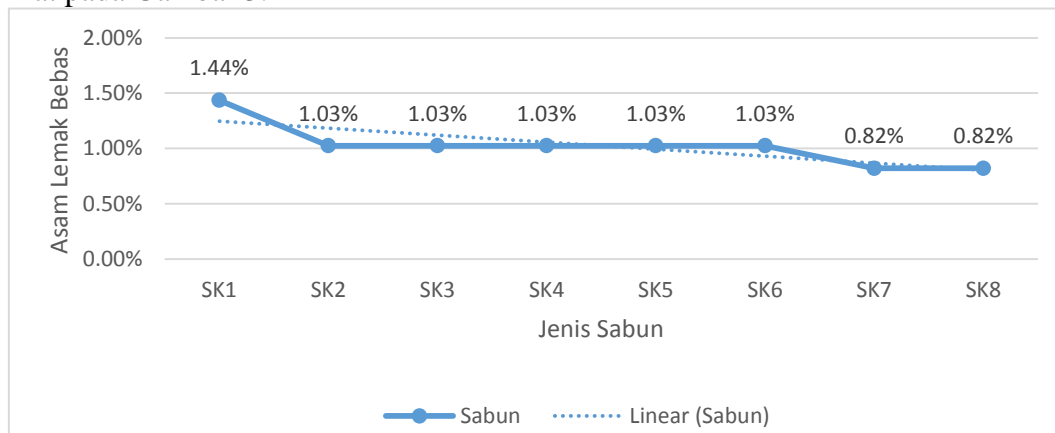
ditambahkan dalam pembuatan sabun padat antibakteri, akan menghasilkan jumlah lemak total dengan *trend* menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun, maka SLS akan berikatan dengan asam lemak bebas membentuk sabun, sehingga asam lemak bebas akan semakin sedikit yang dapat terlepas dari ikatan Na setelah penambahan H_2SO_4 sehingga secara tidak langsung kadar lemak total yang dapat teridentifikasi akan semakin menurun (Pambudi, 2013).

Hasil analisis data pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$) diperoleh bahwa variasi kadar SLS pada formulasi sabun padat antibakteri berpengaruh nyata terhadap jumlah lemak total, sehingga dengan adanya jumlah variasi konsentrasi SLS ke dalam formulasi sabun padat antibakteri, maka dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap jumlah lemak total dari sabun yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut DMRT juga menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75% memberikan hasil lemak total yang saling berbeda nyata, dan tidak berbeda nyata pada variasi 0,5%; 2% dan 2,25%. Sabun padat antibakteri hasil formulasi yang memiliki karakteristik terbaik jika dilihat dari jumlah lemak total adalah sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 1,5%.

Asam lemak bebas

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat sebagai senyawa natrium ataupun senyawa trigliserida (lemak netral). Tingginya jumlah asam lemak bebas pada sabun akan mengurangi daya pembersihan sabun. Kadar asam lemak bebas pada sabun padat antibakteri dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kadar asam lemak bebas sabun padat antibakteri

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri hasil formulasi memiliki kadar asam lemak bebas lebih kecil dari standar mutu menurut SNI 3532-2016, yaitu kadar asam lemak bebas sabun padat antibakteri dengan penambahan SLS sebesar 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% berturut-turut adalah 1,44%; 1,03%; 1,03%; 1,03%; 1,03%; 1,03%; 0,82% dan 0,82%. Menurut BSN (2016), berdasarkan SNI 3532-2016 kadar asam lemak bebas untuk sabun mandi padat adalah maksimal 2,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua sabun padat antibakteri hasil formulasi telah memenuhi syarat mutu sabun mandi padat sesuai SNI 3532-2016 jika dilihat dari kadar asam lemak bebasnya.

