

Minimum Inhibitory Concentration and Minimum Bactericidal Concentration of Ethanol Extract and Nano Extract of Durian Peel (*Durio zibethinus murr*) against *Staphylococcus epidermidis*

Konsentrasi Hambat Minimum Dan Konsentrasi Bunuh Minimum Ekstrak Etanol Dan Nano Ekstrak Kulit Durian (*Durio zibethinus murr*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Tahniah Maulidya ^a, Yayuk Putri Rahayu ^{a*}, Minda Sari Lubis ^a, Haris Munandar Nasution ^a

^a Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: yayukputri@ummaw.ac.id

Abstract

Introduction: Durian peel is a source of phytochemicals with antibacterial potential, and particle-size reduction may modify dispersion and measured *in vitro* activity. This study evaluated the operational minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of ethanol extract and a size-reduced ("nano extract") preparation of durian peel against *Staphylococcus epidermidis*. **Methods:** The ethanol extract was prepared by maceration with 96% ethanol; 30 g of the same extract was homogenized at 1,700 rpm for 1 h and ultrasonicated for 1 h. Particle size, phytochemical screening, broth absorbance at 600 nm, qualitative subculture, and disk diffusion were evaluated in triplicate (n=3). Inhibition-zone data were analyzed using one-way ANOVA. **Results:** The mean particle size was 645.72 nm. Operational MIC values were 6.25% for the ethanol extract and 0.625% for the nano extract, while no growth after subculture was observed at 50% and 5%, respectively. Mean inhibition zones ranged from 6.6-14.5 mm and 8.3-18.3 mm, with significant concentration-related differences within each series (p<0.001). **Discussion and conclusion:** The size-reduced preparation reached inhibitory endpoints at lower nominal concentrations within its test series. However, final concentrations were not analytically verified, and optical interference and qualitative bactericidal endpoints limit direct inference of intrinsic potency. These findings support *in vitro* antibacterial activity but do not establish a quantified increase in potency or a reduction in therapeutic dose.

Keywords: plant extracts; antibacterial agents; particle size; broth dilution; disk diffusion

Abstrak

Pendahuluan: Kulit durian merupakan sumber komponen fitokimia yang berpotensi sebagai antibakteri, sedangkan pengecilan ukuran partikel dapat memengaruhi dispersi dan respons *in vitro* yang terukur. Penelitian ini mengevaluasi konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM) operasional ekstrak etanol dan preparat hasil pengecilan ukuran ("nano ekstrak") kulit durian terhadap *Staphylococcus epidermidis*. **Metode:** Ekstrak etanol diperoleh melalui maserasi menggunakan etanol 96%; sebanyak 30 g ekstrak dari betas yang sama dihomogenisasi pada 1.700 rpm selama 1 jam dan dilanjutkan dengan ultrasonikasi selama 1 jam. Ukuran partikel, skrining fitokimia, absorbansi medium cair pada 600 nm, subkultur kualitatif, dan difusi cakram dievaluasi dalam tiga ulangan (n=3). Data zona hambat dianalisis menggunakan ANOVA satu arah. **Hasil:** Rerata ukuran partikel sebesar 645,72 nm. KHM operasional ekstrak etanol dan nano ekstrak masing-masing sebesar 6,25% dan 0,625%, sedangkan tidak adanya pertumbuhan setelah subkultur teramati pada 50% dan 5%. Rerata diameter zona hambat masing-masing berkisar 6,6-14,5 mm dan 8,3-18,3 mm, dengan perbedaan antarkonsentrasi yang bermakna dalam setiap seri (p<0,001). **Pembahasan dan kesimpulan:** Preparat hasil pengecilan ukuran mencapai titik akhir penghambatan pada konsentrasi nominal yang lebih rendah dalam seri pengujiannya. Namun, konsentrasi akhir tidak diverifikasi secara analitik, sedangkan interferensi optik dan titik akhir bakterisidal yang bersifat kualitatif membatasi penilaian potensi intrinsik. Temuan ini mendukung aktivitas antibakteri *in vitro*, tetapi belum membuktikan peningkatan potensi secara kuantitatif maupun penurunan dosis terapeutik.

Kata kunci: ekstrak tanaman; agen antibakteri; ukuran partikel; dilusi cair; difusi cakram



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i3.1925>

Article History:

Received: 20/06/2026,
Revised: 22/08/2026,
Accepted: 12/09/2026,
Available Online: 22/09/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Pemanfaatan kulit durian sebagai bahan baku farmasi menawarkan dua nilai sekaligus, yaitu valorisasi hasil samping buah dan eksplorasi sumber senyawa bioaktif. Sejumlah penelitian telah melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak kulit durian terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Escherichia coli*, serta potensi pengembangannya dalam sediaan topikal [1-4]. Namun, besarnya aktivitas antarpelentian tidak dapat dibandingkan secara langsung karena dipengaruhi oleh bagian dan varietas tanaman, proses pengeringan dan ekstraksi, komposisi kimia, mikroorganisme uji, serta metode penetapan aktivitas.

Kulit durian mengandung berbagai metabolit sekunder, termasuk senyawa fenolik, flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid/steroid, dan glikosida. Literatur menunjukkan bahwa metabolit sekunder tumbuhan dapat memengaruhi viabilitas bakteri melalui berbagai sasaran, antara lain integritas membran, homeostasis energi, sintesis protein atau asam nukleat, serta faktor virulensi [2,23]. Meskipun demikian, kontribusi setiap mekanisme bergantung pada identitas dan kadar senyawa yang benar-benar terdapat dalam ekstrak. Oleh karena itu, skrining fitokimia kualitatif digunakan sebagai karakterisasi awal dan tidak ditafsirkan sebagai bukti mekanisme antibakteri spesifik.

