



PENGEMBANGAN FORMULASI NANOEMULGEL EKSTRAK KULIT NANAS (*ANANAS COMOSUS (L) MERR*) DENGAN KARBOPOL 940 DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI TERHADAP *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

FORMULATION DEVELOPMENT OF NANOEMULGEL FROM PINEAPPLE PEEL EXTRACT (*ANANAS COMOSUS (L) MERR*) USING CARBOPOL 940 AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST AGAINST *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Ferdy Firmansyah, Nur Annisa, Benni Iskandar*
Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Pekanbaru, Indonesia

ABSTRAK

Pendahuluan: Tingginya produksi buah nanas di Riau menghasilkan bagian kulit yang tidak memiliki nilai komersil. Kulit buah nanas (*Ananas comosus (L) Merr*) diketahui memiliki metabolit sekunder yang digunakan sebagai antibakteri yaitu flavonoid dan fenolik. **Tujuan:** Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu bertujuan untuk memformulasikan nanoemulgel menggunakan ekstrak etanol kulit nanas dengan variasi karbopol 940 sebagai *gelling agent* terhadap sifat fisik dan daya hambat terhadap bakteri *S. aureus*. **Metode:** Nanoemulsi diinkorporasikan ke dalam basis gel karbopol 940 (0,5g, 1g, 1,5g) dan dilakukan evaluasi. Evaluasi meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas, zeta potensial, organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, viskositas, uji stabilitas *freeze and thaw*, serta uji aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus*. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan uji statistik *One Way ANOVA*. **Hasil:** Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa formulasi nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas dengan FI, FII dan FIII memiliki stabilitas fisik yang baik pada organoleptis, homogenitas, stabilitas *freeze and thaw*, dan memperoleh nilai rata-rata ukuran partikel $61,46 \pm 0,37$, $52,43 \pm 0,46$, $49,73 \pm 0,83$, indeks polidispersitas $0,57 \pm 0,01$, $0,56 \pm 0,02$, $0,43 \pm 0,04$ dan zeta potensial $-56,1 \pm 0,65$, $-55,86 \pm 0,61$, $-62,56 \pm 0,32$. Semakin meningkat konsentrasi karbopol maka dapat meningkatkan viskositas, zeta potensial dan aktivitas antibakteri serta menurunkan pH, daya sebar, ukuran partikel dan indeks polidispersitas. **Kesimpulan:** Berdasarkan analisis *One way ANOVA* terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antar formula terhadap diameter zona hambat bakteri. Didapatkan hasil bahwa FIII memiliki daya hambat bakteri yang paling besar dibandingkan FI dan FII dengan daya hambat yaitu $18,90 \pm 0,50$ mm kategori sedang.

Kata kunci: Ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus (L) merr*), karbopol 940, nanoemulgel, *S. Aureus*

ABSTRACT:

Background: The abundant pineapple production in Riau generates a significant amount of peel, which lacks commercial value. However, pineapple peel (*Ananas comosus (L.) Merr*) contains secondary metabolites, such as flavonoids and phenolics, that exhibit antibacterial properties. **Objective:** This study aims to develop a nanoemulgel formulation using ethanol extract of pineapple peel, with variations of Carbopol 940 as a *gelling agent*, to evaluate its effects on physical properties and its inhibitory activity against *Staphylococcus aureus* bacteria. **Method:** The nanoemulsion was incorporated into a Carbopol 940 gel base at concentrations of 0.5 g, 1 g, and 1.5 g and subsequently evaluated. The evaluation parameters included particle size, polydispersity index, zeta potential, organoleptic characteristics, homogeneity, pH, spreadability, viscosity, freeze-thaw stability, and antibacterial activity test. Data analysis was performed descriptively and using the *One-Way ANOVA* statistical test. **Result:** Based on the research conducted, it can be concluded that the nanoemulgel formulation of ethanol extract from pineapple peel (FI, FII, and FIII) demonstrated good physical stability in terms of organoleptic properties, homogeneity, freeze-thaw stability, and antibacterial activity. The formulations exhibited an average particle size of 61.46 ± 0.37 nm, 52.43 ± 0.46 nm, and 49.73 ± 0.83 nm, with polydispersity index values of 0.57 ± 0.01 , 0.56 ± 0.02 , and 0.43 ± 0.04 , and zeta potential values of -56.1 ± 0.65 mV, -55.86 ± 0.61 mV, and -62.56 ± 0.32 mV. An increase in Carbopol concentration led to a rise in viscosity, zeta potential, and antibacterial activity, while it resulted in a decrease in pH, spreadability, particle size, and polydispersity index. **Conclusion:** Based on the *One-Way ANOVA* analysis, there was a significant difference ($p < 0.05$) between the formulations in terms of the bacterial inhibition zone diameter. Among the formulations, FIII exhibited the highest antibacterial activity, with an inhibition zone diameter of 18.90 ± 0.50 mm, classified as a medium category inhibition, compared to FI and FII.

Keywords: Pineapple peel ethanol extract (*Ananas comosus (L) merr*), carbopol 940, nanoemulgel, *S. aureus*.

Alamat Korespondensi: Benni Iskandar; Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Jalan Kamboja, Simpang Baru Panam, Pekanbaru-Riau. 085271776535

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan penghasil buah nanas yang cukup besar yaitu telah memproduksi tanaman nanas 354.878,00 ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021), salah satu daerah penghasil nanas di Riau adalah Kabupaten Kampar Kecamatan Tambang (1). Nanas mempunyai bagian yang tidak dimanfaatkan seperti kulit buah. Kulit buah nanas memiliki tekstur yang tidak rata dan berduri kecil pada permukaan luarnya. Kulit nanas memiliki kandungan seperti flavonoid, tannin, bromelain dan saponin (1, 2).

Ekstrak kulit nanas memiliki diameter zona hambat 11,22 mm, 20,50 mm, 40,98 mm dengan konsentrasi 5% kategori lemah, 15% dan 25% kategori kuat. Pada formulasi serum gel ekstrak etanol kulit buah nanas terhadap *S. aureus* penyebab jerawat, memiliki daya hambat pertumbuhan *S. aureus* yang terbesar adalah 21,3 mm dengan kategori daya hambat kuat.