Hasil penelitian juga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun padat antibakteri, akan menghasilkan kadar asam lemak bebas dengan

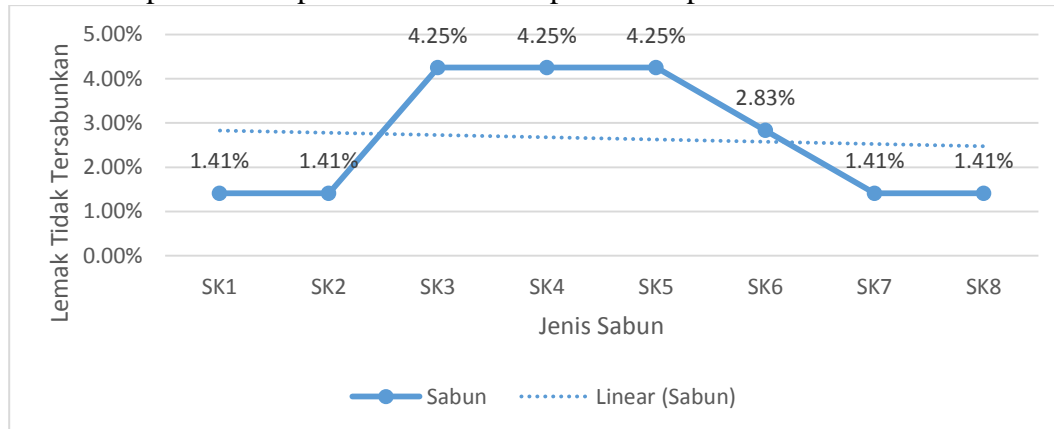
trend menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun, maka kandungan natrium semakin besar sehingga akan mengikat asam lemak bebas pada sabun hasil formulasi. (Fachmi, 2008).

Hasil analisis data pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$) diperoleh bahwa variasi kadar SLS pada formulasi sabun padat antibakteri berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas, sehingga dengan adanya jumlah variasi konsentrasi SLS ke dalam formulasi sabun padat antibakteri, maka dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar asam lemak bebas dari sabun yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut DMRT juga menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%, 2% dan 2,25% memberikan hasil asam lemak bebas yang tidak saling berbeda nyata. Sedangkan untuk sabun dengan penambahan SLS sebesar 0,5% memberikan hasil yang berbeda nyata. Sabun padat antibakteri hasil formulasi yang memiliki karakteristik terbaik jika dilihat dari kadar asam lemak bebas adalah sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 2% dan 2,25%.

Lemak tidak tersabunkan

Lemak tidak tersabunkan atau lemak netral merupakan trigliserida atau lemak lain yang tidak dapat disabunkan oleh basa NaOH. Sabun dengan kadar lemak tidak tersabunkan yang tinggi akan mengurangi kemampuan sabun untuk membersihkan kotoran. Hal tersebut disebabkan karena sabun akan mengikat lemak dari sabun itu sendiri sehingga secara tidak langsung mengurangi kemampuan untuk membersihkan. Oleh karena itu, kadar lemak tidak tersabunkan pada sabun mandi padat maksimal sebesar 0,5% (BSN, 2016). Kadar asam lemak tidak tersabunkan pada sabun padat antibakteri dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kadar lemak tidak tersabunkan pada sabun padat antibakteri

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri hasil formulasi memiliki kadar lemak tidak tersabunkan yang lebih besar dari standar mutu sabun mandi padat menurut SNI 3532-2016. Kadar lemak tidak tersabunkan pada sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% berturut-turut adalah 1,41%; 1,41%; 4,25%; 4,25%; 4,25%; 2,83%; 1,41% dan 1,41%. Menurut BSN (2016), berdasarkan SNI 3532-2016 kadar lemak tidak tersabunkan untuk sabun mandi padat adalah maksimal 0,5%. Sedangkan sabun padat antibakteri hasil formulasi mempunyai kadar asam lemak tidak tersabunkan antara 1,41% - 4,25%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar lemak tidak tersabunkan dari semua sabun padat antibakteri hasil formulasi tidak memenuhi syarat mutu sabun mandi padat menurut SNI 3532-2016.

