

Formulation and Characterization of Buccal Film Containing Nanoemulsion of Kirinyuh Leaf Extract (*Chromolaena odorata*.L) as an Antidiabetic

Yayang Nur Fadilah, Lusi Nurdianti*, Agus Sutiawan, Dandi Ardiansyah, Puput Resti Puspita, Syifa Mustafidah, Fajar Setiawan

Universitas Bakti Tunas Husada, Jl. Letjen Mashudi No.20, Setiaratu, Kecamatan Tawang, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat, 46196, Indonesia

*Corresponding author: Lusi Nurdianti (lusinurdianti@universitas-bth.ac.id)

ARTICLE HISTORY

Received: 17 November 2025

Revised: 9 December 2025

Accepted: 8 January 2026

Abstract

Type 2 diabetes mellitus is a global health challenge requiring effective and safe therapy. Kirinyuh leaf (*Chromolaena odorata* L.) was selected due to its flavonoid, phenolic, tannin, alkaloid, and saponin content, which show potential as antidiabetic agents and possess strong antioxidant activity. This study aimed to develop and evaluate the characteristics of a buccal film containing a nanoemulsion of kirinyuh leaf extract as an alternative antidiabetic drug delivery system. Extraction was carried out by maceration using 96% ethanol, which effectively extracts polar compounds such as flavonoids and provides optimal extract yield. The nanoemulsion was prepared by spontaneous emulsification, a simple, inexpensive method that produces stable nano-sized droplets quickly in aqueous media, making it suitable for drug delivery. Characterization included organoleptic, pH, globule size, polydispersity index, zeta potential, viscosity, thickness, weight uniformity, folding endurance, and surface pH. The best nanoemulsion showed a globule size of 22.06 nm, polydispersity index of 0.20, zeta potential of -7.30 mV, film pH of 6.63–7.0, thickness of 0.06–0.13 mm, and folding endurance over 300 times, indicating good stability and flexibility. Antidiabetic activity testing in mice showed a significant reduction in blood glucose levels, with effectiveness comparable to the positive control. The glucose reduction was supported by flavonoid content, which increases insulin secretion, glucose uptake in tissues, and tissue sensitivity to insulin. The buccal film formulation of Kirinyuh leaf nanoemulsion extract is a promising, effective, stable, and easy-to-use antidiabetic drug delivery system. Further potential applications include optimal dosage development and clinical trials to evaluate efficacy and safety in humans.

Keywords: antidiabetic, buccal film, kirinyuh leaf, nanoemulsion

Formulasi dan Karakterisasi Buccal Film Mengandung Nanoemulsi Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*.L) sebagai Antidiabetes

Abstrak

Diabetes mellitus tipe 2 menjadi tantangan kesehatan global yang membutuhkan terapi efektif dan aman. Daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) dipilih karena kandungan flavonoid, fenol, tanin, alkaloid, dan saponin yang berpotensi sebagai antidiabetes serta

memiliki aktivitas antioksidan kuat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi karakteristik buccal film yang mengandung nanoemulsi ekstrak daun kirinyuh sebagai alternatif penghantaran obat antidiabetes. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% karena pelarut ini efektif mengekstraksi senyawa polar seperti flavonoid dan memberikan rendemen ekstrak yang optimal. Nanoemulsi dibuat dengan metode emulsifikasi spontan karena metode ini sederhana, murah, dan menghasilkan ukuran droplet nano yang stabil serta cepat terbentuk dalam media air, sehingga cocok untuk sistem penghantaran obat. Evaluasi karakteristik meliputi organoleptik, pH, ukuran globul, indeks polidispersitas, zeta potensial, viskositas, ketebalan, keseragaman bobot, daya tahan lipat, dan pH permukaan. Hasil menunjukkan ukuran globul nanoemulsi terbaik 22,06 nm, indeks polidispersitas 0,20, zeta potensial -7,30 mV, serta pH film 6,63–7,0, ketebalan 0,06–0,13 mm, dan daya tahan lipat lebih dari 300 kali, menandakan stabilitas dan fleksibilitas yang baik. Uji aktivitas antidiabetes pada mencit menunjukkan penurunan kadar gula darah signifikan dengan efektivitas sebanding kontrol positif. Penurunan glukosa darah didukung oleh kandungan flavonoid yang meningkatkan sekresi insulin, pengambilan glukosa di jaringan, dan sensitivitas jaringan terhadap insulin. Formulasi *buccal film* nanoemulsi ekstrak daun kirinyuh berpotensi sebagai sistem penghantaran obat antidiabetes yang efektif, stabil, dan mudah digunakan. Potensi aplikasi lebih lanjut meliputi pengembangan dosis optimal dan uji klinis untuk evaluasi efektivitas dan keamanan pada manusia.