Staphylococcus epidermidis merupakan stafilocokus koagulase-negatif yang umum ditemukan pada kulit dan mukosa manusia. Sebagai komensal, bakteri ini berperan dalam homeostasis mikrobiota dan pertahanan permukaan, tetapi pada kondisi tertentu, terutama ketika pertahanan inang terganggu atau terdapat perangkat medis, *S. epidermidis* dapat bertindak sebagai patogen oportunistik dan membentuk biofilm [5,6,21]. Atas dasar relevansi biologis tersebut, *S. epidermidis* digunakan sebagai model bakteri Gram-positif kulit dalam penelitian ini. Aktivitas penghambatan *in vitro* selanjutnya ditafsirkan sebagai respons mikrobiologis dan tidak disamakan secara langsung dengan manfaat klinis.

Pengecilan ukuran partikel dapat meningkatkan luas permukaan serta mengubah dispersi, kelarutan semu, dan perpindahan komponen aktif di dalam sistem uji. Namun, penggunaan istilah "nano" tidak dengan sendirinya menunjukkan peningkatan potensi; karakterisasi ukuran, distribusi partikel, stabilitas, dan kesetaraan kandungan tetap diperlukan [7,22]. Kajian yang membandingkan ekstrak etanol kulit durian dengan preparat hasil pengecilan ukuran yang berasal dari ekstrak yang sama, menggunakan kombinasi uji dilusi cair, subkultur, dan difusi cakram, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi KHM dan KBM operasional serta membandingkan pola respons antibakteri kedua preparat terhadap *S. epidermidis* berdasarkan perubahan absorbansi, pertumbuhan setelah subkultur, dan diameter zona hambat [8,19].

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan utama penelitian adalah bagian putih kulit durian, etanol 96%, akuades, dimetil sulfoksida (DMSO), larutan NaCl 0,9%, pereaksi skrining fitokimia, nutrient agar, Mueller–Hinton agar (MHA), Mueller–Hinton broth (MHB), siprofloksasin, dan biakan *S. epidermidis*. Peralatan utama meliputi oven, blender, neraca analitik, rotary evaporator, penangas air, homogenizer, perangkat ultrasonik, particle size analyzer (PSA), spektrofotometer UV–Vis, autoklaf, inkubator, dan jangka sorong digital.

Penyiapan dan identifikasi bahan tanaman

Kulit durian dikumpulkan secara purposif dari kawasan Asia Mega Mas, Kecamatan Medan Area, Sumatera Utara. Identifikasi botani dilakukan di Herbarium Medanense, Universitas Sumatera Utara, dengan

nomor 1836/MEDA/2024 dan menetapkan sampel sebagai *Durio zibethinus Murray*. Bagian putih kulit dipisahkan dari bagian berduri, dicuci, dirajang, kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C. Bahan kering dihaluskan dan diayak; dari 20 kg bahan segar diperoleh 500 g serbuk simplisia yang digunakan untuk ekstraksi [9].

Ekstraksi dan pemeriksaan simplisia

Sebanyak 500 g serbuk simplisia dimaserasi dengan 3.750 mL etanol 96% dalam wadah tertutup dan terlindung dari cahaya selama lima hari. Pengadukan dilakukan setiap enam jam pada hari pertama dan secara berkala pada hari berikutnya. Maserat dipisahkan dari residu, kemudian residu dimaserasi kembali dengan 1.250 mL pelarut yang sama. Kedua maserat digabungkan, didiamkan selama dua hingga tiga hari, disaring, dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu tidak lebih dari 50 °C, dilanjutkan dengan penangas air hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak etanol dari betas yang sama selanjutnya digunakan sebagai bahan pembuatan preparat hasil pengecilan ukuran. Rendemen dihitung sebagai persentase massa ekstrak kental terhadap massa serbuk simplisia.

Pemeriksaan simplisia meliputi kadar air, kadar sari larut air, kadar sari larut etanol, kadar abu total, dan kadar abu tidak larut asam. Kadar air ditetapkan melalui distilasi azeotrop menggunakan toluena. Kadar sari ditentukan dari residu filtrat setelah penguapan dan pengeringan hingga bobot tetap. Kadar abu diperoleh melalui pemijaran, sedangkan fraksi abu tidak larut asam ditentukan setelah perlakuan dengan asam klorida. Prosedur tersebut mengacu pada rujukan farmakognosi dan farmakope yang digunakan dalam penelitian [10,11].

Skrining fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan pada ekstrak etanol sebelum proses homogenisasi dan ultrasonikasi. Pemeriksaan meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida. Alkaloid diuji menggunakan pereaksi pengendap Bouchardat dan Dragendorff; flavonoid dengan magnesium, asam klorida, dan amil alkohol; tanin dengan besi(III) klorida; saponin berdasarkan pembentukan busa stabil; steroid dengan pereaksi Liebermann-Burchard; dan komponen glikon dengan pereaksi Molisch. Interpretasi didasarkan pada respons warna atau pembentukan endapan yang sesuai dengan rujukan skrining fitokimia [12,13]. Hasil dinyatakan secara kualitatif sebagai positif atau negatif dan tidak digunakan untuk menyatakan kadar maupun identitas senyawa individual.

Pembuatan dan karakterisasi nano ekstrak

Sebanyak 30 g ekstrak etanol diproses menggunakan homogenizer pada kecepatan 1.700 rpm selama satu jam, kemudian dilanjutkan dengan ultrasonikasi selama satu jam [14]. Distribusi ukuran partikel dianalisis menggunakan *particle size analyzer* (FRITSCH ANALYSETTE 22 NanoTec) dengan model perhitungan Mie sesuai keluaran instrumen. Istilah nano ekstrak digunakan sebagai nama preparat penelitian, sedangkan interpretasi ukuran didasarkan pada hasil karakterisasi aktual.