Tingginya kadar lemak tidak tersabunkan dapat disebabkan oleh komponen senyawa yang

tidak dapat membentuk sabun dengan penambahan NaOH. Menurut Brown *et al.* (2011), komponen lemak tidak tersabunkan tersebut diantaranya adalah zat warna, sterol, lipida kompleks dan hidrokarbon. Fraksi *n*-heksana rimpang temu giring (*C. heyneana*) dan pewangi dari minyak atsiri bunga tulip (*Tulipa*) mengandung senyawa terpenoid. Senyawa terpenoid umumnya dianggap sebagai lipid. Selain itu, fraksi *n*-heksana rimpang temu giring (*C. heyneana*) mengandung zat warna berupa kurkumin yang dapat mempengaruhi jumlah lemak tidak tersabunkan pada sabun formulasi (Putra dkk, 2015).

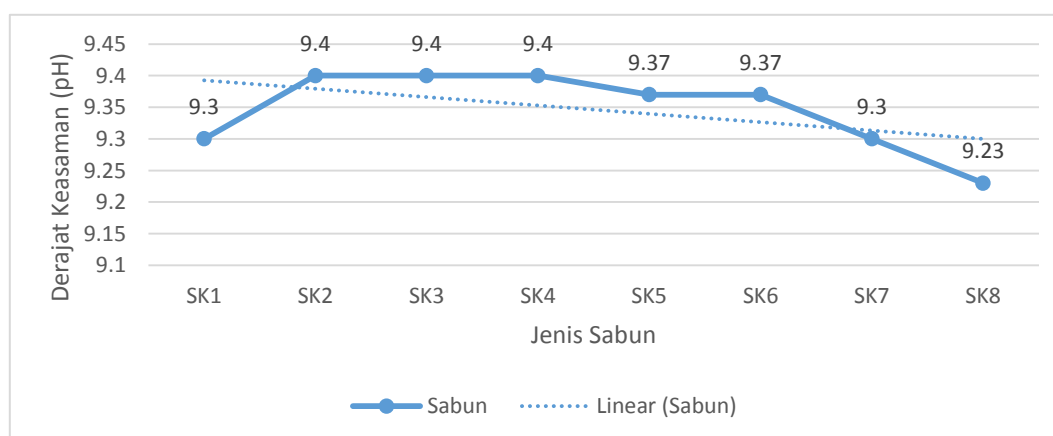
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun padat antibakteri, akan menghasilkan kadar lemak tidak tersabunkan dengan *trend* menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun, maka SLS akan menarik atau mengikat lipid pada formula sabun karena dianggap sebagai kotoran.

Hasil analisis data pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$) diperoleh bahwa variasi kadar SLS pada formulasi sabun padat antibakteri berpengaruh nyata terhadap kadar lemak tidak tersabunkan, sehingga dengan adanya jumlah variasi konsentrasi SLS ke dalam formulasi sabun padat antibakteri, maka dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar lemak tidak tersabunkan dari sabun yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut DMRT juga menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS 0,5%; 0,75%; 2% dan 2,25%, 1%; 1,25% dan 1,5% memberikan hasil lemak tidak tersabunkan yang tidak saling berbeda nyata. Sedangkan untuk sabun dengan penambahan SLS sebesar 1,75% memberikan hasil yang berbeda nyata. Sabun padat antibakteri hasil formulasi yang memiliki karakteristik terbaik jika dilihat dari kadar lemak tidak tersabunkan adalah sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 0,5%; 0,75%; 2% dan 2,25%.

Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu syarat mutu sabun mandi. pH pada sabun merupakan indikator potensi iritasi pada kulit. Hal tersebut disebabkan karena sabun mandi kontak langsung dengan kulit. pH sabun yang terlalu tinggi ($\text{pH} > 11$) atau rendah ($\text{pH} < 8$) akan meningkatkan daya absorpsi kulit sehingga dapat menyebabkan kulit menjadi iritasi seperti luka, gatal atau mengelupas. Selain itu, dapat menyebabkan kulit menjadi kering (Febrianti, 2013; Kasenda, 2016). Hasil pengukuran pH sabun padat antibakteri dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik analisis nilai pH pada sabun padat antibakteri

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri hasil formulasi memiliki nilai pH berkisar antara 9,23-9,40. Berdasarkan SNI 3532-2016, pH sabun mandi tidak ditetapkan standarnya. Walaupun demikian, tingkat keasaman (pH) sabun sangat berpengaruh terhadap kulit pemakainya. Umumnya, sabun yang dipasarkan di masyarakat mempunyai nilai pH 9 hingga 10,8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH sabun hasil formulasi memiliki pH yang relatif aman bagi kulit dan sesuai dengan nilai pH sabun yang ada di pasaran (Edoga, 2009).

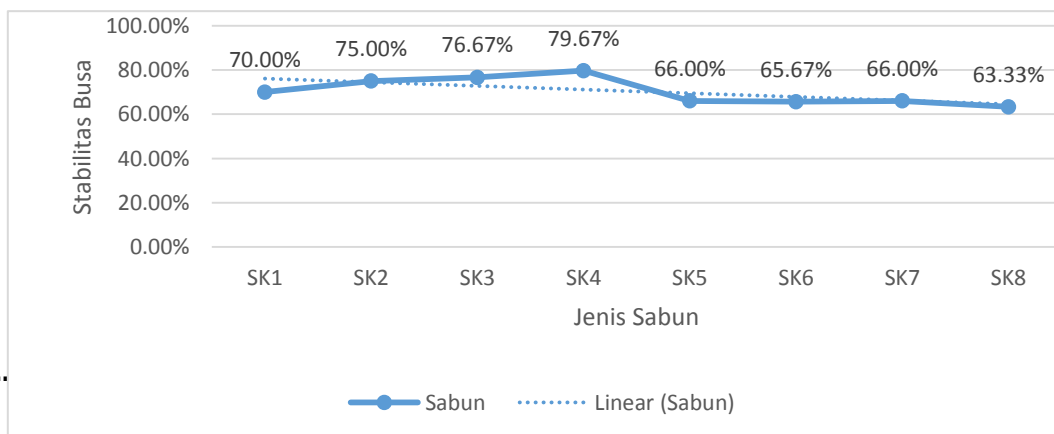
Hasil penelitian juga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun padat antibakteri, akan menghasilkan nilai pH yang relatif stabil dan sedikit penurunan. Hal tersebut terjadi karena SLS mempunyai pH antara 6-8, sedangkan sabun mandi padat mempunyai pH antara 9-10,8. Sehingga formulasi sabun dengan konsentrasi SLS lebih besar akan mempunyai pH yang semakin kecil dengan penurunan yang tidak signifikan (Inchem, 2008)

Hasil analisis data pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$) diperoleh bahwa variasi kadar SLS pada formulasi sabun padat antibakteri berpengaruh nyata terhadap nilai pH, sehingga dengan adanya jumlah variasi konsentrasi SLS ke dalam formulasi sabun padat antibakteri, maka dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai pH dari sabun yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut DMRT juga menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5% dan 1,75%, 0,5% dan 2% memberikan hasil nilai pH yang tidak saling berbeda nyata. Sedangkan untuk sabun dengan penambahan SLS sebesar 2,25% memberikan hasil yang berbeda nyata. Sabun padat antibakteri hasil formulasi yang memiliki karakteristik terbaik jika dilihat dari nilai pH adalah sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5% dan 1,75%.