Kata kunci: antidiabetes, buccal film, daun kirinyuh, nanoemulsi

Pendahuluan

Secara global, diabetes melitus tipe 2 merupakan jenis diabetes yang paling sering dijumpai, dengan proporsi lebih dari 90% dari seluruh kasus diabetes di dunia. Di Indonesia, jumlah kematian akibat penyakit ini mencapai sekitar 236 ribu orang.¹ Selain beban mortalitas tersebut, tren kejadian diabetes di Indonesia juga masih menjadi perhatian. Berdasarkan survei nasional Indonesia tahun 2013–2023 melaporkan bahwa prevalensi diabetes pada populasi dewasa naik dari 10,7% (2013) menjadi 11,8% (2018), dan pada 2023 berada di 11,3%,² sehingga pengendalian kadar glukosa darah diperlukan. Namun, terapi farmakologis diabetes melitus tipe 2 masih memiliki keterbatasan contohnya metformin dapat menurunkan kadar vitamin B12 pada penggunaan jangka panjang, sementara obat lain seperti sulfonilurea berisiko menimbulkan hipoglikemia dan peningkatan berat badan. Kompleksitas pengobatan kronis juga dapat menurunkan kepatuhan, sehingga kontrol glikemik tidak selalu optimal. Oleh karena itu, penelitian mengenai alternatif/terapi pendukung berbasis bahan alam dengan profil keamanan lebih baik menjadi penting untuk dilakukan.³

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai agen antidiabetes ialah daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) yang kaya senyawa bioaktif, terutama flavonoid, dan dilaporkan memiliki aktivitas biologis yang relevan dengan pengendalian glukosa.³ Sebagai pembanding, tanaman lain seperti pare (*Momordica charantia*) juga banyak diteliti dan dilaporkan memiliki potensi antidiabetes melalui berbagai mekanisme metabolik.⁴ Namun, *Chromolaena odorata* diprioritaskan karena bukti eksperimental menunjukkan ekstrak kaya flavonoidnya dapat memodulasi parameter regulasi glukosa, termasuk peningkatan GLP-1 pada model hewan, sehingga memperkuat justifikasi pemilihannya dalam penelitian ini.³ Daun kirinyuh juga memiliki kemampuan menurunkan kadar glukosa darah (hiperglikemia) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang telah diinduksi menggunakan sukrosa. Namun, kandungan flavonoid dalam daun kirinyuh memiliki kelarutan yang rendah dalam air dan sifat yang kurang

stabil, sehingga dapat menurunkan bioavailabilitasnya di dalam tubuh. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan teknologi formulasi dalam bentuk nanoemulsi. Sistem ini meningkatkan luas permukaan partikel sehingga memperbesar kontak dengan pelarut dan membantu meningkatkan kelarutan flavonoid. Selain itu, nanoemulsi menunjukkan kestabilan kinetik yang tinggi karena ukuran dropletnya yang sangat kecil, berkisar antara 5 hingga 200 nm, serta mampu meningkatkan efektivitas terapi obat sekaligus mengurangi efek samping dan potensi toksisitas.⁵

Buccal film merupakan bentuk sediaan obat tipis, fleksibel, dan diaplikasikan melalui mukosa bukal yang memiliki daya serap tinggi serta mampu menghindari efek *first pass metabolism* di hati, karena obat diserap langsung ke dalam sirkulasi sistemik melalui vena jugularis. Mekanisme ini memungkinkan terjadinya *onset* kerja yang lebih cepat serta peningkatan efektivitas terapi antidiabetes. Selain itu, formulasi *buccal film* dirancang untuk melepaskan obat secara stabil dan terkontrol, sehingga membantu mempertahankan kestabilan kadar glukosa darah pada penderita diabetes.⁶ Sediaan *buccal film* diharapkan dapat mempermudah penggunaan obat bagi pasien yang mengalami kesulitan menelan, terutama pada kelompok usia anak-anak (pediatri) dan lanjut usia (geriatri). Selain itu, bentuk sediaan ini berpotensi meningkatkan bioavailabilitas obat serta membantu mempertahankan kadar obat dalam darah agar tetap stabil dalam jangka waktu lebih panjang.