Bakteri *S. aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab penyumbatan pada kulit yang menimbulkan peradangan dan menyebabkan timbulnya jerawat (3). Berdasarkan khasiat dari ekstrak kulit nanas yang memiliki aktivitas antibakteri, untuk memudahkan

dalam penggunaannya maka diformulasikan bentuk sediaan yang bekerja pada permukaan kulit yaitu nanoemulgel. Nanoemulgel merupakan kombinasi dari nanoemulsi dan Nanoemulgel adalah sistem nanoemulsi yang dapat berbentuk tipe air dalam minyak (A/M) atau minyak dalam air (M/A), yang kemudian dikonversi menjadi bentuk gel melalui penambahan agen pengental (*gelling agent*) (4). Keunggulan dari nanoemulgel yaitu mudah menyebar, tidak meninggalkan bekas, larut dalam air, waktu simpan lebih lama, dan memudahkan dalam penggunaan obat karena penghantaran secara transdermal lebih nyaman dan praktis dibandingkan rute pemberian obat lainnya. Formulasi sediaan nanoemulgel telah banyak dilakukan oleh peneliti seperti formulasi nanoemulgel serbuk lidah buaya (*Aloe vera* L) (5, 6). Ekstrak etanol kulit buah nanas juga diformulasikan pada sediaan serum gel anti jerawat.

Komponen dari nanoemulsi yang digunakan yaitu *virgin coconut oil* (VCO) sebagai fase minyak, Tween 80 sebagai surfaktan dan *Ethoxydiglycol* sebagai kosurfaktan. Optimasi formula yang digunakan yaitu perbandingan air, minyak dan perbandingan smix

(surfaktan dan kosurfaktan) untuk menghasilkan sediaan yang jernih (7, 8). Penambahan fase minyak diawal hingga penambahan air diakhir sediaan nanoemulsi yang jernih (9). Surfaktan digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan dan kosurfaktan digunakan untuk membantu surfaktan dalam menurunkan tegangan permukaan (10, 11).

Uraian diatas membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk memformulasikan nanoemulgel menggunakan ekstrak etanol kulit nanas dengan karbopol 940 sebagai *gelling agent* terhadap sifat fisik dan aktivitas antibakteri nanoemulgel yang dihasilkan terhadap bakteri *S. aureus*. Adapun dasar pemilihan karbopol 940 pada formulasi nanoemulgel karena kemampuannya dalam membentuk gel dengan viskositas tinggi, stabilitas yang baik, serta kompatibilitas dengan berbagai bahan aktif dan eksipien. Variasi konsentrasi Karbopol 940 dilakukan untuk mengeksplorasi pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan stabilitas nanoemulgel, termasuk viskositas, daya sebar, dan kestabilan sistem. Optimalisasi konsentrasi Karbopol 940 diperlukan agar diperoleh formulasi

yang memiliki tekstur yang sesuai, tidak terlalu cair atau terlalu kental, serta dapat meningkatkan efektivitas penghantaran zat aktif dari ekstrak kulit nanas (10).

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan formulasi berbasis teknologi yang menggunakan ekstrak kulit buah nanas. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi gelling agent terhadap terhadap *S. aureus*.

METODE PENELITIAN

BAHAN

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan desember tahun 2023 hingga juni tahun 2024. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) (Desa Rimbo Panjang, Kecamatan Tambang, Provinsi Riau). Etanol 96% (Bratachem), bakteri *S. aureus* (ATCC®12600) (UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Pekanbaru), *Virgin Coconut Oil* (VCO) (CV. Eteris nusantara), Tween 80 (micro master), *Ethoxydiglycol* (making cosmetics), Karbopol 940 (Corel Pharma Chem), Trietanolamin (Sigma-Aldrich), Metil Paraben (Med Chem Express) dan *aquadest*.

ALAT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Timbangan analitik (Shimadzu® ATX224), oven (Memmert®), lemari pendingin, pH meter (Ohaus® ST300), *Hot Plate* (Thermo®), *Magnetic Stirrer* (Daihan® MSH-20D), Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV Spechtophotometer, UV1800), timbangan analitik (Shimadzu® SP-UV 300SRB), *Particle Size Analyzer* (HORIBA SZ-100), *Micropipette* (Thermo scientific dan Finnpipette), kertas Whatman 0,45, autoklaf (GEA® YXQG-01), inkubator (Memmert®), perforator, jangka sorong (Pyrex), seperangkat alat gelas (Pyrex), jangka sorong (Tricle brand®), *laminar air flow* (LAF).

Ekstraksi Kulit Nanas

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Sebanyak 430 gram serbuk simplisia kering dimaserasi dalam etanol 96% selama 5 hari dengan pengadukan sesekali untuk memastikan ekstraksi yang optimal. Kemudian disaring dan ampasnya dimaserasi kembali selama 3 hari. Pengulangan dengan cara yang sama dilakukan sebanyak tiga kali sehingga diperoleh maserat. Hasil maserasi dikumpulkan, kemudian

dipekatkan dengan *vaccum rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental kulit nanas (12).

Pemeriksaan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Ekstrak etanol kulit nanas dicampurkan dengan 5 mL aquadest dan kloroform dalam perbandingan 1:1, kemudian dikocok secara kuat dan dibiarkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan air dimanfaatkan untuk pengujian senyawa flavonoid, fenolik, dan saponin, sedangkan lapisan kloroform digunakan untuk analisis senyawa dan steroid, pemeriksaan organoleptis dengan cara mengamati tampilan fisik zat meliputi bentuk, warna dan bau (12, 13).

Uji kelarutan ekstrak etanol kulit nanas

Uji kelarutan ekstrak dilakukan dengan cara menimbang 1 gram ekstrak etanol kulit nanas kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, dan dititrasikan dengan pelarut air dan etanol. Catat jumlah pelarut yang digunakan (12).

Pemeriksaan bahan tambahan

Pemeriksaan bahan tambahan yang terdiri dari *virgin coconut oil*, tween 80, *ethoxydyglycol*, karbopol 940, metil paraben, *trietanolamin*. meliputi: bentuk, warna, dan bau, dilakukan

menurut Farmakope Indonesia Edisi V dan VI serta *Handbook of Pharmaceutical Excipient* edisi VI.

Pengujian Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Nanas Dengan Metode Difusi

Pembuatan media dan sterilisasi, Media Natrium Agar (NA) ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dilarutkan dalam 250 ml aquadest. Kemudian dipanaskan sampai homogen dan mendidih pada hotplate. Setelah mendidih didinginkan beberapa menit, kemudian ditutup menggunakan kapas yang dibalut dengan kain kasa, setelah itu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit (14).

