

Stabilitas Fisikokimia dan Penghantaran Polisakarida Acemannan dalam *Body Scrub* Ekstrak Lidah Buaya: Variasi Tween 80 dan Gliseril Monostearat

Cynthia Marisca Muntu¹, Jesica Florentina^{1,2}, dan Endang Wahjuningsih¹

¹Departemen Farmasetika, Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya, Surabaya, 60293, Indonesia

²Floca Handcrafted Artisan Soap, Sidoarjo, 61218, Indonesia

Korespondensi: Cynthia Marisca Muntu

Email: cynthia_muntu@staff.ubaya.ac.id

Submitted : 27-03-2025, Revised : 22-05-2025, Accepted : 28-05-2025, Published regularly: June 2025

ABSTRAK: Lidah buaya memiliki manfaat menutrisi dan melembapkan kulit karena kandungan polisakarida acemannan sebagai humektan, sehingga sering digunakan dalam produk perawatan tubuh, termasuk *body scrub*. Stabilitas krim *body scrub* dipengaruhi komposisi emulgator *tween 80* dan gliseril monostearat yang menjaga homogenitas dan stabilitas produk selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi emulgator terhadap stabilitas dan penghantaran acemannan dalam *body scrub* lidah buaya. *Body scrub* diformulasikan dalam tiga formula yang mengandung ekstrak lidah buaya, *rice bran oil*, *virgin coconut oil*, *microbeads polyethylene*, dan kombinasi emulgator *tween 80* dan gliseril monostearat dengan konsentrasi 4%, 5%, dan 6% untuk formula I, II, dan III. Pengamatan stabilitas dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, dan 30 untuk parameter organoleptis, berat jenis, tipe emulsi, ukuran droplet, viskositas, sifat alir, daya sebar, dan pH. Penghantaran zat aktif berkhasiat diamati dari parameter kadar acemannan. Ketiga formula *body scrub* memenuhi spesifikasi. Variasi konsentrasi emulgator mempengaruhi ukuran droplet dan stabilitas *body scrub*. *Body scrub* formula III dengan konsentrasi total emulgator 6% merupakan formula terbaik yang stabil pada keseluruhan parameter termasuk kadar acemannan tertinggi, serta keunggulan pada karakteristik ukuran droplet yang lebih kecil.

Kata kunci: acemannan; *body scrub*; emulgator; gliseril monostearat; lidah buaya; *tween 80*

ABSTRACT: Aloe vera is widely used in body care products due to its moisturizing and skin-nourishing properties, attributed to the presence of the polysaccharide acemannan, a natural humectant. The stability of body scrub creams is influenced by the composition of emulsifiers such as *tween 80* and glyceryl monostearate, which maintain product homogeneity during storage. This study aimed to evaluate the effect of varying emulsifier concentrations on the stability and acemannan delivery of Aloe vera-based body scrubs. Three formulations were prepared using Aloe vera extract, rice bran oil, virgin coconut oil, polyethylene microbeads, and a combination of *tween 80* and glyceryl monostearate at total concentrations of 4%, 5%, and 6% in Formulas I, II, and III, respectively. Stability assessments were conducted on days 0, 7, 14, and 30, evaluating organoleptic properties, specific gravity, emulsion type, droplet size, viscosity, flow behavior, spreadability, and pH. The delivery of the bioactive compound was evaluated based on the acemannan content. All formulations met general specification requirements. Emulsifier concentration influenced droplet size and overall formulation stability. Formula III, with 6% total emulsifier, demonstrated the highest stability across all parameters, including the smallest droplet size and the highest acemannan content, indicating it as the most optimal formulation.

Keywords: acemannan; *body scrub*; emulsifier; gliseril monostearate; Aloe vera; *tween 80*

Copyright (c) 2024 The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

1. Pendahuluan

Sel-sel kulit dapat terpapar kotoran pada permukaan dan menyebabkan regenerasi kulit menjadi terhambat. Oleh karena itu, perawatan kulit diperlukan untuk membersihkan sel-sel mati dari permukaan kulit dengan kosmetik pembersih [1]. Namun demikian, kosmetik pembersih umumnya licin dan halus sehingga tidak cukup kuat mengangkat sel-sel mati dan kotoran. Maka dari itu, kosmetik dengan tambahan manfaat *physical exfoliating agent* seperti *body scrub* dibutuhkan untuk melepaskan sel-sel kulit mati dan kotoran tersebut [2]. Penggunaan kosmetik pembersih seperti *body scrub* dapat beresiko menyebabkan kulit kering, oleh karena itu penambahan ekstrak lidah buaya diharapkan dapat mengatasi hal ini [3].

Lidah buaya merupakan bahan alami yang banyak digunakan dalam produk perawatan kulit karena mengandung senyawa bioaktif dengan efek melembapkan, menenangkan, serta mempercepat regenerasi kulit [4]. Selain itu, ekstrak gel daun lidah buaya mengandung polisakarida acemannan yang mampu menghidrasi kulit dengan mekanisme humektan alami. Gugus -OH menarik dan mengikat molekul air dari lingkungan ke stratum corneum sehingga meningkatkan kadar air permukaan kulit dan mengurangi *transepidermal water loss* (TEWL). Polisakarida juga mampu membentuk lapisan semi-oklusif yang permeabel terhadap udara tetapi menahan uap air sehingga menjaga kelembapan lebih lama, terutama setelah eksfoliasi karena penggunaan *body scrub* [5]. Untuk menghasilkan *body scrub* yang stabil dan efektif, formulasi yang tepat sangat diperlukan, terutama dalam pemilihan dan konsentrasi emulgator.

Emulgator berperan penting dalam menjaga homogenitas dan kestabilan sediaan *body scrub* berbasis krim, dengan mencegah pemisahan fase selama penyimpanan [6]. *Tween 80* merupakan emulgator hidrofilik dengan nilai HLB tinggi sedangkan gliseril monostearat adalah tipe sebaliknya, sehingga penggunaan keduanya pada

komposisi yang tepat dapat meningkatkan stabilitas krim. Namun demikian, konsentrasi total emulgator yang digunakan dapat mempengaruhi karakteristik fisik, stabilitas, termasuk penghantaran zat aktif berkhasiat sehingga berdampak pada efektivitas produk [7]. Oleh karena itu, penelitian ini dapat berkontribusi dalam menganalisis pengaruh perbedaan konsentrasi emulgator terhadap stabilitas dan penghantaran acemannan dalam *body scrub* lidah buaya. Formulasi *body scrub* terdiri atas tiga formula, yang masing-masing bervariasi pada konsentrasi total emulgator, antara lain 4% (formula I), 5% (formula II), dan 6% (formula III).