Metode

Alat

Timbangan Analitik (Ohaus PX223), Mesh No. 40 (Green-Pharmacy), Oven (Mettler UN 55), Tanur (B-One), Rotary Evaporator (IKA RV 10), Waterbath (B-One), Orbital Shaker (KJ-201BD), Magnetic Stirrer (IKA C-MagHs7), Sonikator, Zeta sizer (Malvern), Cawan Petri, Mikrometer Sekrup, Scalpel (Pyrex) dan alat gelas lainnya

Bahan

Daun Kirinyuh di dapat dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO), Etanol 96%, Kloroform, *Sunflower Oil*, Cremophor, PEG 400, HPMC K15M, Tween 80, Na-CMC, Aqua deionisata

Prosedur

Ekstraksi

Daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) dicuci, dikeringkan pada 40°C, lalu digiling dan diayak (mesh 40) hingga menjadi serbuk homogen. Sebelum maserasi, serbuk dapat disortasi/penyaringan awal untuk mengurangi pengotor.³ Ekstraksi dilakukan dengan maserasi menggunakan etanol 96% dengan rasio bahan:pelarut 1:10 b/v selama 3×24 jam dengan pengadukan berkala. Filtrat kemudian disaring dan dapat dilakukan filtrasi ulang agar lebih jernih sebelum diuapkan memakai *rotary evaporator* dan dipisahkan dengan waterbath hingga diperoleh ekstrak kental.³

Skrining Fitokimia

Pengujian skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui golongan senyawa dalam ekstrak daun kirinyuh, seperti alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, dan saponin. Flavonoid dan alkaloid relevan terhadap efek antidiabetes karena dapat berperan dalam regulasi glukosa, misalnya melalui dukungan aktivitas antioksidan, peningkatan sensitivitas insulin, serta pengaruh pada enzim/metabolisme karbohidrat. Sementara itu, terpenoid, steroid, dan saponin juga dapat mendukung efek antidiabetes lewat aktivitas

antioksidan–antiinflamasi dan potensi penghambatan pencernaan/penyerapan karbohidrat, sehingga bersama-sama berkontribusi pada kontrol kadar gula darah.³

Evaluasi Karakteristik Ekstrak

Parameter kualitas ekstrak dipilih berdasarkan relevansinya terhadap stabilitas, kelarutan, dan bioavailabilitas senyawa aktif dalam sistem penghantaran obat nanoemulsi, sehingga turut menentukan efektivitas dan keamanan sediaan yang dikembangkan.³

Formulasi Nanoemulsi

Tabel 1. Formula Nanoemulsi Ekstrak Daun Kirinyuh

Komposisi	Fungsi	F1	F2	F3
Ekstrak Daun Kirinyuh (mg)	Zat Aktif	10	20	30
<i>Sunflower oil</i> (gram)	Fase Minyak	1	1	1
Cremophor (gram)	Surfaktan	8	8	8
PEG 400 (gram)	Ko-Surfaktan	1	1	1
Aqua deionisata	Pelarut	ad 20 gram		

Nanoemulsi ekstrak daun kirinyuh dibuat dengan metode emulsifikasi spontan menggunakan minyak bunga matahari, Cremophor, dan PEG 400 yang diaduk dengan *magnetic stirrer*. Ekstrak ditambahkan secara bertahap, diaduk selama 10 menit, lalu disonikasi 1 jam. Aqua deionisata ditambahkan dan diaduk kembali selama 5 menit.⁵ Pengendalian suhu dan laju penambahan ekstrak dalam proses ini sangat penting untuk memastikan ukuran part Chremophor ikel yang seragam dan stabilitas nanoemulsi, sehingga mendukung efektivitas sistem penghantaran obat.⁷

Evaluasi Nanoemulsi

Evaluasi nanoemulsi meliputi organoleptik, pH, ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan zeta potensial. Organoleptik dinilai secara visual melalui warna, kejernihan, dan bau. Pengukuran pH dilakukan dengan melarutkan 1 gram sampel dalam 5 mL akuadeion, lalu diukur menggunakan pH meter. Ukuran globul, indeks polidispersitas dan zeta potensial dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA).⁸

Ukuran partikel nanoemulsi berkisar 10–200 nm, yang mendukung stabilitas dan penetrasi obat dalam sistem penghantaran. Indeks polidispersitas (PDI) kurang dari 0,3 menunjukkan distribusi ukuran partikel yang seragam, menggambarkan stabilitas formulasi nanoemulsi. Nilai zeta potensial lebih dari ± 30 mV menandakan stabilitas elektrostatis yang baik, sehingga mencegah agregasi partikel dan memperpanjang umur simpan nanoemulsi.⁷

Formulasi *Buccal Film*

Tabel 2. Formula *Buccal Film* Mengandung Nanoemulsi Ekstrak Daun Kirinyuh

Komposisi	F1	F2	F3	Blanko
Nanoemulsi Ekstrak Daun Kirinyuh (%)	2	3	4	-
HPMC K15M (%b/v)	0,33	0,33	0,33	0,33
Na CMC (%)	0,66	0,66	0,66	0,66
Tween 80 (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
PEG 400 (%)	0,05	0,05	0,05	0,05
Aqua deionisata	100	100	100	100