Penyiapan dan peremajaan bakteri uji, Penyiapan bakteri uji dengan cara diambil 1 Ose bakteri dengan menggunakan jarum Ose dari kultur murni, kemudian bakteri tersebut digoreskan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NA miring. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah diinkubasi amati pertumbuhan bakteri kemudian dilakukan pembuatan suspensi bakteri.

Pembuatan suspensi bakteri, Bakteri yang sudah di inokulasi, digoreskan sebanyak 3-4 goresan kemudian dimasukkan ke dalam tabung

reaksi yang sudah berisi NaCl fisiologis sehingga setelah itu dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Kekeruhan dari masing-masing suspensi diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis sehingga diperoleh suspensi dengan transmittan 25% panjang gelombang 580 nm (14). Penyiapan Konsentrasi Larutan Uji Ekstrak Etanol Kulit Nanas, Larutan uji ekstrak etanol kulit nanas dibuat dalam beberapa konsentrasi yaitu 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125% dilarutkan dengan pelarut *dimethylsulfoxide* (DMSO).

Penentuan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Sebanyak 0,3 mL biakan bakteri dimasukkan ke dalam cawan Petri, lalu ditambahkan media nutrient agar $\pm$ 15 mL. Cawan Petri diputar agar media dan suspensi bakteri tercampur merata, kemudian dibiarkan hingga memadat. Setelah padat, kertas cakram steril yang sebelumnya telah ditetesi dengan masing-masing konsentrasi sebanyak 10 μ L diletakkan pada permukaan media. Kontrol positif yang digunakan adalah cakram kloramfenikol 30 μ g/disk dan kontrol negatif ditetesi dengan DMSO yang digunakan untuk melarutkan sampel uji. Cawan petri diinkubasi dengan keadaan terbalik pada suhu 37°C

selama 24 jam. kemudian, diukur zona hambat pertumbuhan bakteri menggunakan jangka sorong (3, 8).

Formulasi Nanoemulgel Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Optimasi dengan metode *factorial design expert-13* bertujuan untuk

menentukan konsentrasi bahan yang tepat sehingga diperoleh formula yang memiliki sifat fisik yang optimum. Dari optimasi menggunakan metode *factorial design expert-13* didapatkan 1 formula optimum.

Tabel 1. Optimasi Formula Nanoemulsi

Air (mL)	Minyak (mL)	Smix (1:1) (mL)	<i>desirability</i>
7,00	36,00	92,225	0,978

Pada Tabel 1 menjelaskan bahwa hasil optimasi formula nanoemulgel dengan variasi komposisi air, minyak, dan campuran surfaktan-kosurfaktan (Smix) dalam rasio 1:1. Formula optimal yang diperoleh terdiri dari 7,00 mL air, 36,00 mL minyak, dan 92,225 mL Smix, dengan nilai *desirability* sebesar 0,978. Nilai *desirability* yang mendekati 1 menunjukkan bahwa formula ini memiliki karakteristik yang optimal sesuai dengan parameter yang ditetapkan, seperti ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan stabilitas sistem. Optimasi ini bertujuan untuk menghasilkan formulasi yang stabil dengan sifat fisikokimia yang sesuai untuk aplikasi topikal.

Formulasi Nanoemulgel Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Bahan yang digunakan dalam penelitian disiapkan (Tabel 2). Bahan ditimbang sesuai dengan formula yang ada. *Virgin coconut oil*, tween 80, *ethoxydiglycol*, zat aktif, dan *aquadest* diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 50°C hingga terbentuk nanoemulsi yang jernih. Karbopol dikembangkan dengan *aquadest* kemudian tambahkan trietanolamin dan metil paraben aduk hingga terbentuk basis gel yang homogen. Pencampuran basis gel dan nanoemulsi menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 30 menit hingga terbentuk nanoemulgel yang homogen (15).

Tabel 2. Formula Nanoemulgel Ekstrak Etanol Kulit Nanas

Bahan emulsi	F0	F1	F2	F3
Ekstrak	-	6,25%	6,25%	6,25%
VCO	36	36	36	36
Tween80	27,5	27,5	27,5	27,5
EDG	27,5	27,5	27,5	27,5
Aquadest	7	7	7	7

Basis gel	F0	F1	F2	F3
Karbopol 940	1	0,5	1	1,5
Metil paraben	0,2	0,2	0,2	0,2
TEA	0,4	0,4	0,4	0,4
Ad aquadest	10	10	10	10

Keterangan :

F0 = Karbopol 940 (1g) tanpa ekstrak

FI = Karbopol 940 (0,5g) dengan ekstrak (6,25%)

FII = Karbopol 940 (1g) dengan ekstrak (6,25%)

FIII= karbopol 940 (1,5g) dengan ekstrak (6,25%)

Karakterisasi Nanoemulgel

Nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas diambil sebanyak 1 ml ditambahkan dengan 10 ml *aquadest*. Karakterisasi seperti distribusi ukuran tetesan, indeks polidispersitas dan zeta potensial dari nanoemulgel yang dihasilkan ditentukan dengan analisis difraksi laser menggunakan penganalisis *Particle Size Analyzer* (PSA) metode *Dyanamic Light Scattering* (16).

Uji Organoleptis

Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati karakteristik bau, warna, dan konsistensi dari nanoemulgel ekstrak kulit nanas (17).

Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan dengan mengamati sediaan secara visual untuk memastikan distribusi yang merata. Diamati ada tidaknya partikel-partikel yang terpisah dari sediaan nanoemulgel yang telah dibuat (18).

Uji pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menimbang 1 gram nanoemulgel kemudian mengencerkannya dengan 10 mL *aquadest*. Setelah alat pH meter dikalibrasi, elektroda dimasukkan ke dalam larutan nanoemulgel untuk memperoleh nilai pH (18, 19).

Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan dengan menimbang 0,5 gram sediaan, lalu meletakkannya di atas kaca transparan yang dialasi kertas grafik. Sediaan kemudian ditutup dengan plastik transparan dan diberi beban 10 gram selama 1 menit. Selanjutnya, beban ditingkatkan secara bertahap menjadi 20 gram, 50 gram, 100 gram, dan 200 gram, kemudian diameter penyebaran sediaan diukur (18, 20).