Penyiapan bakteri dan konsentrasi uji

Biakan murni *S. epidermidis* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara. Biakan diremajakan pada *nutrient agar* selama 24 jam pada suhu 37 °C. Suspensi disiapkan dalam NaCl 0,9% dan kekeruhannya disetarakan dengan standar McFarland 0,5. Larutan uji dibuat melalui pengenceran serial dua kali lipat. Seri ekstrak etanol terdiri atas 0,78%; 1,56%; 3,125%; 6,25%; 12,5%; 25%; 50%; dan 100%, sedangkan seri nano ekstrak terdiri atas 0,078%; 0,156%; 0,3125%; 0,625%; 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10%. DMSO digunakan sebagai pelarut. Nilai persentase menunjukkan konsentrasi nominal larutan uji sebelum pencampuran dengan medium; konsentrasi akhir dalam medium tidak ditetapkan melalui verifikasi analitik.

Pengukuran absorbansi dan penetapan KHM operasional

Setiap tabung perlakuan berisi 3,5 mL MHB, 0,5 mL suspensi bakteri, dan 1 mL larutan uji. Kontrol pertumbuhan terdiri atas medium dan bakteri tanpa ekstrak, sedangkan kontrol ekstrak tanpa inokulum digunakan untuk menilai sinyal dasar preparat. Pengukuran absorbansi pada 600 nm dilakukan sebelum dan setelah inkubasi 24 jam pada 37 °C dalam tiga ulangan (n=3). Perubahan absorbansi dihitung sebagai $\Delta A_{600} = A_{24} - A_0$. Konsentrasi nominal terendah yang menunjukkan penurunan rerata absorbansi setelah inkubasi ditetapkan sebagai KHM operasional. Karena pembacaan belum dikoreksi dengan blanko spesifik untuk

setiap konsentrasi, titik akhir ini digunakan sebagai indikator penghambatan dalam sistem penelitian, bukan sebagai KHM baku yang ekuivalen dengan metode mikrodilusi terstandar [8,19,20].

Subkultur dan penetapan KBM operasional

Subkultur dilakukan mulai dari konsentrasi KHM operasional dan tiga konsentrasi bertingkat di atasnya, yaitu 6,25%; 12,5%; 25%; dan 50% untuk ekstrak etanol serta 0,625%; 1,25%; 2,5%; dan 5% untuk nano ekstrak. Sebanyak 0,1 mL dari masing-masing tabung disebarkan pada MHA dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Pertumbuhan dicatat secara kualitatif sebagai ada atau tidak ada koloni. Konsentrasi terendah tanpa pertumbuhan pada ketiga ulangan ditetapkan sebagai KBM operasional. Penetapan ini dibedakan dari KBM kuantitatif yang mensyaratkan enumerasi bakteri hidup dan pengendalian carry-over antimikroba [8,19].

Uji difusi cakram

Permukaan MHA diinokulasi menggunakan usap steril yang telah dicelupkan ke dalam suspensi *S. epidermidis*. Cakram yang telah diberi larutan uji ditempatkan pada medium; siprofloksasin digunakan sebagai kontrol positif dan DMSO sebagai kontrol pelarut. Konsentrasi yang diuji adalah ekstrak etanol 6,25-50% dan nano ekstrak 0,625-5%. Setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C, diameter zona bening diukur dari tepi ke tepi melalui pusat cakram menggunakan jangka sorong digital dan dilaporkan dalam milimeter. Kategori sensitif, intermediet, dan resisten menurut CLSI tidak diterapkan pada ekstrak tanaman karena breakpoint tersebut dikembangkan untuk antibiotik, dosis cakram, dan kondisi uji terstandar tertentu [16].

Penyajian dan analisis data

Data absorbansi disajikan sebagai rerata tiga ulangan sebelum dan setelah inkubasi, sedangkan data subkultur disajikan secara kualitatif dan diameter zona hambat sebagai rerata. Normalitas dan homogenitas varians dievaluasi menggunakan uji Shapiro-Wilk dan Levene. ANOVA satu arah dilakukan secara terpisah pada empat konsentrasi setiap preparat dengan taraf signifikansi 0,05. Besaran efek dihitung sebagai eta-squared ($\eta^2 = SS_{\text{santara}}/SS_{\text{total}}$) dari keluaran ANOVA. Analisis inferensial digunakan untuk menilai perbedaan global antarkonsentrasi dalam masing-masing preparat. Karena rentang konsentrasi kedua seri tidak ekuivalen, ekstrak etanol dan nano ekstrak tidak dibandingkan secara langsung dengan uji inferensial.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik bahan dan hasil skrining fitokimia

Ekstraksi 500 g serbuk kulit durian menghasilkan 146,9 g ekstrak kental dengan rendemen 29,38%. Pemeriksaan simplisia menunjukkan kadar air 6,0%, kadar sari larut air 16,4%, kadar sari larut etanol 13,3%, kadar abu total 5,0%, dan kadar abu tidak larut asam 0,4% (Tabel 1). Parameter tersebut menggambarkan mutu bahan awal yang digunakan pada penelitian dan mendukung keterlacakan karakteristik sampel. Rendemen menunjukkan fraksi massa yang tersari oleh pelarut, tetapi tidak secara langsung merepresentasikan kadar komponen aktif maupun kekuatan aktivitas antibakteri.

Tabel 1. Karakteristik simplisia dan skrining fitokimia ekstrak kulit durian.