HPMC K15M dilarutkan dalam aqua deionisata menggunakan *magnetic stirrer* di dalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan Na CMC. Setelah tercampur, nanoemulsi ekstrak daun kirinyuh dimasukkan, diikuti dengan penambahan tween 80 sebagai peningkat penetrasi dan PEG 400 sebagai *plasticizer*, lalu diaduk hingga homogen. Sisa aqua deionisata ditambahkan dan diaduk kembali. Campuran dituangkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam hingga terbentuk film, kemudian dipotong menjadi ukuran 3×3 cm².⁹

Pengeringan pada suhu 50°C selama 24 jam dipilih untuk memperoleh film dengan kekuatan dan fleksibilitas optimal, serta menghindari keretakan akibat penguapan air yang tidak merata. Kondisi pengeringan ini memengaruhi karakteristik fisik film, seperti kekuatan tarik dan swelling, serta mendukung stabilitas formulasi.¹⁰

Evaluasi *Buccal Film*

Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati sifat visual, meliputi warna, kejernihan, serta aroma campuran basah dan *buccal film* yang dihasilkan.⁹

Viskositas Campuran Basah

Viskositas diukur untuk melihat sifat reologi atau kemampuan penuangan menggunakan viskometer Brookfield.⁹

pH

Uji pH dilakukan dengan melarutkan 1 gram campuran basah dalam 5 mL akuadeion dan mengukurnya menggunakan pH meter. Nilai pH saliva di rongga mulut berkisar antara 5,6 hingga 7,4. Pengujian pH permukaan dilakukan dengan merendam film dalam larutan dapar fosfat selama 1 jam untuk mengevaluasi kompatibilitas pH film dengan mukosa bukal. Nilai pH yang sesuai dengan pH normal rongga mulut (5,6–7,4) menunjukkan bahwa film tidak akan menimbulkan iritasi dan memberikan kenyamanan bagi pasien, serta mendukung stabilitas sediaan dalam lingkungan mukosa bukal.⁹

Keseragaman Ukuran Film

Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer sekrup terhadap tiga *buccal film* dan hasil yang diperoleh dihitung rata-rata.⁹

Keseragaman Bobot Film

Film dipotong dengan ukuran 3x3 cm² dan kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik.

Daya Tahan Lipat

Pengujian ketahanan lipat dilakukan secara manual dengan melipat film berulang kali pada titik yang sama hingga mencapai 300 kali lipatan.⁶

pH Permukaan

Pengujian pH film dilakukan dengan merendam film dalam 20 mL larutan dapar fosfat pH 6,8 di cawan petri selama 1 jam pada suhu kamar,¹¹ Nilai pH bukal berada pada kisaran 5,6-7.⁹

Uji Aktivitas Sediaan Buccal Film Sebagai Antidiabetes

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit putih jantan (*Mus musculus*) dengan izin etik yang telah dipenuhi. Mencit dibagi menjadi enam kelompok: kelompok normal (KN), kontrol negatif (K-), kontrol positif (glibenklamid), dan tiga kelompok perlakuan dengan dosis sediaan yang berbeda. Mencit diadaptasi selama 7 hari, lalu kadar gula darah awal diukur setelah puasa 8 jam, dengan kisaran normal 71–124 mg/dL.¹² Induksi diabetes dilakukan dengan aloksan 168 mg/kgBB secara intramuskular, dan efek hiperglikemik diamati pada hari ketiga. Setelah induksi, mencit diberi larutan glukosa 5% selama satu hari. Mencit dengan kadar gula darah di atas 140 mg/dL setelah induksi dikategorikan diabetes. Selanjutnya, perlakuan sesuai kelompok diberikan selama 14 hari, dengan pengukuran kadar gula darah menggunakan glukometer.