Stabilitas busa

Busa merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi gas dan medium pendispersi zat cair. Kestabilan busa diperoleh dari adanya zat pembusa (surfaktan). Zat pembusa teradsorpsi ke daerah antar fasa dan mengikat gelembung-gelembung gas sehingga diperoleh suatu kestabilan (Bastian *et al.*, 2012). Pembentukan busa terjadi pada saat surfaktan yang berada pada antar muka air-udara, dengan gugus hidrofobik memanjang pada bagian fasa gas. Busa yang banyak dan stabil lebih disukai dibandingkan dengan busa yang sedikit dan tidak stabil. Pengukurannya yaitu dengan cara menghubungkan volume busa terhadap waktu. Hasil pengukuran nilai stabilitas busa pada sabun padat antibakteri dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik analisis nilai stabilitas busa pada sabun padat antibakteri

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan bahwa hasil nilai stabilitas busa sabun padat antibakteri hasil formulasi memiliki nilai stabilitas busa berkisar antara 63,33% - 79,67%. Berdasarkan SNI 3532-2016, nilai stabilitas busa sabun mandi tidak ditetapkan standarnya. Walaupun demikian, stabilitas busa sabun sangat berpengaruh terhadap tingkat kesukaan masyarakat terhadap produk sabun. Umumnya, masyarakat menyukai sabun dengan busa yang banyak dan stabil. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Belhajj dkk. (2014) nilai stabilitas busa yang baik berkisar antara 60% - 65%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas busa sabun hasil formulasi memiliki nilai stabilitas busa yang baik.

Hasil penelitian juga menunjukkan semakin tinggi konsentrasi SLS yang ditambahkan dalam pembuatan sabun padat antibakteri, akan menghasilkan nilai stabilitas busa yang relatif stabil dan sedikit penurunan. Hal tersebut terjadi karena SLS berfungsi untuk membuat busa (*foaming agent*) dan sedikit berpengaruh terhadap kestabilan busa. Kestabilan busa dapat bergantung pada sifat fisik dan kimia dari surfaktan yang digunakan. Konsentrasi surfaktan yang terlalu tinggi akan menurunkan efektifitas, dikarenakan menipisnya lapisan cair yang membentuk busa (Fathurrahman dkk., 2017).

Hasil analisis data pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dan 99% ($\alpha=0,01$) diperoleh bahwa variasi kadar SLS pada formulasi sabun padat antibakteri berpengaruh nyata terhadap nilai stabilitas busa, sehingga dengan adanya jumlah variasi konsentrasi SLS ke dalam formulasi sabun padat antibakteri, maka dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai stabilitas busa dari sabun yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut DMRT juga menunjukkan bahwa sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS 0,75% dan 1%, 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% memberikan hasil stabilitas busa yang tidak saling berbeda nyata. Sedangkan untuk sabun dengan penambahan SLS sebesar 0,5% dan 1,25% memberikan hasil yang berbeda nyata. Sabun padat antibakteri hasil formulasi yang memiliki karakteristik terbaik jika dilihat dari nilai stabilitas busa adalah sabun padat antibakteri dengan konsentrasi penambahan SLS sebesar 1,25%.

Formulasi Sabun Padat Antibakteri Terbaik

Penentuan formulasi sabun padat antibakteri terbaik didasarkan atas analisis fisikokimia dari masing-masing sabun padat antibakteri hasil formulasi dengan mengacu pada syarat mutu SNI 3532-2016. Metode yang digunakan adalah indeks efektifitas dengan prinsip penentuan parameter sesuai prioritas, kemudian ditentukan bobotnya, menentukan nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai perlakuan, sehingga dapat dihitung nilai efektifitasnya.

Berdasarkan hasil analisa penentuan formulasi sabun padat antibakteri terbaik, diperoleh bahwa sabun padat antibakteri terbaik adalah sabun padat antibakteri dengan penambahan konsentrasi SLS sebesar 1,25% (SK4) dengan nilai indeks efektifitas sebesar 0,8768. Berdasarkan hasil penelitian, nilai data karakteristik sabun padat antibakteri hasil formulasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan dan hasil perhitungan indeks efektifitas produk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Rekapitulasi data karakteristik sabun padat antibakteri dan SNI 3532-2016