Parameter	Hasil	Bahan yang diuji
Kadar air	6,0%	Simplisia
Kadar sari larut air	16,4%	Simplisia
Kadar sari larut etanol	13,3%	Simplisia
Kadar abu total	5,0%	Simplisia
Kadar abu tidak larut asam	0,4%	Simplisia
Alkaloid	Positif	Ekstrak etanol
Flavonoid	Positif	Ekstrak etanol
Tanin	Positif	Ekstrak etanol
Saponin	Positif	Ekstrak etanol
Steroid	Positif	Ekstrak etanol
Glikosida	Positif	Ekstrak etanol

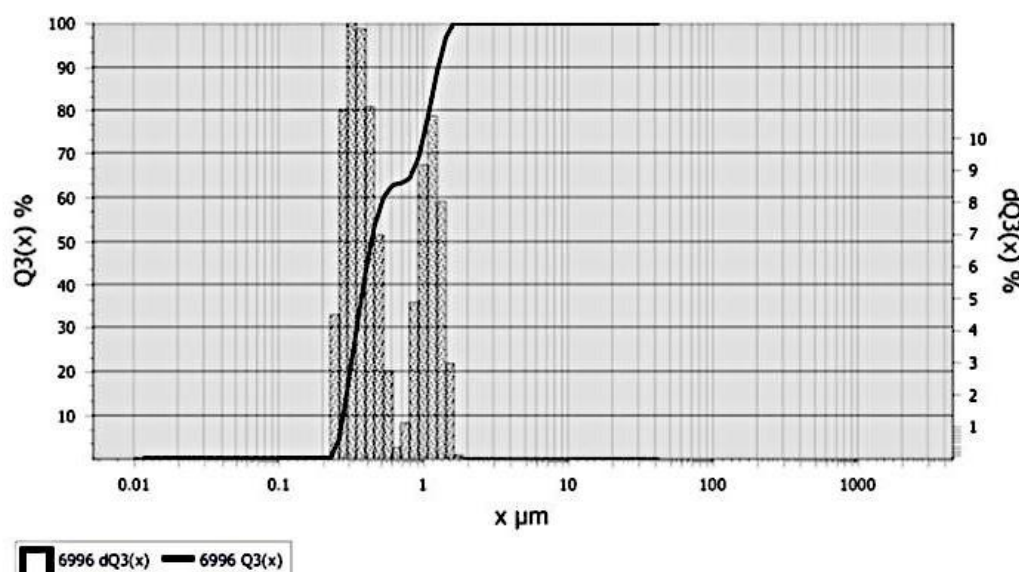
Nilai persentase mengikuti hasil pemeriksaan yang dilaporkan. Skrining bersifat kualitatif dan tidak menunjukkan kadar senyawa individual.

Skrining fitokimia menunjukkan reaksi positif untuk alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida. Endapan pada uji alkaloid, warna jingga pada lapisan amil alkohol, warna hijau kehitaman pada uji tanin, busa stabil pada uji saponin, warna biru-hijau pada uji steroid, serta cincin ungu pada reaksi Molisch merupakan respons kualitatif yang mendukung keberadaan golongan metabolit tersebut. Berbagai golongan metabolit tumbuhan, termasuk alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid/steroid, dan saponin, telah dikaitkan dengan gangguan membran, sintesis makromolekul, metabolisme energi, dan faktor virulensi bakteri [13,23]. Namun, karena skrining ini bersifat kualitatif, kontribusi relatif masing-masing golongan dan kemungkinan interaksi antarsenyawa tidak dapat ditentukan dari hasil tersebut.

Profil fitokimia yang diperoleh sejalan dengan laporan bahwa fraksi kulit durian mengandung beragam komponen bioaktif dan bahwa ekstrak etanol kulit durian dapat menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap mikroorganisme tertentu [2,3]. Penelitian pada bagian putih kulit durian juga menunjukkan bahwa metode pengeringan dapat memengaruhi komposisi kimia dan sifat bioaktif bahan [17]. Temuan tersebut memberikan konteks biologis bagi aktivitas yang diamati sekaligus menegaskan pentingnya pengendalian proses dan karakteristik bahan pada setiap preparat.

Ukuran partikel preparat hasil homogenisasi

Analisis PSA menunjukkan rerata ukuran partikel 0,64572 μm atau 645,72 nm (Gambar 1). Menurut terminologi ISO, skala nano berada pada kisaran sekitar 1-100 nm; karena itu, rerata ukuran 645,72 nm lebih tepat dikategorikan sebagai ukuran submikron [22]. Istilah nano ekstrak tetap digunakan sebagai nama preparat dalam penelitian. Karakterisasi yang dilakukan tidak mencakup ukuran ekstrak sebelum pemrosesan, indeks polidispersitas, zeta potensial, maupun parameter distribusi D10/D50/D90, sehingga perubahan keseragaman dan stabilitas dispersi akibat proses tidak dapat ditentukan. Secara teoritis, pengecilan ukuran dapat meningkatkan luas permukaan dan memodifikasi perpindahan komponen, tetapi efek tersebut perlu dipertimbangkan bersama komposisi dan karakteristik dispersi [7].



Gambar 1. Distribusi ukuran partikel preparat kulit durian berdasarkan analisis PSA. Rerata ukuran partikel sebesar 0,64572 μm (645,72 nm).

Perubahan absorbansi dan KHM operasional

Pada ekstrak etanol, konsentrasi nominal 0,78-3,125% menunjukkan peningkatan rerata absorbansi, sedangkan penurunan mulai teramati pada 6,25%, dari 0,1993 menjadi 0,0953 ($\Delta A_{600} = -0,1040$). Pada nano ekstrak, peningkatan masih terlihat pada 0,078-0,3125%, sedangkan penurunan dimulai pada 0,625%, dari 0,0910 menjadi 0,0587 ($\Delta A_{600} = -0,0323$) (Tabel 2). Kontrol pertumbuhan memperlihatkan peningkatan absorbansi selama inkubasi, yaitu dari rerata 0,013 menjadi 1,450 pada rangkaian ekstrak etanol dan dari 0,013 menjadi 1,088 pada rangkaian nano ekstrak. Berdasarkan kriteria operasional penelitian, KHM ditetapkan pada 6,25% untuk ekstrak etanol dan 0,625% untuk nano ekstrak.