Hasil

Tabel 3. Hasil Karakterisasi Ekstrak Daun Kirinyuh

No.	Karakteristik Ekstrak	Hasil
1	Organoleptik	Hijau tua, bau khas dan rasa pahit
2	Rendemen	26.75%
3	Kadar Abu	4,75% ± 1,52
4	Kadar Air	4%
5	Kadar sari larut etanol	42,87% ± 8,54
6	Kadar sari larut air	25,25% ± 0,86
7	Susut pengeringan	4,75% ± 1,52

Tabel 4. Hasil Skrining Fitokimia

No.	Parameter	Hasil
1	Alkaloid	(-)
2	Fenolik	(+)
3	Flavonoid	(+)
4	Saponin	(+)
5	Tanin	(-)
6	Steroid	(+)
7	Terpenoid	(-)



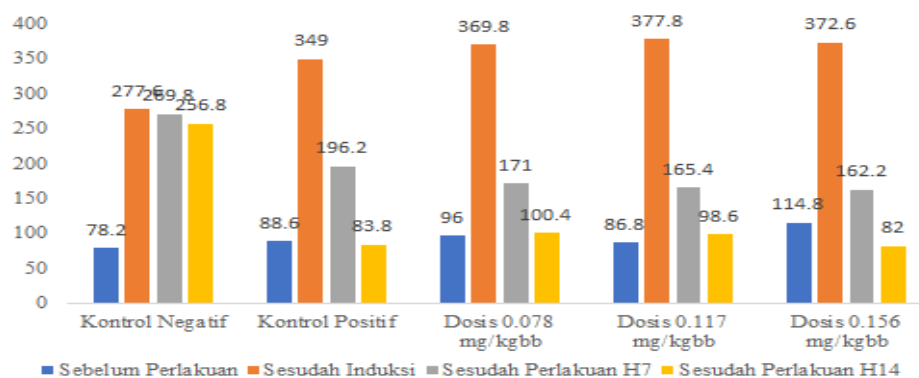
Gambar 1. Formulasi nanoemulsi

Tabel 5. Hasil Evaluasi Nanoemulsi

	Ukuran Globul (nm)	Zeta Potensial (mV)	Indeks Polidispersitas	pH
Formula 1	24,61 ± 0,73	-7,3 ± 0,50	0,29 ± 0,029	5,33 ± 0,08
Formula 2	22,06 ± 0,06	-7,30 ± 0,53	0,20 ± 0,041	5,13 ± 0,13
Formula 3	22,13 ± 0,006	-7,30 ± 0,87	0,21 ± 0,008	5,06 ± 0,00

Tabel 6. Hasil Evaluasi *Buccal Film*

Parameter	Formula			
	F1	F2	F3	Blanko
Viskositas	291,3 ± 14,74	256 ± 13,85	166 ± 0,0	138,3 ± 0,57735
pH	6,62 ± 0,01	6,73 ± 0,005	6,86 ± 0,00	7,08 ± 0,103
Keseragaman	0,0788 ±	0,0866 ±	0,1333 ± 0,01	0,0666 ± 0,0087
Tebal	0,0050	0,0057		
Daya Tahan Lipat	> 300	> 300	> 300	> 300
Keseragaman Bobot	57,67 ± 0,1527	82,3 ± 0,230	100,9 ± 0,115	54,73 ± 0,1527
pH Permukaan	6,85 ± 0,0066	6,76 ± 0,023	6,63 ± 0,005	7,0 ± 0,0



Gambar 2. Grafik peningkatan dan penurunan kadar gula darah puasa

Pembahasan

Ekstraksi daun kirinyuh dilakukan menggunakan metode maserasi selama 3x24 jam. Ekstrak yang diperoleh sebanyak 160,52 gram, dengan hasil rendemen sebesar 26,75%. Hasil rendemen berkaitan dengan kandungan senyawa aktif dalam suatu sampel; semakin besar rendemen yang diperoleh, semakin banyak senyawa aktif yang terkandung. Rendemen tinggi menunjukkan konsentrasi senyawa aktif dalam sampel tersebut juga tinggi.³

Faktor-faktor seperti waktu dan suhu ekstraksi memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil rendemen. Ekstraksi pada suhu tinggi dan waktu yang lebih lama umumnya dapat meningkatkan jumlah senyawa aktif yang diekstrak, sehingga menghasilkan rendemen yang lebih tinggi. Namun, suhu ekstraksi yang terlalu tinggi atau waktu ekstraksi yang terlalu lama berpotensi menyebabkan degradasi senyawa aktif, sehingga diperlukan optimasi kondisi ekstraksi untuk memperoleh rendemen optimal tanpa mengurangi kualitas senyawa aktif dalam ekstrak. Uji organoleptik ekstrak daun kirinyuh berwarna hijau dan memiliki bau khas. Kadar abu total pada ekstrak yaitu sebesar 4,75%. Kadar abu total pada ekstrak etanol daun kirinyuh sebesar 4,75%, sedangkan kadar airnya 4%, keduanya memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu kadar abu tidak lebih dari 8% dan kadar air tidak lebih dari 10%. Kadar sari larut etanol yang diperoleh adalah 42,87%, lebih dari standar FHI yang mensyaratkan nilai lebih dari 8%, sehingga ekstrak ini layak digunakan sebagai bahan baku obat tradisional.¹³