Jenis Sabun	Jumlah Asam Lemak (%)	Asam Lemak Bebas (%)	Lemak Tidak Tersabunkan (%)	pH	Stabilitas Busa (%)
SK1	11,333	14,350	1,410	9,30	70,0
SK2	16,667	10,250	1,410	9,40	75,0
SK3	22,393	10,250	4,250	9,40	76,7
SK4	26,267	10,250	4,250	9,40	79,7
SK5	30,800	10,250	4,250	9,37	66,0
SK6	24,560	10,250	2,830	9,37	65,7
SK7	10,733	0,8200	1,410	9,30	66,0
SK8	10,220	0,8200	1,410	9,23	63,3
SNI	>65	<2,5	<0,5	8-10,8	-

Tabel 2. Hasil perhitungan indeks efektifitas sabun padat antibakteri hasil formulasi

Jenis Sabun	Jumlah Asam Lemak (%)	Asam Lemak Bebas (%)	Lemak Tidak Tersabunkan (%)	pH	Stabilitas Busa (%)	Jumlah
SK1	0,0135	0,2250	0,0000	0,0721	0,0613	0,3719
SK2	0,0783	0,1568	0,0000	0,1750	0,1070	0,5171
SK3	0,1479	0,1568	0,2000	0,1750	0,1226	0,8023
SK4	0,1949	0,1568	0,2000	0,1750	0,1500	0,8768
SK5	0,2500	0,1568	0,2000	0,1441	0,0247	0,7756
SK6	0,1742	0,1568	0,1000	0,1441	0,0220	0,5971
SK7	0,0062	0,0000	0,0000	0,0721	0,0247	0,1030
SK8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan pada sabun dengan karakteristik terbaik sesuai SNI 3532-2016 Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri gram positif yaitu bakteri *S. aureus*. Bakteri tersebut dipilih karena bakteri *S. aureus* merupakan salah satu bakteri yang dapat menginfeksi kulit. Metode yang digunakan dalam uji aktivitas antibakteri ini adalah metode sumuran menggunakan media NA (*Nutrient Agar*). Metode sumuran dilakukan dengan mengisi lubang sumuran pada menid NA dengan senyawa uji. Senyawa uji akan berdifusi ke media agar yang dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan mikroorganisme. Area jernih pada permukaan media agar mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri (Pratiwi, 2008).

Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini adalah antibiotik tetrasiklin. Tertasiklin memiliki spektrum luas, dapat digunakan untuk bakteri gram positif maupun gram negatif serta mikroorganisme lainnya. Sedangkan untuk kontrol negatif digunakan aquades (pelarut sampel uji). Penggunaan kontrol negatif dilakukan dengan tujuan sebagai pembanding bahwa pelarut yang digunakan sebagai pengencer tidak mempengaruhi hasil uji (Natheer *et al.*, 2012). Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap sabun dengan karakteristik terbaik menurut SNI 3532-2016 dan berdasarkan hasil uji hedonik, kontrol positif (tertrasiklin) dan kontrol negatif (aquades). Hasil uji aktivitas antibakteri dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*

Sampel	Diameter Hambat (mm)
Aquades (-)	-
Tetrasiklin (+)	29,50
SK4	18,40
SRf	14,92

SK4 : Sabun terbaik hasil penelitian

; SRf : Sabun pembanding (referensi)

Luas zona hambat sudah dikurangi dengan diameter sumuran (5,5 mm). Hasil uji aktivitas antibakteri terlihat bahwa kontrol negatif tidak menghasilkan zona bening. Hal tersebut membuktikan bahwa aquades sebagai pelarut tidak mempengaruhi aktivitas antibakteri. Tetrasiklin sebagai kontrol positif menghasilkan rata-rata diameter hambat sebesar 29,50 mm. Nilai ini lebih besar dibandingkan sabun SK4 dan SRf. Mekanisme tetrasiklin sebagai antibiotik yaitu menghambat sintesis protein ribosom, dengan cara menghambat pemasukan aminoasil t-RNA pada fase pemanjangan yang menyebabkan rantai peptida tidak memanjang lagi (Mutschler, 2006).