Uji Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan menggunakan Viskometer Brookfield dengan spindle 64 pada kecepatan 12 rpm. Sediaan nanoemulgel ditempatkan dalam wadah viskometer, kemudian spindle diturunkan hingga menyentuh pusat sediaan tanpa menyentuh dasar beaker glass. Setelah spindle diputar hingga mencapai angka konstan, nilai yang diperoleh dikalikan dengan faktor koreksi, lalu hasilnya dicatat (21).

Uji Stabilitas *Freeze and Thaw*

Uji stabilitas freeze and thaw dilakukan dengan menimbang sebanyak 5 gram sediaan nanoemulgel, kemudian ditempatkan dalam vial dan disimpan di lemari pendingin pada suhu 4°C selama 48 jam. Selanjutnya, sediaan dipindah ke dalam oven dengan suhu 45°C selama 48

jam, yang dihitung sebagai satu siklus. Pengujian ini dilakukan sebanyak 6 siklus, dengan setiap siklus diamati untuk mengetahui adanya perubahan fase atau tidak (21).

Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulgel Terhadap *S. aureus*

Pengujian sediaan nanoemulgel yang dilakukan menggunakan metode sumuran. Sebanyak 300 µL suspensi bakteri uji dimasukkan ke dalam cawan petri steril, kemudian ditambahkan 10–15 mL media Nutrient Agar (NA) dan dihomogenkan hingga merata. Setelah media memadat, dibuat sumuran atau lubang menggunakan perforator, selanjutnya sediaan nanoemulgel diletakkan dengan masing-masing konsentrasi sebanyak 50 mg ke dalam sumuran tersebut. Sebagai kontrol positif digunakan antibiotik kloramfenikol 10 µg/ disk dan kontrol negatif digunakan basis sediaan. Cawan Petri dibungkus dengan *plastic wrap* dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu, zona bening yang terbentuk di sekitar sumuran berisi larutan uji diamati, kemudian diameter daerah hambat diukur menggunakan jangka sorong.

Analisis Data

Hasil evaluasi sifat fisik dari nanoemulgel ekstrak etanol kulit buah nanas akan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar secara deskriptif untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik sediaan. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *gelling agent* yang digunakan terhadap aktivitas antibakteri *S. aureus*, maka data terlebih dahulu dilakukan pengujian normalitas dan Uji homogenitas dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis data sebelum menerapkan uji One Way ANOVA. Hasil dianggap memiliki perbedaan yang signifikan jika nilai signifikansi $<0,05$, sedangkan nilai signifikansi $>0,05$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Setelah analisis statistik dengan One Way ANOVA, dilakukan Uji Post Hoc Tukey untuk menentukan formula dengan diameter hambat terbaik (22).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi kulit nanas

Serbuk simplisia sebanyak 430 gram direndam dengan metode maserasi dengan pelarut 96%. Etanol memiliki 2 gugus yang berbeda kepolarannya yaitu hidroksil yang bersifat polar dan gugus alkil yang bersifat nonpolar. Kelompok

hidroksil dan alkil dalam etanol memungkinkan ekstraksi senyawa dengan berbagai tingkat kepolaran. Hasil ekstraksi menghasilkan ekstrak kental seberat 39 gram dengan persentase rendemen sebesar 9,06%.

Pemeriksaan ekstrak etanol kulit nanas

Pemeriksaan bahan aktif dari ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) meliputi organoleptis (bentuk, warna dan bau). Evaluasi organoleptik memiliki peran krusial dalam menilai aspek estetika serta tingkat penerimaan suatu produk oleh konsumen. Pemeriksaan organoleptik terhadap zat aktif dalam ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki konsistensi kental, berwarna hijau tua mendekati hitam, serta memiliki aroma khas. Analisis kandungan senyawa dalam ekstrak ini mengidentifikasi keberadaan flavonoid, fenolik, alkaloid, terpenoid, steroid, dan saponin. Ekstrak etanol kulit nanas memiliki kelarutan mudah larut dalam air dan dalam pelarut etanol. Hasil uji kelarutan yaitu mudah larut dalam air (1 g dalam 10 ml), mudah larut dalam etanol (1 g dalam 8 ml etanol).

Pemeriksaan bahan tambahan

Pemeriksaan organoleptis zat tambahan yang digunakan yaitu tween 80, VCO, *ethoxydiglycol*, *trietanolamin*, metil paraben, karbopol 940 dan *aquadest* telah memenuhi persyaratan yang tertera pada Farmakope Indonesia Edisi V, Farmakope Indonesia Edisi VI dan *Handbook of pharmaceutical excipients*.

Pemeriksaan organoleptik terhadap bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi yaitu Tween 80, Virgin Coconut Oil (VCO, *Ethoxydiglycol*, *Trietanolamin*, Metil Paraben, Karbopol 940 dan *Aquadest* telah dilakukan untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar yang tercantum dalam Farmakope Indonesia Edisi V, Farmakope Indonesia Edisi VI, serta *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa Tween 80 berupa cairan kental yang tidak berwarna hingga kuning kecoklatan serta larut dalam air dan alkohol, sesuai dengan standar dalam *Farmakope Indonesia* Edisi VI. VCO memiliki karakteristik cairan bening, berbau khas kelapa, tidak berwarna hingga kekuningan, serta tidak larut dalam air yang memenuhi persyaratan dalam *Farmakope Indonesia*

Edisi V. *Ethoxydiglycol* diperiksa berdasarkan *Handbook of Pharmaceutical Excipients* dan diketahui sebagai cairan tidak berwarna yang larut dalam air dan pelarut organik, sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam referensi tersebut.

Trietanolamin berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit kental, dan larut dalam air, sesuai dengan standar *Farmakope Indonesia* Edisi VI. Metil Paraben berbentuk serbuk kristal putih, tidak berbau, larut dalam alkohol, dan sedikit larut dalam air, juga telah memenuhi standar yang tercantum dalam *Farmakope Indonesia* Edisi VI. Karbopol 940 berbentuk serbuk putih, tidak berbau, dan dapat membentuk gel dalam air dengan netralisasi, sesuai dengan deskripsi dalam *Handbook of Excipients*. Sementara itu, *aquadest* yang digunakan merupakan cairan jernih, tidak berbau, tidak berwarna, dan bebas partikel, sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam *Farmakope Indonesia* Edisi VI.