Interpretasi absorbansi ekstrak tumbuhan memerlukan perhatian terhadap kontribusi optik selain kekeruhan sel bakteri. Kontrol ekstrak tanpa inokulum meningkat dari 2,0170 menjadi 2,7520 pada ekstrak etanol dan dari 0,9160 menjadi 0,9807 pada nano ekstrak. Perubahan ini menunjukkan adanya kontribusi

nonbakterial, seperti perubahan warna, agregasi, pengendapan, atau perubahan dispersi selama inkubasi. Gangguan warna dan kekeruhan ekstrak pada penetapan titik akhir berbasis absorbansi juga telah dilaporkan dalam kajian metodologis [20]. Karena pengukuran tidak menggunakan blanko spesifik pada setiap konsentrasi, nilai KHM dilaporkan sebagai KHM operasional dan tidak disetarakan dengan MIC hasil metode mikrodilusi terstandarisasi.

DMSO tidak membentuk zona hambat pada uji difusi cakram. Namun, respons tersebut tidak dapat diekstrapolasi langsung ke sistem dilusi cair karena pengaruh pelarut bergantung pada kadar akhirnya di dalam medium. Kadar DMSO akhir pada setiap tabung tidak ditetapkan secara kuantitatif; oleh karena itu, perbandingan kedua preparat ditafsirkan berdasarkan pola respons pada konsentrasi nominal, bukan sebagai perbandingan dosis aktif yang telah distandardisasi [18,20].

Tabel 2. Rerata absorbansi sebelum dan setelah inkubasi pada uji dilusi cair.

Preparat	Konsentrasi (%)	A ₀	A ₂₄	ΔA ₆₀₀
Ekstrak etanol	0,78	0,0217	0,0290	+0,0073
Ekstrak etanol	1,56	0,0307	0,0810	+0,0503
Ekstrak etanol	3,125	0,0793	0,1060	+0,0267
Ekstrak etanol	6,25	0,1993	0,0953	-0,1040
Ekstrak etanol	12,5	0,4117	0,1670	-0,2447
Ekstrak etanol	25	0,7717	0,5610	-0,2107
Ekstrak etanol	50	1,2433	0,7580	-0,4853
Ekstrak etanol	100	2,4813	1,1670	-1,3143
Nano ekstrak	0,078	0,0210	0,0640	+0,0430
Nano ekstrak	0,156	0,0350	0,0677	+0,0327
Nano ekstrak	0,3125	0,0527	0,0610	+0,0083
Nano ekstrak	0,625	0,0910	0,0587	-0,0323
Nano ekstrak	1,25	0,1830	0,1083	-0,0747
Nano ekstrak	2,5	0,2373	0,1330	-0,1043
Nano ekstrak	5	0,2863	0,1760	-0,1103
Nano ekstrak	10	0,7883	0,4783	-0,3100

A₀: sebelum inkubasi; A₂₄: setelah inkubasi 24 jam; ΔA₆₀₀ = A₂₄ - A₀. Rerata dihitung ulang dari tiga pengamatan, kemudian dibulatkan empat desimal. Nilai belum dikoreksi terhadap blanko spesifik setiap konsentrasi.

Pertumbuhan setelah subkultur

Pada ekstrak etanol, pertumbuhan masih teramati pada seluruh ulangan pada konsentrasi 6,25%, 12,5%, dan 25%, sedangkan pada 50% tidak teramati pertumbuhan. Pola serupa diperoleh pada nano ekstrak: pertumbuhan masih terdeteksi pada 0,625%, 1,25%, dan 2,5%, sementara pada 5% tidak teramati koloni pada ketiga ulangan (Tabel 3; Gambar 2). Dengan demikian, konsentrasi yang memenuhi titik akhir tanpa pertumbuhan berada di atas konsentrasi awal yang menunjukkan penurunan absorbansi pada kedua preparat.

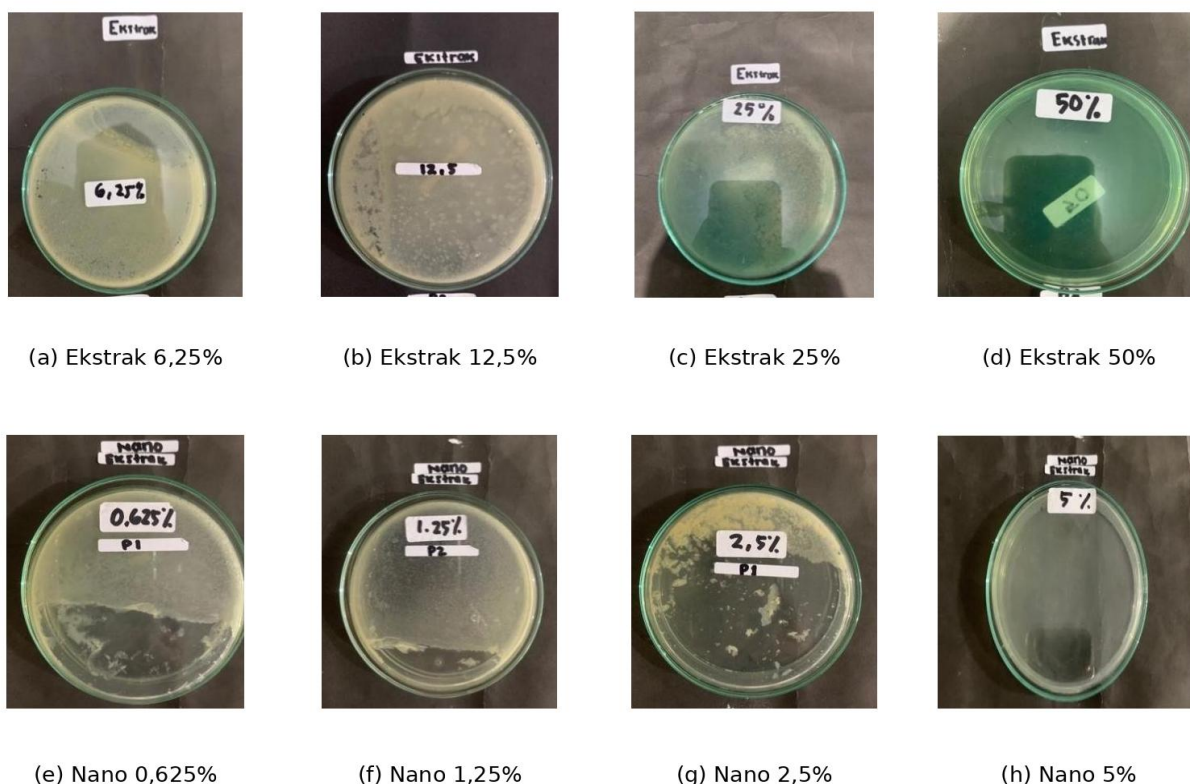
Tabel 3. Pertumbuhan setelah subkultur dan rerata diameter zona hambat.