2. Metode

2.1. Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian antara lain ekstrak lidah buaya, standar acemannan, *polyethylene microbeads*, *rice bran oil*, *virgin coconut oil* (VCO), *bees wax*, *tween 80*, gliseril monostearat, stearyl alkohol, setil alkohol, *butylated hydroxytoluene* (BHT), gliserin, DMDM hydantoin, dan air suling. Bahan tersebut merupakan *cosmetic grade*, kecuali standar acemannan dan air suling. Ekstrak lidah buaya diperoleh dari PT. Haldin Pasific Semesta, Bekasi, Indonesia. Standar acemannan (*purity grade*) diperoleh dari Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). *Polyethylene microbeads* diperoleh dari Corel Pharma Chem, Gujarat, India. *Rice bran oil* dan bahan yang lainnya didistribusikan oleh PT. Brataco, Jakarta, Indonesia. Jenis bahan tersebut beserta jumlahnya yang digunakan dalam formulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Alat yang digunakan untuk formulasi *body scrub* adalah timbangan digital top loading dan timbangan analitik (Ohaus®, New Jersey, United States), *homogenizer* (Multimix®, Ruian, China), *water bath* (Mettler® GmbH, Germany), *mixer* (Panasonic®, Indonesia), dan alat gelas. Alat yang digunakan untuk pengujian karakteristik dan stabilitas *body scrub* adalah climatic chamber

Tabel 1. Komponen bahan formulasi *body scrub* ekstrak lidah buaya

Bahan	Fungsi	Konsentrasi dalam persen (%)		
		Formula I	Formula II	Formula III
Ekstrak lidah buaya	Bahan aktif	0,5	0,5	0,5
<i>Polyethylene microbeads</i>	<i>Abrasiver</i>	6	6	6
<i>Rice bran oil</i>	Antioksidan	3	3	3
<i>Virgin coconut oil</i>	Emolien	2	2	2
Gliserin	Humektan	10	10	10
<i>Tween 80</i>	Emulgator	3,40	4,25	5,10
Gliseril monostearat	Emulgator	0,60	0,75	0,90
Stearil alkohol	Basis	6	6	6
Setil alkohol	Basis	10	10	10
DMDM hydantoin	Pengawet	0,5	0,5	0,5
BHT	Antioksidan	1	1	1
<i>Bees wax</i>	Basis	5	5	5
Air suling	Pelarut	Ad 100	Ad 100	Ad 100

(Memmert® GmbH, Germany), mikroskop optik CX 23LED RFS1 (Olympus®, Tokyo, Jepang), pH meter *Cyberscan 510* (Eutech®, Singapura), viskometer Brookfield® *Cone and Plate* (Ametek, Massachusetts, USA), spektrofotometer UV-Vis JASCO® V-730 (Jasco Corporation, Tokyo, Jepang), lempeng kaca, beban, *stopwatch*, *thermometer*, dan alat gelas.

2.2. Metode formulasi *body scrub*

Formulasi diawali dengan penimbangan dan pengukuran seluruh bahan dengan skala lab sebanyak 200 gram. Tahapan selanjutnya adalah peleburan komponen fase minyak antara lain gliseril monostearat, *bees wax*, setil alkohol, stearil alkohol, di *waterbath* pada suhu 80°C, dan pendispersian BHT ke dalam hasil leburan tersebut, serta penambahan VCO dan *rice bran oil*. Proses dilanjutkan dengan pengadukan hingga diperoleh campuran leburan fase minyak yang homogen. Selain itu, juga dilakukan pemanasan fase air yang terdiri atas *tween 80*, gliserin, dan air suling, di atas *waterbath* juga pada suhu 80°C. Pencampuran kedua fase tersebut dilakukan menggunakan *multimix* dengan kecepatan 1000 rpm selama ± 15 menit, sehingga diperoleh masa basis krim. Ekstrak lidah buaya dan DMDM Hydantoin dilarutkan dalam air sebanyak 10 mL, lalu dimasukkan dan dicampurkan sedikit demi

sedikit ke dalam basis krim beserta *polyethylene microbeads*, sehingga diperoleh sediaan *body scrub* lidah buaya [6]. Sediaan tersebut diukur pHnya, kemudian dikemas dalam wadah tertutup rapat dan terlindung cahaya, untuk selanjutnya dilakukan karakterisasi fisik serta pengujian stabilitas.

2.3. Karakterisasi dan pengujian stabilitas *body scrub* lidah buaya

Sediaan *body scrub* lidah buaya dilakukan karakterisasi dan pengujian stabilitas fisikokimia untuk parameter organoleptis, berat jenis, tipe emulsi, ukuran droplet, viskositas, sifat alir, daya sebar, dan pH. Penghantaran zat aktif berkhasiat diamati dari parameter kadar acemannan terhadap jumlah ekstrak dalam krim.

2.3.1. Karakterisasi organoleptis *body scrub* lidah buaya

Pengujian karakteristik organoleptis dilakukan dengan pengamatan bentuk, bau, dan warna sediaan *body scrub*. Pengamatan ini dilakukan secara visual menggunakan pancaindra, dan dianalisis secara deskriptif.

2.3.2. Karakterisasi berat jenis *body scrub* lidah buaya

Pengukuran berat jenis diawali dengan

penetapan berat jenis parafin cair. Beaker gelas diisi sediaan (berat krim) dan dilanjutkan dengan parafin cair, sehingga diperoleh berat parafin diantara krim dan volume parafin cair dari rasio berat parafin cair diantara krim terhadap berat jenis parafin. Berat jenis krim adalah berat krim dibagi terhadap volume krim [6]. Parameter ini dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah. Jika nilai signifikansi (p) $\leq 0,05$ maka parameter tersebut berbeda bermakna dengan adanya variasi konsentrasi total emulgator, yang menunjukkan parameter ini dipengaruhi oleh konsentrasi total emulgator.

2.3.3. Karakterisasi tipe emulsi *body scrub* lidah buaya

Pengujian tipe emulsi krim *body scrub* diawali dengan mendispersikan krim dengan metilen biru, dan selanjutnya diamati menggunakan mikroskop optik [6]. Penentuan tipe emulsi didasarkan pada warna latar belakang yang teramati, dan dianalisis secara deskriptif. Jika latar belakang menunjukkan warna biru, maka *body scrub* lidah buaya menunjukkan tipe emulsi minyak dalam air (m/a) [8,9].

2.3.4. Karakterisasi ukuran droplet *body scrub* lidah buaya

Pengukuran diameter droplet juga dilakukan menggunakan mikroskop optik pada perbesaran 100x dengan metode diameter area terproyeksi. Pengamatan dilakukan sebanyak 500 data dan dihitung diameter volume permukaan (dvs) [8]. Parameter ini dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah. Jika nilai signifikansi (p) $\leq 0,05$ maka parameter tersebut berbeda bermakna dengan adanya variasi konsentrasi total emulgator, yang menunjukkan parameter ini dipengaruhi oleh konsentrasi total emulgator.

2.3.5. Karakterisasi viskositas dan sifat alir *body scrub* lidah buaya

Pengujian viskositas dan sifat alir sediaan dilakukan menggunakan viskometer Brookfield® *Cone and Plate*. Sifat alir sediaan ditentukan

berdasarkan pembuatan plot kurva hubungan viskositas terhadap rpm [8]. Viskositas *body scrub* dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah, sedangkan sifat alir dianalisis secara deskriptif.