Berdasarkan hasil pemeriksaan ini, seluruh bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi telah memenuhi spesifikasi standar farmakope, sehingga layak digunakan dalam penelitian ini.

Aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit nanas

Pengujian aktivitas ekstrak etanol kulit nanas dilakukan terhadap bakteri *S.*

aureus dengan menggunakan *disc diffusion method*. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit nanas dapat dilihat pada (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji antibakteri ekstrak etanol kulit nanas

Perlakuan	Rata-Rata $\pm$ SD	Kategori CLSI
K (-)	6,00 $\pm$ 0	Tidak Ada
K (+)	25,35 $\pm$ 0,15	Kuat
3,125%	12,37 $\pm$ 0,25	Lemah
6,25%	15,67 $\pm$ 0,15	Sedang
12,50%	18,57 $\pm$ 0,15	Sedang
25%	21,59 $\pm$ 0,05	Kuat
50%	22,66 $\pm$ 0,22	Kuat

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit nanas menunjukkan pada konsentrasi 25% dan 50% memiliki kategori yang kuat, pada formulasi nanoemulsi konsentrasi ekstrak yang digunakan yaitu 6,25% karena pada konsentrasi ini telah didapatkan kategori antibakteri yaitu sedang sehingga diharapkan ketika diformulasikan dalam bentuk sediaan aktivitasnya akan meningkat.

Formulasi nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas

Formulasi nanoemulgel diawali dengan formulasi nanoemulsi terlebih dahulu yang berasal dari penentuan optimasi formula nanoemulsi. Formula yang dianggap paling optimal adalah yang memiliki nilai *desirability*

tertinggi. *Desirability* merupakan fungsi objektif dalam optimasi yang mencerminkan sejauh mana suatu produk memenuhi kriteria yang diinginkan. Skala *desirability* berkisar antara 0 hingga 1, di mana semakin tinggi nilainya mendekati 1, semakin ideal produk tersebut sesuai dengan standar yang ditetapkan (Nurmiah *et al*, 2013).

Dari optimasi didapatkanlah *aquades* sebagai fase air sebanyak 7 ml, *virgin coconut oil* sebagai fase minyak sebanyak 36 ml dan campuran tween 80 dan *ethoxydiglycol* (1:1) sebanyak 55 ml dengan nilai *desirability* 0,978. Komponen yang diperlukan dalam proses formulasi adalah ekstrak etanol kulit nanas sebagai zat aktif, VCO sebagai fase minyak, tween 80 sebagai

surfaktan, *ethoxydiglycol* sebagai kosurfaktan, *aquadest* sebagai pelarut, karbopol 940 sebagai *gelling agent*, metil paraben sebagai pengawet dan TEA sebagai penstabil pH (12, 16).

Karakterisasi nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas

Analisis ukuran partikel dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dengan metode *Dynamic Light Scattering*. Formula I dan II menunjukkan ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan Formula III. Semua formula nanoemulgel memiliki

distribusi ukuran partikel di bawah 100 nm, sehingga tetap berada dalam rentang ukuran nano, yakni 10-100 nm (12, 16).

Konsentrasi karbopol yang semakin tinggi maka konsistensi sediaan semakin kental sehingga ukuran partikel semakin tinggi (11, 17), namun berdasarkan hasil penelitian semakin besar konsentrasi karbopol, ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil. Hasil uji ukuran partikel nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji ukuran partikel nanoemulgel

Perlakuan	Ukuran Partikel			Rata-rata $\pm$ SD
	R1	R2	R3	
FI	62	61,2	61,2	61,46 $\pm$ 0,37
FII	52,9	52,6	51,8	52,43 $\pm$ 0,46
FIII	50,9	49	49,3	49,73 $\pm$ 0,83

Pada pengukuran nilai indeks keseragaman atau homogenitas ukuran partikel yang terdapat dalam sediaan. Semakin kecil indeks polidispersitas, semakin seragam ukuran globul dalam sediaan, yang menunjukkan distribusi ukuran partikel yang lebih optimal (18). Pada hasil menunjukkan bahwa nilai indeks polidispersitas nanoemulgel

>0,40, hal ini menandakan bahwa sediaan formula nanoemulgel tidak seragam, indeks polidispersitas lebih kecil dari 0,40 menandakan bahwa ukuran partikel memiliki distribusi yang sempit atau seragam (23). Hasil uji indeks polidispersitas nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji indeks polidispersitas nanoemulgel

Perlakuan	Indeks Polidispersitas			Rata-rata $\pm$ SD
	R1	R2	R3	
FI	0,569	0,597	0,573	0,57 $\pm$ 0,01
FII	0,599	0,568	0,531	0,56 $\pm$ 0,02
FIII	0,49	0,372	0,43	0,43 $\pm$ 0,04

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa potensi zeta dari formulasi yang diuji memiliki muatan negatif yang stabil. Interaksi gaya tolak antar partikel berlangsung dengan intensitas yang cukup tinggi, sehingga probabilitas terjadinya agregasi partikel menjadi sangat minim, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas sediaan (24). Muatan negatif yang dihasilkan karena adanya asam

lemak bebas yang berasal dari komponen fase minyak dan surfaktan sehingga akan menghasilkan muatan elektrostatis dimana gaya tolak muatan yang cukup kuat dengan droplet minyak yang dominan akan menghambat *koalesensi* dan *flokulasi* (25). Hasil uji zeta potensial nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji zeta potensial nanoemulgel

	Zeta Potensial (mV)			Rata-rata $\pm$ SD
	R1	R2	R3	
FI	-55,3	-56,1	-56,9	-56,1 $\pm$ 0,65
FII	-56,3	-56,3	-55,0	-55,86 $\pm$ 0,61
FIII	-62,1	-62,8	-62,8	-62,56 $\pm$ 0,32

Uji organoleptis nanoemulgel

Uji organoleptis sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas bertujuan untuk mendiskripsikan bau, warna, dan konsistensi dari sediaan. Pada minggu ke-4 semua formula tidak terjadi perubahan bentuk, warna dan bau,

hal ini menunjukkan bahwa secara organoleptis sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas stabil selama 4 minggu penyimpanan (25). Hasil uji organoleptis nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji organoleptis nanoemulgel