Preparat	Konsentrasi (%)	Subkultur P1/P2/P3	Rerata zona hambat (mm)
Ekstrak etanol	6,25	+/+/+	6,6
Ekstrak etanol	12,5	+/+/+	8,6
Ekstrak etanol	25	+/+/+	11,6
Ekstrak etanol	50	-/-/-	14,5
Nano ekstrak	0,625	+/+/+	8,3
Nano ekstrak	1,25	+/+/+	11,6
Nano ekstrak	2,5	+/+/+	13,2
Nano ekstrak	5	-/-/-	18,3

+: terdapat pertumbuhan; -: tidak teramati pertumbuhan. Subkultur dan difusi cakram adalah pengujian yang berbeda. Rerata kontrol difusi: siprofloksasin 23,8 mm; DMSO 0 mm. Data ulangan zona hambat tidak tersedia untuk menghitung simpangan baku.

Perbedaan antara titik awal penurunan absorbansi dan hasil subkultur menunjukkan bahwa perubahan kekeruhan dan kemampuan bakteri untuk tumbuh kembali merepresentasikan titik akhir biologis yang berbeda. Berdasarkan kriteria penelitian, konsentrasi 50% pada ekstrak etanol dan 5% pada nano ekstrak

ditetapkan sebagai KBM operasional. Karena subkultur dinilai secara kualitatif, besarnya reduksi viabilitas tidak dapat dihitung dan kemungkinan *carry-over* ekstrak ke medium agar tetap perlu dipertimbangkan. Penetapan KBM secara kuantitatif memerlukan enumerasi CFU dan pengendalian residu antimikroba [8,19].



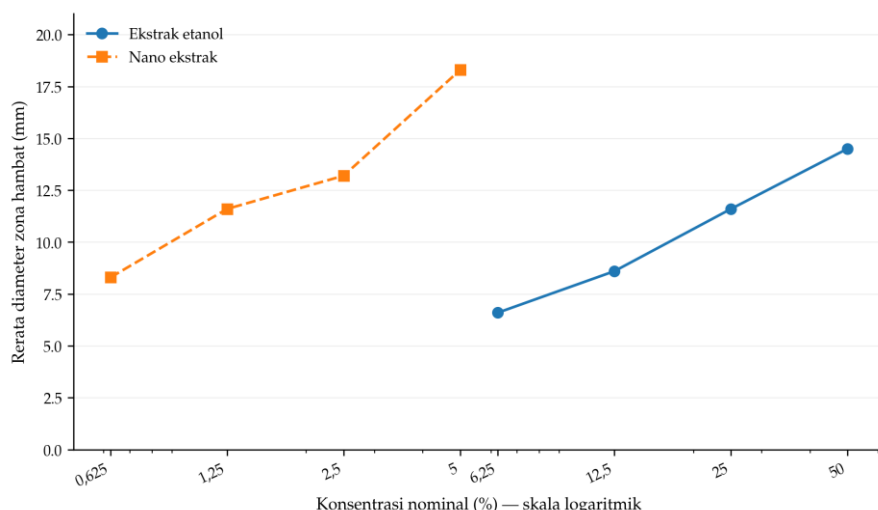
Gambar 2. Dokumentasi hasil subkultur *S. epidermidis* setelah paparan ekstrak etanol (a-d) dan nano ekstrak (e-h) pada konsentrasi nominal yang diuji.