2.3.6. Karakterisasi daya sebar *body scrub* lidah buaya

Pengukuran daya sebar sediaan dilakukan dengan menggunakan kaca *horizontal plate* yang berukuran 20 x 20 cm. Beban sebanyak 50, 125, 200, dan 300 gram ditambahkan dan diukur kembali diameter penyebarannya. Berdasarkan plot hubungan antara beban dan diameter penyebaran ditentukan nilai *slope* [9]. Nilai *slope* tersebut kemudian dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah.

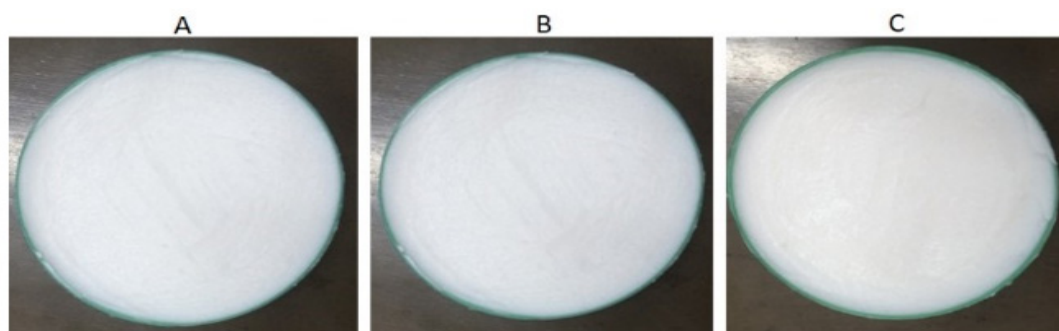
2.3.7. Karakterisasi pH *body scrub* lidah buaya

Pengukuran pH krim *body scrub* dilakukan menggunakan pH meter Eutech *Instruments Cyberscan* 510 untuk sediaan krim. Nilai pH *body scrub* dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah.

2.3.8. Karakterisasi kadar acemannan dalam *body scrub* lidah buaya

Kadar acemannan ditentukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan metode fenol-sulfurat. Tahapan analisis terdiri atas pembuatan larutan standar acemannan dan pembuatan kurva baku, serta preparasi sampel *body scrub*, presipitasi polisakarida dan analisis kadar acemannan dalam sampel. Larutan standar acemannan disiapkan dengan konsentrasi bertingkat, yaitu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 $\mu\text{g/mL}$ dalam air suling, lalu ditambahkan 1,0 mL larutan fenol 5% dan 5,0 mL H_2SO_4 2N secara perlahan ke dalam masing-masing larutan standar. Larutan didiamkan selama 20 menit pada suhu ruang hingga warna stabil, dan diukur serapannya pada $\lambda = 490 \text{ nm}$. Kurva baku ($y = bx + a$) dibuat berdasarkan nilai serapan standar [10].

Preparasi sampel *body scrub* diawali dengan



Gambar 1. Karakteristik penampilan *body scrub* formula I(A), II(B), dan III(C)

menimbang sebanyak 1 gram *body scrub*, diambahkan 10 mL air panas (70°C), dan diaduk selama 45 menit untuk melarutkan fraksi polisakarida. Selanjutnya supernatan dipisahkan dari basis krim dan emulgator yang tidak larut air melalui penyaringan. Presipitasi polisakarida kemudian dilakukan dengan menambahkan etanol 96% ke dalam filtrat dengan rasio filtrat:etanol sebesar 1:4. Campuran ini didiamkan semalaman pada suhu 4°C untuk mengendapkan fraksi polisakarida, lalu disentrifugasi pada 6000 rpm selama 15 menit. Endapan dipisahkan dan dikeringkan dalam oven suhu 45°C. Massa kering endapan yang mengandung fraksi acemannan kasar ditimbang dan dilarutkan kembali dalam air suling. Analisis kadar acemannan dari fraksi kering dianalisis dengan metode fenol-sulfurat seperti pada preparasi larutan standar [10]. Kadar acemannan ditentukan dari kurva baku dan hasil dinyatakan dalam %b/b terhadap bobot ekstrak kering lidah buaya dalam *body scrub*. Kadar acemannan yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah.

2.3.9. Pengujian stabilitas *body scrub* lidah buaya

Pengujian stabilitas *body scrub* diamati untuk seluruh parameter karakterisasi *body scrub*. Selama pengujian stabilitas, *body scrub* disimpan dalam *climatic chamber* pada suhu 40°C dan RH 75% ± 5% selama 30 hari. Pengamatan stabilitas dilakukan pada hari ke 0, 7, 14, dan 30. Hasil karakterisasi fisikokimia sekaligus menjadi hasil pengujian stabilitas hari ke 0. Parameter stabilitas

organoleptis, tipe emulsi serta sifat alir dianalisis secara deskriptif, sedangkan parameter stabilitas berat jenis, ukuran droplet, viskositas, daya sebar dan pH dianalisis menggunakan statistik ANAVA satu arah. Jika nilai signifikansi (p) ≥ 0,05 maka parameter ini berbeda tidak bermakna yang menunjukkan kestabilan *body scrub* untuk parameter tersebut.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Karakteristik dan stabilitas fisika *body scrub* lidah buaya

3.1.1. Karakteristik dan stabilitas organoleptis *body scrub* lidah buaya

Ketiga formula *body scrub* lidah buaya menunjukkan penampilan yang memenuhi spesifikasi yaitu berbentuk krim dengan warna putih (Gambar 1) dan berbau khas *cantaloupe* yang manis, segar, dan sedikit lembut. Tekstur krim yang homogen menunjukkan proses emulsifikasi yang baik [11]. Warna putih menunjukkan bahwa formulasi stabil tanpa adanya perubahan warna. Selain itu, aroma khas *cantaloupe* meningkatkan aspek penerimaan *body scrub* [12].

Seluruh formula *body scrub* lidah buaya pada pengujian stabilitas juga menunjukkan penampilan fisik yang sama. Konsistensi dan stabilitas penampilan ini tetap terjaga selama penyimpanan pada suhu 40°C dan RH 75% ± 5% selama 30 hari, sebagaimana diamati pada hari ke-0, 7, 14, dan 30. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi total emulgator dalam kisaran

Tabel 2. Berat jenis *body scrub* lidah buaya pada pengujian stabilitas dipercepat

Hari ke-	Berat jenis (g/mL)			Nilai p
	Formula I	Formula II	Formula III	
0	1,020 ± 0,013	1,013 ± 0,009	1,010 ± 0,007	0,067
7	1,010 ± 0,008	1,011 ± 0,012	1,014 ± 0,011	0,198
14	1,013 ± 0,013	1,018 ± 0,015	1,019 ± 0,012	0,157
30	1,019 ± 0,012	1,010 ± 0,012	1,020 ± 0,009	0,093
Nilai p	0,160	0,256	0,089	

4-6% tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kestabilan organoleptik *body scrub*. Emulgator *tween 80* dan gliseril monostearat berperan dalam mempertahankan homogenitas dan struktur emulsi, sehingga mencegah terjadinya pemisahan fase yang dapat memengaruhi tampilan fisik sediaan [11,12]. Konsistensi ini juga mencerminkan efektivitas sistem emulsi dalam menjaga integritas produk selama penyimpanan, yang merupakan indikator penting dalam stabilitas kosmetik [13].