Kriteria	F0	FI	FII	FIII
Bau	Tidak berbau	Khas ekstrak etanol kulit nanas Kuning muda		
Warna	Putih			
Konsistensi	Cairan kental			

Uji Homogenitas Nanoemulgel

Evaluasi homogenitas dilakukan secara berkala setiap pekan selama periode penyimpanan empat minggu. Hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi F0, FI, FII, dan FIII memiliki karakteristik homogen, sebagaimana

dibuktikan oleh keseragaman distribusi warna dalam sediaan, tidak ada terlihatnya partikel-partikel kasar dalam sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas. Hasil uji homogenitas nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji homogenitas nanoemulgel

Formula	Minggu Ke-			
	1	2	3	4
F0	H	H	H	H
FI	H	H	H	H
FII	H	H	H	H
FIII	H	H	H	H

Keterangan =

H = Homogen

Uji pH

Pada semua formula terjadi perubahan pH, kemungkinan perubahan ini disebabkan terjadinya hidrolisis senyawa yang bersifat asam pada sediaan. Diantaranya yaitu ekstrak etanol kulit nanas sebagai zat aktif dan karbopol yang berperan sebagai *gelling agent* yang bersifat asam (15). Karbopol memiliki pH 3 dan zat aktif memiliki pH 3,97 yang bersifat asam. Trietanolamin tidak mampu menutupi sifat asam dari basis karbopol selama penyimpanan sehingga terjadi penurunan pH (6).

Berdasarkan hasil yang diperoleh konsentrasi karbopol dalam basis gel yang rendah menghasilkan nilai pH yang tinggi, sedangkan konsentrasi karbopol yang tinggi menghasilkan nilai pH yang rendah. Namun demikian, hasil yang diperoleh tetap berada dalam kisaran pH fisiologis kulit, yakni antara 4,5 hingga 6,5. Temuan ini mengindikasikan bahwa formulasi nanoemulgel yang mengandung ekstrak etanol kulit nanas memiliki tingkat keasaman yang sesuai dan dapat ditoleransi oleh kulit. Hasil uji pH nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji pH nanoemulgel

Formula	Minggu Ke-			
	1	2	3	4
F0	6,39	6,27	6,02	5,98
FI	6,40	6,30	6,25	6,10
FII	6,14	5,97	5,86	5,72
FIII	5,29	5,10	4,64	4,61

Uji Daya Sebar

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa luas sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas dapat menyebar ketika diaplikasikan pada permukaan kulit, sekaligus memastikankemudahan penggunaannya. Dalam formulasi sediaan topikal, distribusi yang optimal menjadi faktor krusial, dengan standar luas penyebaran ideal berkisar antara 5 hingga 7 cm.

Pada pengujian minggu ke-1 dan minggu ke-4 sering terjadi adanya penurunan diameter pada semua formula tetapi masih dalam range standar, hal ini bisa terjadi karena sediaan semakin

mengental seiring lamanya penyimpanan. Dari hasil dapat dilihat pada minggu ke-1 daya sebar sediaan meningkat dan terjadi penurunan pada minggu ke-4, hal ini terjadi karena perbedaan konsentrasi karbopol dari tiap formula. Konsentrasi karbopol dalam formulasi berperan signifikan dalam menentukan karakteristik daya sebar sediaan. Peningkatan kadar karbopol akan meningkatkan viskositas sediaan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kemampuan penyebaran formulasi tersebut. Hasil uji daya sebar nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji daya sebar nanoemulgel minggu 1 dan minggu 4

	Beban	Diameter Daya Sebar (cm)			
		F0	FI	FII	FIII
Minggu 1	Tanpa beban	4,2	5,2	4,9	4,5
	10	4,4	5,3	5,2	4,8
	20	4,8	5,5	5,3	5,1
	50	5,1	5,9	5,8	5,7
	100	5,9	6,6	6,4	6,0
	200	6,0	6,9	6,7	6,5
Minggu 4	Tanpa beban	4,0	4,5	4,2	4,1
	10	4,2	4,6	4,3	4,1
	20	4,3	4,7	4,4	4,2
	50	4,4	4,9	4,6	4,3
	100	4,5	5,0	4,7	4,4
	200	4,6	5,1	4,9	4,6

Uji Viskositas

Pengujian dilakukan pada minggu ke-1 dan minggu ke-4 hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh waktu penyimpanan terhadap viskositas. Pada semua formula mengalami peningkatan viskositas, Peningkatan konsentrasi basis gel secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan viskositas sediaan. Konsentrasi karbopol yang lebih tinggi memperkuat struktur matriks dalam komponen basis gel, sehingga

menghasilkan sediaan nanoemulgel dengan viskositas yang lebih tinggi (4). Data yang diperoleh mengindikasikan bahwa formula yang diuji telah memenuhi standar viskositas yang dipersyaratkan, mengingat nilai viskositas sediaan gel berada dalam rentang 1.000 hingga 100.000 cps (6). Hasil uji viskositas nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji viskositas nanoemulgel

Formula	Nilai Viskositas (cps)	
	Minggu 1	Minggu 4
F0	28,875	30,280
FI	22,540	33,200
FII	30,516	35,516
FIII	34,500	42,900

Uji stabilitas *Freeze and Thaw*

Berdasarkan hasil evaluasi selama enam siklus, sediaan F0, FI, FII, dan FIII menunjukkan kestabilan, yang dikonfirmasi melalui konsistensi visual tanpa perubahan fisik, stabilitas warna, serta ketiadaan pemisahan fase. Temuan ini mengindikasikan bahwa nanoemulgel berbasis ekstrak etanol kulit nanas memiliki karakteristik

stabilitas yang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi nanoemulgel bercampur dengan baik sehingga sediaan tetap stabil dengan adanya pengaruh suhu yang ekstrim. Hasil uji stabilitas *Freeze and Thaw* nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji stabilitas *Freeze and Thaw* Nanoemulgel

F	Siklus					
	1	2	3	4	5	6
F0	TM	TM	TM	TM	TM	TM
F1	TM	TM	TM	TM	TM	TM
F2	TM	TM	TM	TM	TM	TM
F3	TM	TM	TM	TM	TM	TM

Keterangan =

TM = Tidak terjadi pemisahan fase

F = Formula

Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulgel

Evaluasi aktivitas antibakteri dari nanoemulgel yang mengandung ekstrak etanol kulit nanas dilakukan terhadap

bakteri *S. aureus* dengan menerapkan metode sumuran. Data hasil pengujian efektivitas antibakteri dari formulasi nanoemulgel ini disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji antibakteri nanoemulgel