Diameter zona hambat

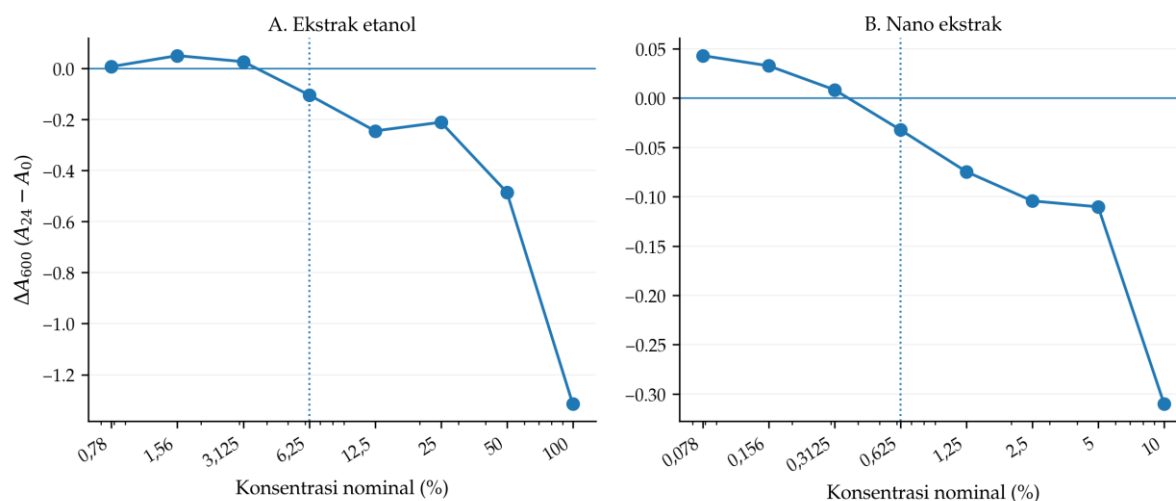
Rerata diameter zona hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi nominal pada kedua preparat. Ekstrak etanol menghasilkan zona hambat 6,6; 8,6; 11,6; dan 14,5 mm pada konsentrasi 6,25%; 12,5%; 25%; dan 50%, sedangkan nano ekstrak menghasilkan 8,3; 11,6; 13,2; dan 18,3 mm pada 0,625%; 1,25%; 2,5%; dan 5% (Tabel 3 dan Gambar 3). Siprofloksasin sebagai kontrol positif menghasilkan rerata 23,8 mm, sedangkan DMSO tidak menghasilkan zona hambat. Pola konsentrasi-respons dalam masing-masing seri menunjukkan peningkatan respons difusi seiring kenaikan konsentrasi, tanpa menerapkan kategori sensitif, intermediat, atau resisten yang diperuntukkan bagi antibiotik klinis [16].

Pada rentang konsentrasi masing-masing, nano ekstrak menghasilkan zona hambat yang lebih besar pada konsentrasi nominal yang lebih rendah. Pengecilan ukuran berpotensi memengaruhi dispersi dan perpindahan komponen melalui matriks agar, sehingga diameter zona hambat dapat mencerminkan kombinasi aktivitas biologis dan kemampuan difusi bahan [7,8]. Namun, kedua preparat tidak diuji pada konsentrasi nominal yang sama dan konsentrasi akhir di dalam sistem uji tidak diverifikasi secara analitik. Oleh karena itu, hasil ini menunjukkan perbedaan pola respons antarkedua seri, tetapi tidak menetapkan peningkatan potensi intrinsik sebesar sepuluh kali atau superioritas farmakologis nano ekstrak.

Hasil penelitian ini sejalan secara umum dengan laporan aktivitas antibakteri kulit durian pada mikroorganisme lain, meskipun besarnya respons bergantung pada bahan, preparasi, mikroorganisme uji, dan metode pengujian. Pratiwi dan kolega mengevaluasi *P. acnes*, sedangkan Ahmad dan kolega menggunakan *E. coli*; pengembangan serum kulit durian juga berada dalam konteks formulasi yang berbeda [1,3,4]. Perbedaan sasaran biologis dan rancangan metode membatasi perbandingan numerik langsung. Demikian pula, breakpoint CLSI berlaku untuk antibiotik pada kondisi uji terstandar dan tidak digunakan sebagai kategori klinis bagi ekstrak tanaman [16].



Gambar 3. Hubungan konsentrasi nominal dengan rerata diameter zona hambat pada masing-masing preparat. Sumbu konsentrasi menggunakan skala logaritmik; garis menghubungkan titik pengamatan dan tidak merepresentasikan model regresi. Error bar tidak ditampilkan karena nilai ulangan individual zona hambat tidak tersedia untuk menghitung simpangan baku per konsentrasi.



Gambar 4. Profil perubahan absorbansi ($\Delta A_{600} = A_{24} - A_0$) menurut konsentrasi nominal pada (A) ekstrak etanol dan (B) nano ekstrak. Garis horizontal menunjukkan $\Delta A_{600} = 0$, sedangkan garis vertikal putus-putus menandai KHM operasional masing-masing preparat. Nilai negatif menunjukkan absorbansi setelah inkubasi lebih rendah daripada sebelum inkubasi. Data disajikan secara deskriptif tanpa koreksi blanko spesifik untuk setiap konsentrasi.

Hasil analisis statistik dan batas interpretasi

ANOVA satu arah menunjukkan perbedaan diameter zona hambat yang bermakna di antara empat konsentrasi ekstrak etanol, $F(3,8) = 440,784$; $p < 0,001$, dan di antara empat konsentrasi nano ekstrak, $F(3,8) = 524,683$; $p < 0,001$. Uji Levene menghasilkan $p = 0,461$ dan $p = 0,386$, sedangkan nilai p Shapiro-Wilk pada kelompok yang dapat diuji tidak lebih kecil dari 0,05. Nilai η^2 masing-masing sebesar 0,994 dan 0,995, menunjukkan bahwa variasi antarkonsentrasi merupakan komponen utama variasi yang teramati dalam setiap seri. Dengan $n=3$ per konsentrasi, ketepatan pengujian asumsi tetap terbatas. Selain itu, tanpa analisis *post-hoc*, ANOVA hanya menunjukkan perbedaan global dan tidak menetapkan perbedaan statistik pada setiap pasangan konsentrasi maupun perbedaan langsung antarkedua preparat.

Interpretasi temuan mempertimbangkan beberapa keterbatasan metodologis, yaitu konsentrasi akhir dan kadar DMSO yang tidak diverifikasi secara analitik, ketiadaan blanko optik spesifik pada setiap konsentrasi, serta penetapan titik akhir bakterisidal melalui subkultur kualitatif. Karakterisasi dispersi juga tidak mencakup distribusi ukuran lengkap, indeks polidispersitas, zeta potensial, dan stabilitas. Aktivitas terhadap biofilm, keamanan terhadap sel kulit, serta pengaruh terhadap komunitas mikrobiota tidak

dievaluasi, padahal *S. epidermidis* memiliki fungsi komensal sekaligus potensi oportunistik [21]. Dengan demikian, temuan penelitian merepresentasikan aktivitas antibakteri *in vitro* pada kondisi eksperimental yang digunakan.