3.1.2. Karakteristik dan stabilitas berat jenis *body scrub* lidah buaya

Berat jenis *body scrub* lidah buaya formula I, II, dan III masing-masing adalah sebesar 1,020 ± 0,013 g/mL, 1,013 ± 0,009 g/mL, dan 1,010 ± 0,007 g/mL, berturut-turut. Berat jenis di atas 1 g/mL menunjukkan bahwa *body scrub* memiliki densitas lebih tinggi dari air, yang mencerminkan kontribusi dari komponen padatan seperti *abrasiver microbeads polyethylene* [13]. Nilai berat jenis yang berbeda tidak bermakna antar formula berdasarkan nilai p analisis statistik ANAVA satu arah ($p > 0,05$) menunjukkan keseragaman komposisi dan distribusi fase. Sedikit perbedaan antar formula dapat dikaitkan dengan variasi konsentrasi emulgator yang mempengaruhi densitas dan struktur matriks sediaan [14].

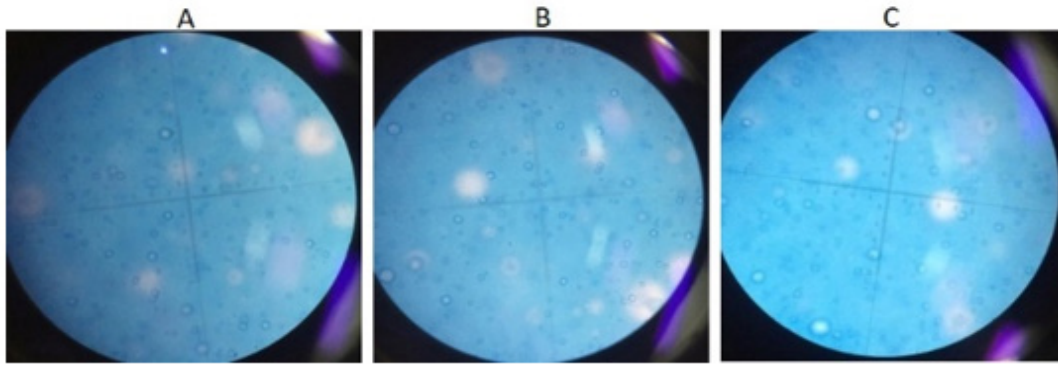
Berdasarkan Tabel 2, berat jenis *body scrub* lidah buaya pada formula I, II, dan III menunjukkan nilai yang relatif stabil pada pengujian stabilitas dipercepat selama 30 hari. Pada hari ke-0, berat jenis *body scrub* formula I, II, dan III masing-masing sebesar 1,020 ± 0,013 g/mL, 1,013 ± 0,009 g/mL, dan 1,010 ± 0,007 g/mL. Nilai ini menga-

ami sedikit fluktuasi selama penyimpanan, tetapi tetap berada dalam rentang yang seragam tanpa perubahan signifikan secara statistik ($p > 0,05$), yang menunjukkan kestabilan sistem emulsi. Fluktuasi ini dapat disebabkan oleh relaksasi dan reorganisasi struktur internal, seperti redistribusi air dan droplet dalam matriks. Dalam sistem semisolid, berat jenis berkaitan erat dengan karakteristik reologi, seperti viskositas dan sifat pseudoplastik. Kombinasi *tween 80* dan gliseril monostearat membentuk jaringan viskoelastik yang stabil, sehingga mampu mempertahankan distribusi fase meskipun terjadi stres ringan selama penyimpanan [9,15].

Variasi konsentrasi total emulgator dalam formulasi berperan dalam mempertahankan homogenitas sistem. Formula dengan konsentrasi emulgator lebih tinggi pada formula III, menunjukkan tren peningkatan berat jenis pada hari ke-30, yang dapat dikaitkan dengan peran emulgator dalam memperkuat struktur matriks krim dan mempertahankan distribusi fase padat serta cair [9]. Sebaliknya, formula I dan II juga menunjukkan kestabilan berat jenis, mengindikasikan bahwa komposisi emulgator yang digunakan cukup efektif dalam menjaga struktur krim [16,17].

3.1.3. Karakteristik dan stabilitas tipe emulsi *body scrub* lidah buaya

Ketiga formula *body scrub* lidah buaya menunjukkan latar belakang berwarna biru, seperti ditampilkan pada Gambar 2. Latar belakang berwarna biru ini menunjukkan fase eksternal krim bersifat hidrofilik sesuai dengan karakter larutan metilen biru yang larut dalam air. Hasil ini menegaskan bahwa ketiga formula *body scrub* memiliki



Gambar 2. Pengamatan mikroskop optik *body scrub* lidah buaya formula I (A), II (B), dan III (C) dalam larutan metilen biru dengan perbesaran 100x.

Tabel 3. Diameter area terproyeksi dari droplet *body scrub* lidah buaya pada pengujian stabilitas dipercepat

Hari ke-	Ukuran droplet (diameter volume permukaan, μm)			Formula
	Formula I	Formula II	Formula III	
0	$40,42 \pm 0,05$	$36,91 \pm 1,06$	$35,81 \pm 2,22$	0,000
7	$40,52 \pm 0,10$	$36,96 \pm 0,99$	$36,21 \pm 0,80$	0,000
14	$40,58 \pm 0,10$	$37,04 \pm 1,26$	$36,36 \pm 1,21$	0,000
30	$40,56 \pm 0,33$	$37,24 \pm 1,04$	$36,59 \pm 1,50$	0,000
Nilai p	0,574	0,924	0,745	

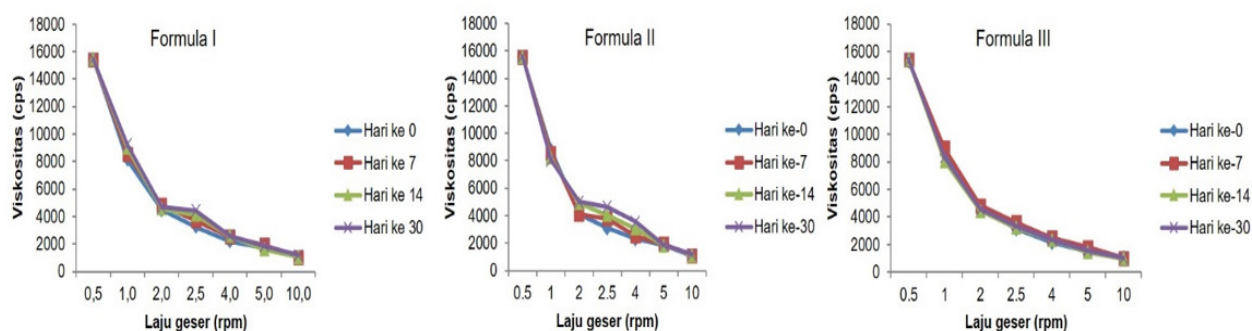
tipe emulsi minyak dalam air (m/a), sesuai dengan formulasi krim *body scrub* dengan nilai HLB butuh sebesar 13,31. Nilai ini dihitung berdasarkan komponen formulasi yang termasuk dalam fase minyak yaitu *rice bran oil*, *virgin coconut oil*, stearyl alkohol, setil alkohol, DMDM hydantoin, BHT, dan *bees wax*. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan dan kombinasi emulgator dalam formulasi telah berhasil membentuk sistem emulsi yang stabil sesuai dengan karakteristik yang diharapkan [16].