Kadar abu dan kadar air yang sesuai dengan standar sangat penting untuk menjaga stabilitas dan efektivitas ekstrak dalam formulasi obat tradisional. Kadar abu yang rendah menunjukkan minimnya cemaran logam berat, sehingga ekstrak lebih aman digunakan dan tidak memengaruhi stabilitas sediaan. Kadar air yang rendah mendukung stabilitas fisik ekstrak, mencegah pertumbuhan mikroorganisme, serta memperpanjang umur simpan ekstrak dan sediaan obat tradisional yang dihasilkan.¹⁴

Kadar sari larut air ekstrak sebesar 25,25% dan susut pengeringan 4,75% memenuhi standar FHI, mendukung stabilitas dan keamanan ekstrak. Skrining fitokimia menunjukkan kandungan flavonoid, senyawa fenolik, saponin, dan steroid. Keempat metabolit sekunder tersebut berkontribusi terhadap aktivitas antidiabetes melalui peningkatan antioksidan, modulasi insulin, dan penghambatan enzim pencernaan karbohidrat, serta perbaikan profil metabolik.¹⁵

Uji organoleptik nanoemulsi pada 3 formula menghasilkan warna kuning transparan, tidak berbau, dan jernih dengan nilai pH berkisar antara 5,06 – 5,33 yang tercantum pada Tabel 6, hal ini memenuhi rentang pH sediaan nanoemulsi yaitu pada pH rentang 5-7.¹⁶

Berdasarkan hasil uji ukuran globul nanoemulsi memiliki ukuran berkisar 22,06 hingga 24,61 nm seperti yang tercantum pada Tabel 6 persyaratan ukuran globul nanoemulsi adalah <100 nm.⁶ Minyak dan surfaktan membentuk sistem stabil yang membantu memperkecil ukuran globul dalam nanoemulsi. Penggunaan surfaktan dan ko-surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan, sehingga menghasilkan partikel berukuran kecil.⁵ Ukuran partikel nanoemulsi yang kecil meningkatkan luas permukaan, mempercepat penyerapan obat, dan memperbaiki distribusi obat ke jaringan target. Hal ini berdampak pada peningkatan bioavailabilitas dan efektivitas terapeutik dari obat yang diformulasi dalam nanoemulsi.⁷

Pengujian ketebalan dan berat *buccal film* nanoemulsi berkaitan erat dengan keakuratan dosis zat aktif dalam film tersebut. Hasil penentuan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktif, semakin besar pula kadar zat aktif yang terkandung. Ketebalan film yang diperoleh berkisar 0,06–0,133 mm, memenuhi kriteria ketebalan film bukal ideal, yaitu 0,05–1 mm.¹⁷ Konsentrasi zat aktif dalam film bukal memengaruhi ketebalan serta sifat mekanik lainnya, seperti kekuatan tarik dan elastisitas. Konsentrasi yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan film, namun berpotensi mengurangi fleksibilitas dan kenyamanan penggunaan. Dengan demikian, optimasi konsentrasi zat

aktif sangat penting untuk memperoleh film dengan ketebalan, kekuatan, dan fleksibilitas yang sesuai standar sediaan farmasi.¹⁸

Pengukuran zeta potensial menunjukkan stabilitas fisik nanoemulsi, di mana globul yang terdispersi saling menolak karena muatan sejenis saat berada berdekatan.¹⁹ Berdasarkan hasil pengukuran, nilai potensial zeta nanoemulsi yang tercantum dalam tabel 6 berada dalam rentang (-7,0) mV - (-7,3) mV (mendekati 0), Nilai potensial zeta yang lebih besar dari +20 mV atau kurang dari -20 mV menunjukkan stabilitas sterik, yang didukung oleh rantai polimer surfaktan non-ionik dalam misel.¹⁹

Uji organoleptik campuran basah dan *buccal film* terhadap 3 Formula menghasilkan warna kuning transparan, tidak berbau, dan bening, sedangkan blanko transparan, tidak berbau, dan bening.