Aktivitas antibakteri sabun formulasi (SK4) memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar yaitu 18,40 mm dibandingkan sabun referensi (SRf) yaitu 14,92 mm. Hal tersebut terjadi karena perbedaan kadar SLS yang ditambahkan pada sabun. Sabun SK4 mempunyai kadar SLS 1,25% sedangkan sabun SRf mempunyai kadar SLS 1,5%. Semakin besar kadar SLS pada sabun akan membuat lapisan interface pembentuk busa semakin menipis menyebabkan daya sebar semakin kecil sehingga aktivitas antibakterinya semakin menurun (Fathurrahman dkk., 2017).

Kemampuan antibakteri yang terdapat dalam sabun dihasilkan dari minyak nyamplung, fraksi *n*-heksana ekstrak temu giring dan SLS. Asam lemak pada minyak biji nyamplung diantaranya adalah asam stearat, asam palmitat, asam linoleat dan asam linoleat. Asam lemak tersebut mayoritas diikat dengan gliserol dan hadir dalam bentuk trigliserida. Secara umum aksi penghambatan pertumbuhan bakteri oleh asam-asam organik erat kaitannya dengan kemampuan asam-asam organik dalam menembus membran sel bakteri, lalu mengganggu keseimbangan asam basa, proton dan produksi energi di dalam sel bakteri

KESIMPULAN

1. Karakteristik sabun padat antibakteri dengan konsentrasi SLS sebesar 0,5%; 0,75%; 1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% mempunyai jumlah lemak total antara 10,22% - 30,80%, kadar asam lemak bebas antara 0,82% - 1,44%. Kadar lemak tidak tersabunkan antara 1,41% - 4,25%. Hasil karakterisasi tersebut sesuai dengan SNI 3532-2016 kecuali pada jumlah lemak total dan asam lemak tidak tersabunkan. Nilai pH antara 9,23 - 9,40 dan nilai stabilitas busa antara 63,33% - 79,67%.
2. Sabun padat antibakteri yang memiliki karakteristik terbaik adalah sabun dengan konsentrasi SLS sebesar 1,25%.
3. Aktivitas antibakteri sabun formulasi terbaik (sabun dengan kadar SLS 1,25%) memiliki aktivitas antibakteri dengan diameter hambat sebesar 18,40 mm.