Pengujian stabilitas tipe emulsi *body scrub* lidah buaya dengan variasi konsentrasi total emulgator tetap menunjukkan karakteristik minyak dalam air (m/a), sebagaimana dikonfirmasi melalui pengamatan mikroskopik menggunakan larutan metilen biru. Pada seluruh formula, latar belakang sediaan tampak berwarna biru, dari penyimpanan hari ke 0 (Gambar 2), 7, 14, dan 30. Hal ini menunjukkan bahwa fase kontinu bersifat hidrofilik dan sesuai dengan karakteristik larutan metilen biru yang larut dalam air [17]. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem emulsi tetap stabil dalam tipe minyak dalam air selama periode penyimpanan 30 hari pada kondisi pengujian sta-

bilitas dipercepat.

Variasi konsentrasi total emulgator dalam krim, yaitu kombinasi *tween 80* dan gliseril monostearat pada kadar 4%, 5%, dan 6%, berperan dalam mempertahankan struktur emulsi. Konsentrasi emulgator yang lebih tinggi pada formula III membantu meningkatkan stabilitas antarmuka minyak-air, sehingga mencegah koalesensi droplet minyak dan menjaga homogenitas sistem [17,18]. Sementara itu, formula I dan II juga tetap menunjukkan kestabilan tipe emulsi yang serupa, meskipun jumlah emulgator yang lebih kecil, biasanya cenderung lebih rentan terhadap sedikit perubahan ukuran droplet [17] dibandingkan formula III.

Stabilitas tipe emulsi yang tetap dalam kategori minyak dalam air selama penyimpanan menunjukkan bahwa formulasi *body scrub* ini memiliki keseimbangan hidrofilik-lipofilik (HLB) yang sesuai dengan kebutuhan sistem, yaitu sekitar 13,31 [18]. Konsistensi ini penting dalam memastikan kinerja produk selama penggunaan, termasuk kemudahan pencucian dan kenyamanan aplikasi pada kulit.



Gambar 3. Profil sifat alir body scrub lidah buaya formula I, II, dan III pada pengujian stabilitas dipercepat

3.1.4. Karakteristik dan stabilitas ukuran droplet body scrub lidah buaya

Ukuran droplet *body scrub* lidah buaya pada Formula I, II, dan III diamati menggunakan mikroskop optik binokuler menunjukkan diameter berturut-turut sebesar $40,42 \pm 0,05 \mu\text{m}$, $36,91 \pm 1,06 \mu\text{m}$, dan $35,81 \pm 2,22 \mu\text{m}$. Analisis statistik dengan ANAVA satu arah menunjukkan bahwa ukuran droplet formula I signifikan lebih besar dibandingkan dengan formula II dan III ($p < 0,05$), sedangkan perbedaan ukuran droplet antara formula II dan III tidak signifikan ($p > 0,05$). Perbedaan ini dikaitkan dengan variasi konsentrasi total emulgator dalam formulasi, yaitu peningkatan konsentrasi *tween 80* dan gliseril monostearat pada formula II dan III berkontribusi terhadap penurunan ukuran droplet. Konsentrasi emulgator yang lebih tinggi meningkatkan kestabilan emulsi dengan menurunkan tegangan antarmuka fase minyak dan air, sehingga menghasilkan ukuran droplet yang lebih kecil dan distribusi yang lebih homogen [19].

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap ukuran droplet *body scrub* lidah buaya selama uji stabilitas dipercepat (Tabel 3), tidak terdapat perubahan yang signifikan pada diameter volume permukaan droplet dalam seluruh formula selama 30 hari penyimpanan. Nilai p dari analisis statistik ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan ukuran droplet antar hari tidak bermakna secara statistik, mengindikasikan kestabilan ukuran fase terdispersi dalam sediaan.

Formula I memiliki ukuran droplet terbesar

dibandingkan formula II dan III, yang disebabkan oleh konsentrasi total emulgator yang lebih rendah sehingga menyebabkan tegangan antarmuka minyak-air yang lebih tinggi. Formula II dan III dengan konsentrasi emulgator yang lebih tinggi menunjukkan ukuran droplet yang lebih kecil, yang mengindikasikan stabilitas antarmuka lebih baik akibat peningkatan jumlah surfaktan yang membantu menurunkan tegangan antarmuka dan mencegah koalesensi droplet [19].

Ketahanan ukuran droplet yang stabil selama penyimpanan menunjukkan bahwa sistem emulsi dalam ketiga formula memiliki kestabilan fisik yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa rasio emulgator yang digunakan cukup efektif dalam mempertahankan integritas droplet minyak dalam air (m/a), yang berkontribusi pada kestabilan sediaan *body scrub* secara keseluruhan [20].

3.1.5. Karakteristik dan stabilitas viskositas serta sifat alir body scrub lidah buaya

Pengukuran viskositas *body scrub* lidah buaya pada formula I, II, dan III menggunakan viskometer *cone and plate* pada torsi terbesar menunjukkan nilai viskositas berturut-turut sebesar $15.366,22 \pm 41,4 \text{ cps}$, $15.370,11 \pm 41,9 \text{ cps}$, dan $15.375,67 \pm 54,6 \text{ cps}$. Analisis statistik ANAVA satu arah menunjukkan bahwa perbedaan viskositas antar formula tidak signifikan ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi total emulgator dalam formulasi tidak mempengaruhi signifikan viskositas *body*

scrub. Konsentrasi emulgator yang lebih tinggi umumnya dapat meningkatkan viskositas [9,19]. Namun dalam penelitian ini, perbedaan konsentrasi emulgator pada kisaran 4% hingga 6% belum cukup memberikan perubahan viskositas yang signifikan. Faktor lain seperti kandungan fase minyak dan air, juga dapat mempengaruhi viskositas [9,20]. Oleh karena itu, meskipun terdapat variasi konsentrasi emulgator, ketiga formula tetap menunjukkan viskositas yang mirip.