Perlakuan	Rata-rata $\pm$ SD	Kategori
K (+)	28,25 $\pm$ 0,76	Kuat
F0 (-)	6,00 $\pm$ 0,00	Lemah
FI	14,43 $\pm$ 0,35	Lemah
FII	16,53 $\pm$ 0,94	Sedang
FIII	18,90 $\pm$ 0,50	Sedang

Keterangan =

I = Perlakuan pertama

II = Perlakuan kedua

III = Perlakuan ketiga

F0 (-) = Kontrol negatif (Basis)

K (+) = Kontrol positif *Kloramfenikol* 10 μ g/disk

SD = Standar deviasi

Uji aktivitas antibakteri sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas diperoleh diameter zona hambat pada FI dengan kategori daya hambat bakteri lemah, sedangkan FII dan FIII berada dalam kategori daya hambat bakteri sedang. Berdasarkan hasil tiap formula

terjadi peningkatan diameter zona hambat bakteri, hal ini disebabkan oleh konsentrasi karbopol dari tiap formula yang berbeda (17).

Analisis statistik terhadap data hasil uji aktivitas antibakteri dari formulasi nanoemulgel dilakukan

menggunakan metode *One-Way ANOVA*. Metode ini diterapkan untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi basis gel dalam setiap formula nanoemulgel terhadap diameter zona hambat *S. aureus*. Selanjutnya, analisis dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey* guna menentukan tingkat signifikansi antar konsentrasi, baik dalam hal kesamaan maupun perbedaan efeknya. Selain itu, uji ini juga digunakan untuk mengidentifikasi konsentrasi yang menunjukkan efektivitas tertinggi.

Pengujian normalitas data dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk untuk menentukan apakah distribusi data bersifat normal. Hasil pengujian menunjukkan nilai $p > 0,05$, dengan rincian sebagai berikut: kontrol positif (0,567), FI (0,843), FII (0,407) dan FIII (1,0), sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi secara normal. Selanjutnya, uji homogenitas data menghasilkan nilai $p > 0,05$ (0,96), yang mengindikasikan bahwa varians antar kelompok perlakuan bersifat seragam atau homogen. Setelah dipastikan bahwa data terdistribusi secara normal dan memiliki varians yang homogen, analisis statistik dilanjutkan dengan uji *One-Way ANOVA*. Hasil

pengujian menunjukkan nilai $p = 0,000$, yang berarti $p < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara berbagai formula nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas terhadap diameter zona hambat bakteri.

Pengujian menggunakan uji *Post Hoc Tukey* dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, guna menentukan apakah terdapat efek yang tidak sebanding di antara setiap kelompok perlakuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa formula FI, FII, FIII, serta kontrol positif memiliki nilai $p < 0,05$, yang mengindikasikan bahwa diameter zona hambat yang dihasilkan berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kontrol negatif (F0).

Karbopol 940 merupakan polimer hidrofilik yang sering digunakan sebagai gelling agent dalam formulasi farmasi dan kosmetik. Peningkatan konsentrasi Karbopol 940 dalam formula nanoemulgel ekstrak kulit nanas dapat memengaruhi pelepasan senyawa bioaktif, viskositas, dan stabilitas formulasi. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa interaksi antara Karbopol dan senyawa aktif dari ekstrak tumbuhan dapat

memengaruhi efektivitas antibakteri formulasi (6).

Pada penelitian sebelumnya terkait dengan peningkatan konsentrasi Karbopol dalam gel herbal menghambat difusi senyawa aktif, sehingga dapat menurunkan efektivitas antibakteri jika konsentrasi terlalu tinggi. Namun, pada konsentrasi optimal, karbopol berperan dalam mempertahankan stabilitas formulasi dan memperpanjang waktu pelepasan senyawa aktif secara bertahap (1, 8).

Ekstrak kulit nanas mengandung bromelain, flavonoid, dan senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antibakteri. Interaksi senyawa bioaktif ini dengan matriks gel Karbopol dapat mempengaruhi ketersediaan senyawa aktif pada permukaan kulit atau medium uji. Penelitian lainnya menemukan bahwa formulasi gel dengan Karbopol mampu meningkatkan retensi senyawa aktif di area aplikasi, yang berkontribusi terhadap efek antibakteri yang lebih lama dibandingkan larutan ekstrak biasa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, variasi konsentrasi Karbopol 940 menjadi faktor penting dalam menentukan efektivitas antibakteri nanoemulgel (6,7,8,11). Konsentrasi yang terlalu rendah dapat menyebabkan

formulasi menjadi kurang stabil, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menghambat pelepasan senyawa aktif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penggunaan karbopol dalam sistem penghantaran topikal harus dioptimalkan untuk memastikan keseimbangan antara stabilitas formulasi dan efektivitas antibakteri (11,12).

Hal ini menunjukkan bahwa formula nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Kemudian, FI, FII, dan FIII berbeda secara signifikan dengan kontrol positif ($p < 0,05$), dimana yang diharapkan berada satu subset dengan kontrol positif. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri yang ditunjukkan oleh kontrol positif memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan formula sediaan nanoemulgel ekstrak etanol kulit nanas (1, 8).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa formulasi nanoemulgel yang mengandung ekstrak etanol kulit nanas

(*Ananas comosus* (L.) Merr) pada berbagai formula (F0, FI, FII, dan FIII) menunjukkan stabilitas fisik yang baik berdasarkan evaluasi parameter zeta potensial, organoleptik, homogenitas, serta stabilitas melalui uji *freeze and thaw*. Semakin meningkat konsentrasi karbopol maka dapat meningkatkan viskositas, indeks polidispersitas dan aktivitas antibakteri serta menurunkan pH, daya sebar dan ukuran partikel. Berdasarkan hasil analisis statistik *One Way ANOVA*, terdapat perbedaan yang signifikan antar formula terhadap diameter zona hambat bakteri ($p < 0,05$). Uji aktivitas antibakteri sediaan nanoemulgel yang mengandung ekstrak etanol kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) menunjukkan bahwa formula FIII memiliki daya hambat terbesar dibandingkan FI dan FII, dengan diameter zona hambat sebesar $18,90 \pm 0,50$ mm, yang dikategorikan sebagai daya hambat bakteri tingkat sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Institusi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau yang telah memfasilitasi penelitian ini baik secara materil maupun moril.