DAFTAR REFERENSI

- Afifuddin, S. A. (2007). Analisis Struktur Pasar CPO: Pengaruhnya terhadap Pengembangan Ekonomi Wilayah Sumatera Utara.
- BSN. (2016). *SNI 3532:2016 Syarat Mutu dan Cara Uji Sabun Mandi yang Berbentuk Padat*, hlm 337-340.
- Bastian, F., Suryani, A., & Sunarti, T. C. (2012). Peningkatan kecerahan pada proses sintesis surfaktan nonionik alkil poliglikosida (APG) berbasis tapioka dan dodekanol. *Reaktor*, 14(2), 143-150.
- Belhajj, A., AlQuraishi, A., and Al-Mahdy, O. (2014). Foamability and foam stability of several surfactant solutions role of screening and flooding. *Journal of Petroleum & J Environmental Biotechnology*, 6(4), 1-6.
- Bintang, M. (1993). Studi Antimikroba dari Streptococcus Lactis. *Disertasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung*.
- Brown, H. J., Copeland, L. R., Kleiman R., Cummings, M. K., Koritala, S., Manoramarao, K. (2011). *High unsaponifiables and methods of using the same*. United States Patent Application Publication: US2011/0293544 A1.
- Chasani, M., Widyaningsih, S., & Mubarak, A. (2015). Sintesis dan karakterisasi sabun natrium dari minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) serta uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphilococcus aureus*. *Molekul*, 10(1), 66-73.
- Dinata, A., Rosyandi, A., Hamid, S., & Zainul, R. (2018), A Rievew Chemical Vapor Deposition: Proses and Aplication. Retrieved Juli 2, 2020, <https://osf.io/preprints/inarxiv/yfeau/>. was accesed on January 13, 2021.
- Diastuti, H., Syah, Y. M., Juliawaty, L. D., & Singgih, M. (2014). Antibacterial activity of germacrane type sesquiterpenes from *Curcuma heyneana* rhizomes. *Indonesian Journal of Chemistry*, 14(1), 32-36.
- Doores, S., In Branen, A. L., and Davidson P. M. (1983). *Antimicrobials in Foods*, New york: Marcel Dekker Inc.
- Dweck, A. C., & Meadows, T. (2002). Tamanu (*Calophyllum inophyllum*)-the African, Asian, Polynesian and Pacific Panacea. *International journal of cosmetic science*, 24(6), 341-348.
- Edoga. (2009). Comparison of various fatty acid sources for making soft soap (Part 1): qualitative analysis. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(2), 110-113.
- Fachmi, C. (2008). Pengaruh Penambahan Gliserin dan Sukrosa Terhadap Mutu Sabun Transparan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Fathurrahman, B., Kasmungin S., dan Ridaliani O. (2017). Studi Kestabilan Busa Mengenai Pengaruh Suhu dan Elektrolit serta Konsentrasi Surfaktan dengan dan Tanpa Minyak. *Trijurnal Trisakti*. Jakarta : Universitas Trisakti.
- Febrianti, D. R. (2013). *Formulasi Sediaan Sabun Mandi Cair Minyak Atsiri Jeruk Purut (Citrus hystrix DC.) Dengan Kokamidopropil Betain Sebagai Surfaktan* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Friday, J. B., & Okano, D. (2005). *Calophyllum inophyllum* (Kamani) Species Profiles for Pacific Island Agro Forestry. <http://www.tradionaltree.org>.

-
- Inchem. (2008). Sodium Lauryl Sulfate ICSC: 0502. <http://www.inchem.org>.
- Kasenda, J. C., YamLean, Paulina V. Y., Lolo, W. A. (2016). Formulasi dan pengujian aktivitas antibakteri sabun cair ekstrak etanol daun ekor kucing (*Acalypha hispida* Burm. F) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Pharmakon*, 5(3), 2302 – 2493.
- Kilham, C. (2004). Tamanu oil. *A tropical topical remedy*. *HerbalGram*, 63, 26-31.
- Natheer, S. E., Sekar, C., Amutharaj, P., Rahman M. S. A. and Khan K. F. (2012). Evaluation of antibacterial activity of *Morinda citrifolia*, *Vitex trifolia* and *Chromolaena odorata*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6(11), 783-788.
- Mutschler, E. (2006). *Dinamika Obat Edisi 5*. Bandung : Institut Teknik Bandung Press.
- Piret, J., Désormeaux, A., & Bergeron, M. G. (2002). Sodium Lauryl Sulfate, a microbicide effective against enveloped and nonenveloped viruses. *Current drug targets*, 3(1), 17-30.
- Putra, A. M. P., Rustifah. Arsyad, M. (2015). Uji daya hambat ekstrak etanol rimpang temu giring (*Curcuma heyneana* Val.) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1 (1), 68-74.
- Santoso, H. B. (2008). *Ragam & Khasiat Tanaman Obat*. AgroMedia.
- Senny Widyaningsih, Moch.Chasani, Hartiwi Diastuti. 2018. *Formulation of Liquid soap from nyamplung seed Oil with addition of Curcuma Heynaena and Its Activity Test on Stapillococcus aureus*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Iop Publishing
- Artanti, A., Rahmawati, K., Rakhmawati, R., & Prihapsara, F. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri dan Antijamur dari Kombinasi Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L.) dengan Virgin Coconut Oil dan Pengembangannya sebagai Face Oil. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(2): 17-29.
- Trisnawati S., & Siswani, S. D. (2018). Pemanfaatan biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) sebagai bahan baku biodiesel dengan variasi suhu dan waktu pada proses transesterifikasi. *Jurnal Kimia Dasar*, 7(2).