Demikian juga untuk sifat alir ketiga formula *body scrub* menunjukkan karakteristik yang sama, yaitu pseudoplastik, di mana viskositas menurun seiring dengan meningkatnya gaya geser (Gambar 3) [8]. Karakteristik aliran pseudoplastik ini mengindikasikan bahwa *body scrub* akan lebih mudah diaplikasikan pada kulit dengan adanya gesekan saat pemakaian, namun tetap mempertahankan kestabilan bentuknya saat dalam keadaan diam [21]. Kesamaan sifat alir pada ketiga formula menunjukkan bahwa variasi konsentrasi total emulgator dalam kisaran 4% hingga 6% tidak secara signifikan mempengaruhi sifat reologi sediaan. Emulgator berperan dalam membentuk struktur matriks emulsi yang mempengaruhi viskositas dan respons aliran [20]. Namun pada formulasi ini, peningkatan konsentrasi emulgator 4-6% tidak cukup untuk mengubah sifat alir.

Berdasarkan hasil pengujian viskositas dan sifat alir seperti ditampilkan pada Gambar 3, seluruh formula *body scrub* lidah buaya menunjukkan sifat alir pseudoplastik, yang ditandai dengan penurunan viskositas seiring dengan peningkatan laju geser. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan memiliki karakteristik *shear-thinning*, yang memudahkan aplikasi pada kulit dan memungkinkan viskositas kembali meningkat setelah gaya geser dihilangkan, sehingga mendukung kestabilan bentuk sediaan [19].

Selama penyimpanan hingga 30 hari, tidak terdapat perbedaan viskositas yang bermakna secara statistik ($p > 0,05$) pada setiap titik

pengukuran, termasuk pada torsi terbesar. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem emulsi dalam *body scrub* tetap stabil tanpa mengalami perubahan fase atau degradasi struktur matriks krim [9,12].

Variasi konsentrasi total emulgator dalam masing-masing formula berkontribusi terhadap kestabilan reologi sediaan. Formula dengan emulgator yang lebih tinggi cenderung memiliki viskositas awal yang sedikit lebih besar, yang dapat dikaitkan dengan peningkatan interaksi antar fase minyak dan air dalam sistem emulsi [20]. Namun, pola penurunan viskositas terhadap laju geser tetap seragam di semua formula, menunjukkan bahwa rasio emulgator yang digunakan telah cukup efektif dalam mempertahankan kestabilan struktur matriks emulsi selama penyimpanan [8,12].

3.1.6. Karakteristik dan stabilitas daya sebar *body scrub* lidah buaya

Pengukuran daya sebar *body scrub* lidah buaya pada formula I, II, dan III menunjukkan nilai *slope* dari plot grafik hubungan berat dan diameter penyebaran masing-masing sebesar $0,35 \pm 0,01$ cps, $0,38 \pm 0,02$ cps, dan $0,40 \pm 0,01$ cps. Hasil ini menunjukkan adanya tren penurunan daya sebar seiring dengan peningkatan konsentrasi total emulgator dalam formulasi. Peningkatan konsentrasi emulgator cenderung meningkatkan viskositas sistem, yang dapat mengurangi kemampuan sediaan untuk menyebar di permukaan kulit [17]. Namun demikian, analisis statistik menggunakan ANAVA satu arah menunjukkan bahwa perbedaan daya sebar antar formula tidak signifikan ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi emulgator dalam kisaran 4-6% belum cukup untuk memberikan dampak yang nyata terhadap daya sebar produk. Hal ini dapat disebabkan oleh keseimbangan formulasi antara fase minyak dan air, serta pengaruh bahan tambahan lainnya dalam sistem [21]. Dengan demikian, meskipun terdapat perbedaan nilai *slope* antar formula, daya sebar *body scrub* tetap memastikan kemudahan

aplikasinya.

Analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan nilai *slope* antar formula tidak bermakna secara statistik ($p > 0,05$), dengan nilai p masing-masing sebesar 0,275; 0,206; dan 0,158. Hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi total emulgator dalam krim tidak menyebabkan perubahan signifikan pada daya sebar sediaan selama penyimpanan. Meskipun secara statistik tidak berbeda bermakna, tren peningkatan nilai *slope* tetap sesuai dengan hasil karakterisasi sebelumnya, yaitu formula III yang memiliki konsentrasi emulgator tertinggi dan menunjukkan nilai *slope* terbesar. Hal ini dapat dikaitkan dengan peningkatan interaksi antar molekul dalam matriks krim, yang mempengaruhi kohesivitas fase kontinu dan ketahanan struktur sediaan terhadap deformasi saat diberikan beban [22]. Konsentrasi emulgator yang lebih tinggi memungkinkan distribusi yang lebih homogen antara fase minyak dan air, sehingga menghasilkan matriks yang lebih stabil dengan karakteristik daya sebar yang lebih terkontrol. Oleh karena itu, meskipun daya sebar tetap berada dalam rentang yang sesuai, formula dengan emulgator lebih tinggi cenderung memiliki sifat yang lebih kohesif, seperti ditunjukkan oleh nilai *slope* yang lebih besar [23].

3.2. Karakteristik dan stabilitas kimia *body scrub* lidah buaya

3.2.1. Karakteristik dan stabilitas pH *body scrub* lidah buaya

Pengukuran pH *body scrub* lidah buaya pada formula I, II, dan III menunjukkan nilai berturut-turut sebesar $5,02 \pm 0,01$; $5,02 \pm 0,01$; dan $5,01 \pm 0,01$. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi total emulgator dalam kisaran 4% hingga 6% tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pH sediaan. Nilai pH yang relatif stabil di antara ketiga formula menunjukkan bahwa emulgator *tween 80* dan gliseril monostearat tidak bersifat asam maupun basa kuat sehingga tidak menyebabkan perubahan pH yang berarti dalam sistem emulsi [13,16]. Selain itu, nilai pH

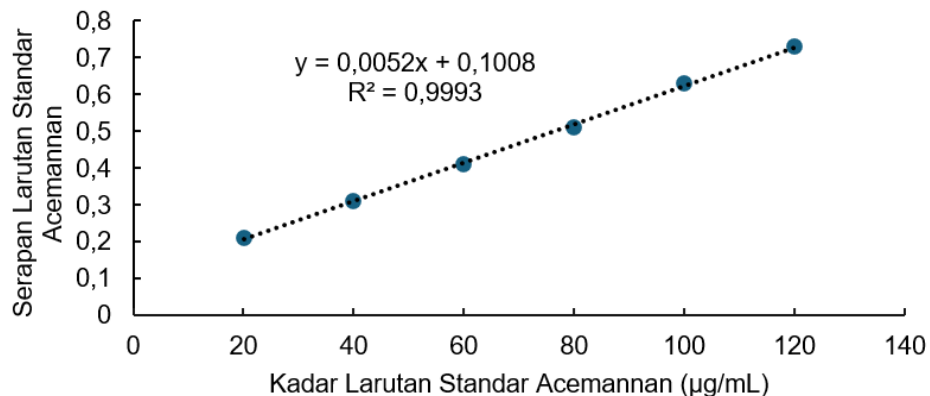
yang berada dalam rentang fisiologis kulit (4,5–6,5) menunjukkan bahwa *body scrub* ini aman digunakan dan tidak berisiko menyebabkan iritasi [14,24]. Konsistensi pH juga mencerminkan kestabilan formulasi selama proses pembuatan dan penyimpanan awal, yang penting untuk menjaga efektivitas dan kenyamanan penggunaan produk.