Pengujian viskositas *buccal film* bertujuan untuk menentukan viskositas campuran basah karena viskositas yang dihasilkan berkaitan dengan sifat reologi atau kemampuan kemudahan penuangan. Semua formula yang dihasilkan menghasilkan kemudahan dalam penuangan ke dalam cetakan. Kemudian, pH campuran basah yang dihasilkan sesuai, yaitu 6,62 – 7,08 yang tercantum pada tabel 7 termasuk pH saliva oral berkisar antara 5,6 - 7,4.⁹

Pengujian ketebalan dan berat film bukal nanoemulsi berkaitan langsung dengan keakuratan dosis zat aktif dalam film tersebut. Hasil penentuan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktif yang digunakan, semakin besar pula kadar zat aktif yang terkandung. Ketebalan film yang diperoleh berkisar 0,06–0,133 mm, memenuhi standar ketebalan film bukal yang ideal, yaitu 0,05–1 mm.¹¹ Konsentrasi zat aktif dalam film bukal memengaruhi tidak hanya ketebalan, tetapi juga sifat mekanik lainnya seperti kekuatan tarik dan elastisitas. Konsentrasi yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan film, namun berpotensi mengurangi fleksibilitas dan kenyamanan penggunaan. Oleh karena itu, optimasi konsentrasi zat aktif sangat penting untuk mendapatkan film dengan ketebalan, kekuatan, dan fleksibilitas yang sesuai standar sediaan farmasi.¹⁸

Uji ketahanan lipat dilakukan untuk mengetahui fleksibilitas film yang menunjukkan bahwa film yang dihasilkan menunjukkan ketahanan lipat lebih dari 300 kali lipat sebagaimana tercantum pada Tabel 7. Dengan demikian, *buccal film* yang dihasilkan memenuhi persyaratan yaitu memiliki ketahanan lipat >300 kali lipat.⁶

Uji pH permukaan bertujuan untuk memastikan film yang dihasilkan memiliki pH yang sesuai dengan mukosa bukal. Nilai pH permukaan film bukal berkisar antara 6,63–7,0, yang memenuhi persyaratan karena film dengan pH asam atau basa yang terlalu tinggi dapat menyebabkan iritasi atau kerusakan pada membran mukosa mulut serta menimbulkan ketidaknyamanan bagi pasien.²⁰ pH permukaan film bukal dapat memengaruhi interaksi jangka panjang dengan mukosa, di mana pH yang mendekati netral mendukung kenyamanan dan mencegah iritasi kronis. Selain itu, pH film juga dapat memengaruhi laju pelepasan obat dari film, karena perubahan pH dapat memodulasi kelarutan dan stabilitas zat aktif, sehingga berdampak pada efektivitas terapeutik dan stabilitas sediaan selama penggunaan.¹⁸

Sebanyak 25 ekor mencit dibagi menjadi lima kelompok: kontrol positif, kontrol negatif, dan tiga kelompok dosis uji (F1, F2, F3). Pemeriksaan kadar gula darah dilakukan menggunakan glukometer karena praktis dan mudah digunakan. Penurunan kadar gula darah tertinggi terjadi pada kelompok F3 dengan pemberian *buccal film* nanoemulsi ekstrak etanol daun kirinyuh dosis 0,156 mg/kgbb, yaitu sebesar 82 mg/dL, meskipun tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibanding kontrol positif ($p>0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kirinyuh dapat menurunkan kadar gula darah pada mencit, dengan efektivitas yang sebanding dengan tablet glibenclamide. Penurunan glukosa darah didukung oleh kandungan flavonoid yang mampu meningkatkan sekresi insulin, pengambilan glukosa di jaringan, dan sensitivitas jaringan terhadap insulin.³

Kesimpulan

Formula terbaik diperoleh pada F3 dengan konsentrasi nanoemulsi 4%, ditandai oleh ukuran globul kecil (22,13 nm), indeks polidispersitas rendah (0,21), dan zeta potensial $-7,30$ mV, yang menunjukkan stabilitas fisik dan peningkatan bioavailabilitas senyawa aktif. Ukuran globul kecil serta indeks polidispersitas rendah mendukung penetrasi ke jaringan dan efektivitas terapeutik, sementara zeta potensial yang stabil mencegah agregasi partikel. Buccal film F3 memiliki pH sesuai mukosa bukal, ketebalan seragam, dan daya tahan lipat lebih dari 300 kali. Formula ini stabil dan berpotensi meningkatkan kelarutan serta bioavailabilitas senyawa flavonoid aktif, mendukung efektivitas sebagai sistem penghantaran obat antidiabetes melitus tipe 2.