DAFTAR PUSTAKA

1. Heriyanto M, Farida L, Andini Fk. Analisis Usaha Pengolahan Nenas Dalam Meningkatkan Pendapatan Keluarga Di Desa Kualu Nenas Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Provinsi Riau.
2. Sundari I. Karakterisasi Morfologi Dan Kualitas Buah Tanaman Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr.) Lokal Di Kabupaten Siak: Uin Sultan Syarif Kasim Riau; 2020.
3. Foster Tj. *Staphylococcus Aureus*. *Molecular Medical Microbiology*. 2002:839-88.
4. Safitri Fi, Nawangsari D, Febrina D, Editors. Overview: Application Of Carbopol 940 In Gel. *International Conference On Health And Medical Sciences* (Ahms 2020); 2021: Atlantis Press.
5. Kim J-Y, Song J-Y, Lee E-J, Park S-K. Rheological Properties And Microstructures Of Carbopol Gel Network System. *Colloid And Polymer Science*. 2003;281(7):614-23.
6. Iskandar B, Dian Zp, Renovita F, Leny L. Formulasi Dan Evaluasi Gel Lidah Buaya (*Aloe Vera* Linn)

- Sebagai Pelembab Kulit Dengan Penggunaan Carbopol Sebagai Gelling Agent. *Health Sciences And Pharmacy Journal*. 2021;5(1):1-8.
7. Iskandar B, Mei H-C, Liu T-W, Lin H-M, Lee C-K. Evaluating The Effects Of Surfactant Types On The Properties And Stability Of Oil-In-Water Rhodiola Rosea Nanoemulsion. *Colloids And Surfaces B: Biointerfaces*. 2024;234:113692.
 8. Ojha B, Jain Vk, Gupta S, Talegaonkar S, Jain K. Nanoemulgel: A Promising Novel Formulation For Treatment Of Skin Ailments. *Polymer Bulletin*. 2022;79(7):4441-65.
 9. Yap Xf, Saw Sh, Lim V, Tan Cx. Plant Essential Oil Nanoemulgel As A Cosmeceutical Ingredient: A Review. *Cosmetics*. 2024;11(4):116.
 10. Studi Stabilitas Formulasi Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (Snedds) Ekstrak Daun Serunai Sebagai Anti Diabetes Dengan Variasi Konsentrasi Asam Oleat. *Jiis (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*. 2024;8(3):13-24.
 11. Abdallah Mh, Lila Asa, Unissa R, Elsewedy Hs, Elghamry Ha, Soliman Ms. Preparation, Characterization And Evaluation Of Anti-Inflammatory And Anti-Nociceptive Effects Of Brucine-Loaded Nanoemulgel. *Colloids And Surfaces B: Biointerfaces*. 2021;205:111868.
 12. Rini Ars, Supartono S, Wijayati N. Hand Sanitizer Ekstrak Kulit Nanas Sebagai Antibakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*. *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 2017;6(1):61-6.
 13. Reiza Ia, Rijai L, Mahmudah F, Editors. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr). *Proceeding Of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*; 2019.
 14. Husniah I, Gunata Af. Ekstrak Kulit Nanas Sebagai Antibakteri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*. 2020;2(1):85-90.
 15. Sharma M, Ojha B, Khan A, Gupta M. Nanogel And Its Utilization In Cosmeceuticals. *Skin*. 2015;2016:2017.

16. Kothapalli L, Ozarkar R, Modak P, Deshkar S, Thomas A. Preparation And Evaluation Of Nanoemulgel With Seed Oils For Skin Care. Current Nanomedicine (Formerly: Recent Patents On Nanomedicine). 2024;14(1):73-83.
17. Damayanti H, Wikarsa S, Jafar G. Formulasi Nanoemulgel Ekstrak Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.). Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia. 2019;1(3):166-76.
18. Sembiring Yb. Formulasi Dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Nanoemulgel Ekstrak Etanol Daun Pegagan (Centella Asiatica Linn.): Universitas Sumatera Utara; 2023.
19. Leny, Sari M, Ginting M, Melisa, Iskandar B. Evaluation Of An Anti-Dandruff Shampoo Incorporating Ethanol Extract From Corn Silk (Zea Mays L.) Against Candida Albicans Fungus: Formulation And Activity Assessment. International Journal Of Applied Pharmaceutics. 2024;16(6):48-56.
20. Iskandar B, Ginting P, Sitorus E, Widodo A, Wei C-P, Leny L. Hair Tonic Of Broccoli (Brassica Oleracea Var. Italica) Extract: Formulation, Physical Characteristic, Stability And Hair Growth Activity Test. International Journal Of Applied Pharmaceutics. 2024;1-8.
21. Wulandari D, Noviyanti Npr, Wardani L, Yowani Sc. Efektivitas Nanoemulgel Kombinasi Ekstrak Daun Mimba Dan Lidah Buaya Untuk Terapi Skabies. Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia. 2023;9(2):461-74.
22. Silalahi Aa. Formulasi Dan Pengujian Stabilitas Sediaan Mikroemulsi Ekstrak Etanol Kulit Nanas (Ananas Comosus L.) Dalam Menghambat Bakteri Staphylococcus Epidermidis. Majalah Farmasi Dan Farmakologi. 2021;25(3):103-8.
23. Amna Sr. Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Nanoemul Gel Minyak Atsiri Sereh Wangi (Cymbopogon Nardus L.) Yang Berpotensi Sebagai Anti Jerawat. 2020.
24. Alviolina D, Kusumanti Y, Christiani M. Formulasi Nanoemulsi Gel Minyak Daun Cengkeh (Syzygium Aromaticum L.) Merr. & Perry) Dan Uji Aktivitas Anti-Acne. Journal Of

Pharmaceutical And Sciences.
2021;4(2):117-21.

25. Badriyah L. Evaluasi Karakteristik Fisikokimia Nanoemulgel Herbal Spermisida Kombinasi Ekstrak N-Butanol Centella Asiatica, Ekstrak N-Butanol Sapindus Rarak Dan Minyak Biji Azadirachta Indica: Universitas Pgri Adi Buana Surabaya; 2023.