Hasil uji stabilitas pH *body scrub* lidah buaya selama penyimpanan menunjukkan bahwa semua formula tetap berada dalam rentang pH yang sesuai dengan spesifikasi pH kulit, yaitu sekitar 4,5–6,0. Berdasarkan Tabel 4, nilai pH awal untuk formula I, II, dan III berkisar antara 5,01–5,02 dan mengalami sedikit penurunan setelah 30 hari penyimpanan menjadi 4,88–4,90. Analisis statistik menunjukkan bahwa perubahan pH yang terjadi tidak bermakna secara signifikan ($p > 0,05$), dengan nilai p untuk masing-masing formula sebesar 0,075; 0,081; dan 0,104.

Stabilitas pH yang terjaga ini dapat dikaitkan dengan peran emulgator dalam sistem emulsi minyak dalam air yang digunakan dalam formulasi. Emulgator berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan HLB dalam menjaga ketercampuran antara fase minyak dan air [25]. Hal ini akan berhubungan dengan peranan emulgator dalam menjaga stabilitas emulsi, sehingga dapat mencegah degradasi komponen aktif yang dapat mempengaruhi pH [26]. Konsentrasi emulgator yang lebih tinggi pada formula III juga menunjukkan tren pH yang lebih stabil dibandingkan formula lainnya, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem emulsi yang terbentuk tetap stabil selama penyimpanan dan tidak mengalami degradasi yang dapat menyebabkan perubahan pH yang ekstrem [27]. Dengan demikian, variasi konsentrasi total emulgator dalam *body scrub* tidak hanya berperan dalam menjaga stabilitas sistem emulsi tetapi juga membantu mempertahankan pH produk dalam kisaran yang aman dan sesuai dengan pH fisiologis kulit, sehingga tetap nyaman dan aman digunakan dalam jangka panjang [28].

Tabel 4. Nilai pH *body scrub* lidah buaya pada pengujian stabilitas dipercepat

Hari ke-	pH			Formula
	Formula I	Formula II	Formula III	
0	5,02 ± 0,01	5,02 ± 0,01	5,01 ± 0,01	0,986
7	4,94 ± 0,02	4,96 ± 0,01	4,98 ± 0,01	0,978
14	4,89 ± 0,00	4,90 ± 0,02	4,93 ± 0,02	0,845
30	4,88 ± 0,03	4,87 ± 0,02	4,90 ± 0,01	0,876
Nilai p	0,075	0,081	0,104	

**Gambar 4.** Kurva baku larutan standar acemannan dengan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm.

3.2.2. Karakteristik dan stabilitas penghantaran acemannan dalam *body scrub* lidah buaya

Dalam penelitian ini, parameter kadar acemannan digunakan sebagai indikator keberhasilan penghantaran dan stabilisasi makromolekul dalam sistem emulsi *body scrub*. Pengujian dilakukan melalui metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan reagen fenol-sulfurat, yang secara spesifik bereaksi dengan gugus karbohidrat membentuk senyawa berwarna kuning-oranye dengan serapan maksimum pada λ 490 nm [10].

Langkah awal analisis dilakukan dengan penetapan kurva baku dari larutan standar acemannan [10]. Kurva ini merepresentasikan hubungan linier antara konsentrasi acemannan (x) dan nilai absorbansinya (y), yang menjadi dasar untuk menentukan kadar acemannan dalam sampel *body scrub*. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh persamaan regresi linier adalah $y = 0,0052x + 0,1008$, dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,9993$, yang menunjukkan korelasi sangat kuat antara konsentrasi dan

serapan, serta validitas metode kuantifikasi. Grafik kalibrasi yang ditampilkan pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa titik-titik data menyebar sangat dekat terhadap garis regresi, yang memperkuat keandalan metode ini dalam mendeteksi dan mengukur kadar acemannan secara kuantitatif.

Setelah kurva baku ditetapkan, kadar acemannan dalam setiap sampel *body scrub* ditentukan dalam %b/b terhadap ekstrak lidah buaya. Rasio ini mencerminkan efisiensi penghantaran acemannan dan kestabilannya dalam sistem emulsi. Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi emulgator lebih tinggi (Formula III) secara konsisten mampu mempertahankan kadar acemannan lebih baik dibandingkan formula lainnya pada seluruh waktu pengujian stabilitas. Setelah 30 hari penyimpanan, formula III memperoleh kadar acemannan sebesar $19,57 \% \pm 0,19 \%$. Hasil ini secara signifikan ($p = 0,011$) lebih tinggi dibandingkan formula I dengan kadar $16,71 \% \pm 0,28 \%$ dan formula II dengan kadar

Tabel 5. Kadar acemannan terhadap ekstrak lidah buaya (%b/b) dalam *body scrub* pada pengujian stabilitas dipercepat

Hari ke-	Kadar acemannan			Nilai p
	Formula I	Formula II	Formula III	
0	17,32 ± 0,18	19,85 ± 0,23	20,21 ± 0,27	0,009
7	17,01 ± 0,11	19,13 ± 0,51	19,84 ± 0,42	0,025
14	16,82 ± 0,22	18,95 ± 0,43	20,32 ± 0,31	0,005
30	16,71 ± 0,28	18,57 ± 0,16	19,57 ± 0,19	0,011
Nilai p	0,071	0,069	0,104	

18,57 % ± 0,16 %. Hal ini menunjukkan bahwa sistem emulsi yang optimal dapat melindungi struktur makromolekul acemannan dari degradasi dan memungkinkan distribusi yang merata dalam matriks krim [9,15].

Penghantaran acemannan sebagai senyawa aktif utama dalam ekstrak lidah buaya merupakan aspek penting yang diamati dalam formulasi *body scrub*. Acemannan, sebagai polisakarida bioaktif, berfungsi sebagai humektan alami yang mampu mengikat air pada lapisan epidermis sehingga berkontribusi terhadap kelembapan dan kesehatan kulit [5,10,29,30]. Sifat kimia acemannan mudah terdegradasi oleh pengaruh lingkungan seperti suhu dan pH, maka penting untuk memastikan bahwa formulasi mampu mempertahankan kestabilan kadar acemannan selama penyimpanan [29]. Dengan demikian, parameter kadar acemannan dapat dijadikan tolok ukur keberhasilan penghantaran zat aktif makromolekul dalam formulasi sediaan topikal, dan pemilihan serta komposisi emulgator terbukti berpengaruh terhadap stabilitas dan efektivitasnya [10,30].