Daftar Pustaka

1. International diabetic federation diabetes atlas 10th edition. 10th ed. International Diabetes Federation (IDF); 2021.
2. Muharram FR, Swannjo JB, Melbiarta RR, Martini S. Trends of diabetes and pre-diabetes in Indonesia 2013–2023: a serial analysis of national health surveys. *BMJ Open*. 2025;15(9):1–11.
3. Wunu HU, Beama CA, Rame MMT. Pengaruh pemberian ekstrak etanol 70% daun kirinyuh (*Cromolaena Odorata* L.) terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus putih (*Rattus Norvegicus*) galur wistar yang diinduksi sukrosa. *CHMK Pharm Sci J*. 2019;2(2):62–72.
4. Bonita Wowor K, Bodhi W, Datu OS, L Windah AL. Antidiabetic activity test of bitter gourd extract as inhibitor of α glucosidase enzyme by in silico. *PHARMACON*. 2022;11(4):1754–62.
5. Ponto T, Latter G, Luna G, Leite-Silva VR, Wright A, Benson HAE. Novel self-nano-emulsifying drug delivery systems containing astaxanthin for topical skin delivery. *Pharmaceutics*. 2021;13(5):1–16.
6. Mairi DS, Wulan I, Handayani L. Formulasi dan karakterisasi buccal film salbutamol sulfat. *Pharmauho J Farm Sains, dan Kesehat*. 2018;4(1):57–59.
7. Redhita LA, Beandrade MU, Putri IK, Anindita R. Formulasi dan evaluasi nanoemulsi ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dengan variasi konsentrasi tween 80. *J Mitra Kesehat*. 2022;4(2):80–91.
8. Widyastuti AI, Saryanti D. Formulasi dan evaluasi sediaan nanoemulsi ekstrak umbi bawang putih (*Allium sativum* L.). *J Sains dan Kesehat*. 2023;5(2):178–185.
9. Abdalmalk A, Rajarajan S, Abin B, Rao V. A review articles on mucoadhesive buccal films: a promising approach for enhanced drug delivery. *Int J Pharm Sci Res*. 2024;15(6):1661–72.
10. Galus S, Karwacka M, Ciurzyńska A, Janowicz M. Effect of drying conditions and jojoba oil incorporation on the selected physical properties of hydrogel whey protein-based edible films. *Gels*. 2024;10(5):340.
11. Sahara Y, Rahmat SD, Rahmawati SR, Firmansyah A, Sundalian M. Penentuan kelarutan kurkumin dalam delapan pelarut organik guna pengembangan sediaan farmasi berbahan dasar kurkumin menggunakan spektrofotometri visible dan gravimetri. *J Sains dan Teknol Farm Indones*. 2023;12(2):114–25.
12. Sukmawati Tansil Tan, Alexander Halim Santoso, Giovanni Sebastian Yogie, Dean Ascha Wijaya, Fernando Nathaniel, Anggita Tamaro. Edukasi Kesehatan Kulit pada Remaja di Sekolah Kalam Kudus II Jakarta. *Karunia Jurnal Has Pengabdian Masyarakat*. 2023;2(4):179–85.
13. Kemenkes. Farmakope herbal Indonesia edisi II 2017. Edisi II. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2017.
14. Sambode YC, Simbala HEI, Rumondor EM. Penentuan skrining fitokimia, parameter spesifik dan non spesifik ekstrak umbi bawang hutan (*Eleutherine Americana* Merr)

- determination of phytochemical screening, specific and non-specific parameters forest onion bulb extract (*Eleutherine Americana* Merr). *J Pharmacon*. 2022;11(2):1389–94.
15. Maryam F, Taebe B, Toding DP. Pengukuran parameter spesifik dan non spesifik ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata* J.R & G.Forst). *J Mandala Pharmacon Indones*. 2020;6(1):1–12.
 16. Pratiwi TB, Nurbaeti SN, Ropiqa M, Fajriaty I, Nugraha F, Kurniawan H. Uji sifat fisik pH dan viskositas pada emulsi ekstrak bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm. F.). *Indones J Pharm Educ*. 2023;3(2):226–34.
 17. Destiyana OY, Hajrah, Rijai L. Formulasi nanoemulsi kombinasi ekstrak bunga mawar (*Rosa damascena* Mill.) dan ekstrak umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) menggunakan minyak pembawa virgin coconut oil (VCO). *Proceeding Mulawarman Pharm Conf*. 2018;8:254–259.
 18. de Carvalho ACW, Paiva NF, Demonari IK, Duarte MPF, do Couto RO, de Freitas O, et al. The potential of films as transmucosal drug delivery systems. *Pharmaceutics*. 2023;15(11):1–28.
 19. Maharini M, Rismarika R, Yusnelti Y. Pengaruh konsentrasi PEG 400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. *CHEMPUBLISH J*. 2020;5(1):1–14.
 20. Putri AN, Fitriah R. Formulation and optimization of bisoprolol fumarate orally fast dissolving film with combination of HPMC E15 and maltodextrin as matrix polymers. *Indones J Pharm Sci Technol J Homepage*. 2019;1(1):42–51.