Kesimpulan

Ekstrak etanol dan preparat hasil pengecilan ukuran kulit durian menunjukkan aktivitas antibakteri *in vitro* terhadap *S. epidermidis*. KHM operasional diperoleh pada konsentrasi nominal 6,25% untuk ekstrak etanol dan 0,625% untuk nano ekstrak, sedangkan titik akhir tanpa pertumbuhan setelah subkultur teramati pada 50% dan 5%. Diameter zona hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi dalam masing-masing seri. Preparat hasil pengecilan ukuran mencapai titik akhir penghambatan pada konsentrasi nominal yang lebih rendah, tetapi perbedaan tersebut tidak dapat diartikan sebagai peningkatan potensi intrinsik atau penurunan dosis terapeutik tanpa verifikasi konsentrasi akhir dan kesetaraan kandungan. Pengujian lanjutan dengan mikrodilusi terstandar, blanko spesifik per konsentrasi, enumerasi CFU, karakterisasi distribusi dan stabilitas partikel, serta perbandingan pada dosis ekuivalen diperlukan untuk memperkuat interpretasi farmakologis.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan yang berkaitan dengan penelitian maupun publikasi artikel ini.

Referensi

- [1] Pratiwi M, Kawuri R, Ardhana IPG. Potensi antibakteri limbah kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.) terhadap *Propionibacterium acnes* penyebab jerawat. J Biol Udayana 2019;23:8-15. <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2019.v23.i01.p02>.
- [2] Nguyen TCV, Huynh TT, Huynh TVA, Vo NMT, Le HO, Nguyen TTT, et al. Phytochemical profile, *in vitro* anti-inflammatory, and anti-xanthine oxidase activity of durian fruit rind fractions (*Durio zibethinus*). Int J Food Sci Technol 2024;59:4723–37. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17200>.
- [3] Ahmad R, Amiruddin R, Arsin AA, Stang S, Ishak H, Wahiduddin, et al. Phytochemical screening and antibacterial activity test of ethanol extract of durian (*Durio zibethinus* murr.) Soya varieties against pathogen bacteria *Escherichia coli* in raw drinking water. Pharmacogn J 2024;16:933–41. <https://doi.org/10.5530/pj.2024.16.151>.
- [4] Saputra SA, Lailiyah M, Mu'arofah B. Efektivitas serum anti acne dari limbah kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.) dengan pengujian berbagai bakteri. Indones J Pharm Educ 2024;4:407–15. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28254>.
- [5] Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Medical microbiology. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2026. ClinicalKey eBook.
- [6] Ngari C, Poulet V, Percoco G, Penno-Mazzarino L, Seyer D. Early skin colonization by *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* reveals environment-dependent synergistic effects. Front Microbiol 2025;16:1677214. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1677214>.
- [7] Hajipour MJ, Saei AA, Walker ED, Conley B, Omidi Y, Lee KB, et al. Nanotechnology for targeted detection and removal of bacteria: opportunities and challenges. Adv Sci 2021;8:2100556. <https://doi.org/10.1002/advs.202100556>.
- [8] Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: a review. J Pharm Anal 2016;6:71–9. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>.
- [9] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Cara pembuatan simplisia. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1985.
- [10] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Materia medika Indonesia. vol. V. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1989.
- [11] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Farmakope Indonesia. 4th ed. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1995.
- [12] Ningtias A, Rani Z. Simplicia characteristics and phytochemical screening of buni fruit (*Antidesma bunius* L. Spreng). Indones J Sci Pharm 2023;1:1–7.

- [13] Farnsworth NR. Biological and phytochemical screening of plants. J Pharm Sci 1966;55:225–76. <https://doi.org/10.1002/jps.2600550302>.
- [14] Fitri RM, Lubis MS, Dalimunthe GI, Yuniarti R. Phytochemical screening, formulation and physical quality test of nanoserum of pineapple hump extract (*Ananas comosus* (L.) Merr). J Pharm Sci 2023;6:1346–55. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.207>.
- [15] Munira M, Nasir M. Uji kadar hambat minimum (KHM) dan kadar bunuh minimum (KBM) ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dari geothermal Ie Seum Aceh Besar terhadap *Staphylococcus aureus*. J SAGO Gizi Kesehat 2023;4:179–85.
- [16] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 36th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2026.
- [17] Van CK, Le QA, Nguyen HT, Nguyen PTN, Nguyen TTNH. Effects of selected drying methods on the chemical composition and bioactive properties of durian (*Durio zibethinus*) white peel flour. Int J Food Sci Technol 2026;61:vvag055. <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvag055>.
- [18] Rahmi M, Putri DH. Aktivitas antimikroba DMSO sebagai pelarut ekstrak alami. Serambi Biol 2020;5:56–8.
- [19] Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 12th ed. CLSI standard M07. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2024.
- [20] Bubonja-Šonje M, Knežević S, Abram M. Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant-derived polyphenolic compounds. Arh Hig Rada Toksikol. 2020;71:300-311. <https://doi.org/10.2478/aiht-2020-71-3396>.
- [21] Burke Ó, Zeden MS, O'Gara JP. The pathogenicity and virulence of the opportunistic pathogen *Staphylococcus epidermidis*. Virulence. 2024;15:2359483. <https://doi.org/10.1080/21505594.2024.2359483>.
- [22] International Organization for Standardization. ISO 80004-1:2023 Nanotechnologies - Vocabulary - Part 1: Core vocabulary. Geneva: ISO; 2023.
- [23] Uttam, Kumar R, Singh A, Biswas D. Unraveling the intricate roles of plant secondary metabolites in mitigating bacterial multidrug resistance: challenges and prospects. J Nat Prod. 2025;88:2247-2258. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.5c00349>.