4. Kesimpulan

Hasil studi menunjukkan bahwa ketiga formula *body scrub* yang dikembangkan memenuhi spesifikasi yang sesuai untuk aplikasi topikal, dengan karakteristik stabilitas yang baik dalam berbagai parameter yang diuji, termasuk berat jenis, tipe emulsi, ukuran droplet, viskositas, sifat alir, daya sebar, dan pH. Variasi konsentrasi total emulgator

tween 80 dan gliseril monostearat 4-6% terbukti berperan dalam menentukan ukuran droplet dan stabilitas sistem emulsi minyak dalam air. Formula III, dengan konsentrasi total emulgator sebesar 6%, menunjukkan kinerja terbaik dibandingkan formula lainnya, terutama keunggulan pada ukuran droplet terkecil dan kadar acemannan terbesar, yang berkontribusi terhadap distribusi fase yang lebih homogen dalam sistem emulsi serta penghantaran zat aktif makromolekul dalam sediaan topikal.

Daftar pustaka

1. Youn SW. Cosmetic facial skin type. Measuring the skin. Cham: Springer International Publishing; 2016. p.1-6.
2. Li Z. Modern mild skin cleansing. *Journal of Cosmetic Dermatology, Science and Applications*. 2020;10:85-98.
3. Draelos ZD. The science behind skin care: Cleansers. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2018;17:8-14.
4. Sharma P, Kharkwal AC, Kharkwal H. A review on pharmacological properties of Aloe vera. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2014;29(2):31-7.
5. Liu C, Cui Y, Pi F, Cheng Y, Guo Y, Qian H. Extraction, purification, structural characteristics, biological activities and pharmacological applications of acemannan, a polysaccharide from *Aloe vera*: A review. *Molecules*. 2019;24(8):1554.

6. Ervina A, Santoso J, Prasetyo BF, Setyaningsih I, Tarman K. Formulation and characterization of body scrub using marine alga *Halimeda macroloba*, chitosan, and konjac flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;414:012004.
7. Purwanto URE, Cahyani IM, Purwaningsih Y, Sandhi BGF, Febryana F. Optimization of polysorbate 80 and sorbitan monooleate 80 as emulsifiers in foundation makeup containing ethyl cinnamate. *Indonesian Journal of Pharmacy*. 2023;34(1):45–53.
8. Sinko PJ. Martin's physical pharmacy and pharmaceutical sciences: Physical chemical and biopharmaceutical principles in the pharmaceutical sciences. 6th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
9. Aulton ME, Taylor KMG. Aulton's pharmaceutics: The design and manufacture of medicines. 5th ed. London: Elsevier; 2017.
10. Seeleamngam S, Sangvanich P, Thunyakitpisal P, Vongsutilers V. Characterization of quality attribute and specification for standardization of acemannan extracted from *Aloe vera* for tissue regeneration. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2023;46(6):Article 3.
11. Hasibuan PAZ, Sumaiyah, Siregar DH. Formulation and evaluation of body scrub cream containing ethanol extract of black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) and coffee grounds (*Coffea arabica* L.) as anti-aging. *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2022;5(2):9–17.
12. Safitri M, Aprilliani A, Zaky M, Azkiya SM. Formulation and physical evaluation of body scrub cream from 95% ethanol extract of breadfruit peel (*Artocarpus altilis*) as antioxidants. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 2024;11(3):335–344.
13. Yuliawati, Elisma, Utami DT, Pratiwi PD. Formulation of body scrub from a combination of white ginger (*Curcuma zedoaria*) and biji kurma (*Phoenix dactylifera*). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 2023;Suppl 1(1):400–406.
14. Hendrawati, Savitri AK, Fitriyati N, Mustika AA. Formulation of the body scrub cream containing moringa seed powder (*Moringa oleifera*) and its examination dermal acute irritation. *International Journal of GEOMATE*. 2019;17(62):244–249.
15. Tadros T. Emulsion formation and stability. Weinheim: Wiley-VCH; 2013.
16. Rakhmawati R, Kusumaningrum DM, Artanti AN, Prihapsara F, Hadi S. Optimization of natural body scrub formulation based on oilseed press cake of nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) using D-optimal mixture experimental design. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021;1912:012051.
17. Salam PJ, Mirawati, Purnamasari V. Formulation and evaluation of physical properties of scrub containing Kasumba Turate (*Carthamus tinctorius* Linn.) water extract. *Pharmaceutical Reports*. 2024;3(2):32–36.
18. Ismail Z, Jumadi MF, Johari NM. Physico-chemical properties of personal care products. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 2015;19(3):550–556.
19. Ahmi NA, Sabran SF. Formulation and evaluation of body scrub using pineapple waste as natural exfoliator. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 2024;28(3):603–610.
20. Talpekar P, Borikar M. Formulation, development and comparative study of facial scrub using synthetic and natural exfoliant. *Research Journal of Topical and Cosmetic Sciences*. 2016;7(1):1–8.
21. Talpekar P, Borikar M. Formulation, development and comparative study of facial scrub using synthetic and natural exfoliant. *Research Journal of Topical and Cosmetic Sciences*. 2016;7(1):1–8.
22. Hadi I, Hidayattullah D, Irawan A. Formulation and evaluation of body scrub using flour-based

- fruits of Indramayu variety of Cengkir mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Fundamental and Applied Pharmaceutical Science*. 2022;3(1):37-44.
23. Yunita Y, Yunarto N, Maelaningsih FS. Formulasi sediaan krim body scrub kombinasi ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dan beras putih (*Oryza sativa* L.). *PHRASE (Pharmaceutical Science) Journal*. 2021;1(1):57-68.
24. Chingunpitak J, Sae Yoon A, Pannoi K, Horkul K, Tungtongsakul N. Formulation and development of a body gel scrub using *Areca catechu* L. seed extract and microbeads. *Pharmacia*. 2023;70(4):1373-1383.
25. Malik F, Suryani, Ihsan S, Meilany E, Hamsidi R. Formulation of cream body scrub from ethanol extract of cassava leaves (*Manihot esculenta*) as antioxidant. *Journal of Vocational Health Studies*. 2020;4:21-28.
26. Paradkar KP, Yasmeen Z, Udapurkar P. Formulation and evaluation of facial scrub from chickoo. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. 2024;6(6):4627-2635.
27. Akhtar S, Saini S, Patil SM. Formulation and evaluation of facial herbal scrub by using sesame seeds. *International Journal of Novel Research and Development*. 2023;8(6):516-523.
28. Fauziah F, Nawangsari D, Prabandari R, Misworo M, Zakaria N, Zarwinda I. Formulation of a body scrub with pumpkin juice (*Curcubita moschata*) and coconut pulp (*Cocos nucifera* L.) for enhanced skin exfoliation and antioxidant protection. *BIO Web of Conferences*. 2025;152:01005:1-14.
29. Yuniarsih N, Rosidah RSN, Ismanita SS, Putri NS, Azzahra MM, Lutfiyah A, Fitriyani A, Sari K. Sediaan body scrub dengan bahan alam sebagai exfoliating: Literature review. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*. 2023;3(2):7579-7592.
30. Fox LT, du Plessis J, Gerber M, van Zyl S, Boneschans B, Hamman JH. In vivo skin hydration and anti-erythema effects of *Aloe vera*, *Aloe ferox* and *Aloe marlothii* gel materials after single and multiple applications. *Pharmacognosy Magazine*. 2014 Apr;10(Suppl 2):S392-403.