

Determination of minimum inhibitory concentrations and minimum killing concentrations of matoa leaf (*Pometia pinnata*) ethanol extract and nanoparticles against *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum ekstrak etanol dan nanopartikel ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata*) terhadap *Cutibacterium acnes*

Liyuza Safira ^a, Anny Sartika Daulay ^{a*}, Ridwanto ^a, Haris Munandar Nasution ^a.

^a Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: annysartika@umnaw.ac.id

Abstract

Infectious diseases are caused by the entry and proliferation of microorganisms, including bacteria, fungi, parasites, and viruses. These diseases occur when microbial interactions lead to host tissue damage, resulting in various clinical symptoms and signs. This study aimed to formulate nanoparticles of ethanol extract from matoa leaves and compare the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) values, as well as evaluate the antibacterial activity of both the extract and its nanoparticles against *Cutibacterium acnes*. This research was conducted experimentally. The independent variables were the concentrations of matoa leaf extract (6.25%, 12.5%, 25%, and 50%) and matoa leaf extract nanoparticles (0.625%, 1.25%, 2.5%, and 5%). The dependent variable was the antibacterial activity of both formulations against *Escherichia coli* and *Cutibacterium acnes*. Nanoparticle size characterization was performed using a Particle Size Analyzer (PSA), yielding an average size of 528.95 nm. The MIC values for *C. acnes* were 12.5% for the extract and 1.25% for the nanoparticles, while the MBC values were 50% and 5%, respectively. The highest antibacterial activity of matoa leaf ethanol extract against *C. acnes* was observed at a concentration of 50% (inhibition zone: 27.86 mm), whereas the nanoparticles exhibited a maximum inhibition zone of 26.53 mm at a 5% concentration. These findings indicate that matoa leaf extract nanoparticles exhibit strong antibacterial activity against *C. acnes* at lower concentrations compared to the crude extract, suggesting their potential as an effective antibacterial agent.

Keywords: *Cutibacterium acnes*, matoa leaves, nanoparticles

Abstrak

Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh masuk dan berkembangbiaknya mikroorganisme, termasuk bakteri, fungi, parasit, dan virus. Penyakit ini terjadi ketika interaksi dengan mikroba menyebabkan kerusakan pada tubuh inang, yang memicu berbagai gejala dan tanda klinis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat nanopartikel ekstrak etanol daun matoa serta membandingkan nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM), serta mengevaluasi daya hambat aktivitas antibakteri ekstrak dan nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental. Variabel bebas meliputi konsentrasi ekstrak daun matoa (6,25%, 12,5%, 25%, dan 50%) dan konsentrasi nanopartikel ekstrak daun matoa (0,625%, 1,25%, 2,5%, dan 5%). Variabel terikat adalah aktivitas antibakteri ekstrak dan nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Escherichia coli* dan *Cutibacterium acnes*. Karakterisasi ukuran nanopartikel ekstrak dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), dengan hasil

ukuran rata-rata 528,95 nm. Nilai KHM ekstrak daun matoa terhadap *C. acnes* adalah 12,5%, sedangkan nanopartikel ekstrak daun matoa adalah 1,25%. Nilai KBM ekstrak daun matoa adalah 50%, sementara untuk nanopartikel adalah 5%. Aktivitas antibakteri tertinggi ekstrak etanol daun matoa terhadap *C. acnes* diperoleh pada konsentrasi 50% dengan diameter zona hambat 27,86 mm, sedangkan nanopartikel ekstrak daun matoa menunjukkan zona hambat 26,53 mm pada konsentrasi 5%, yang dikategorikan sebagai sensitif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi nanopartikel ekstrak daun matoa dapat mengurangi dosis yang diperlukan hingga sepuluh kali lipat dibandingkan ekstrak konvensional, sehingga berpotensi sebagai agen antibakteri yang lebih efektif.

Kata Kunci : *Cutibacterium acnes*, daun matoa, nanopartikel .



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 [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.v8i1.786>

Article History:

Received: 03/01/2025,
Revised: 10/03/2025
Accepted: 10/03/2025
Available Online: 10/03/2025

QR access this Article



Pendahuluan

Nanoteknologi telah menjadi salah satu bidang teknik yang berkembang pesat dalam fisika, kimia, dan biologi dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa bentuk nanoteknologi yang menarik perhatian di bidang biomedis adalah nanomedisin, nanoemulsi, dan nanopartikel [1]. Nanopartikel merupakan partikel koloid padat dengan diameter 1–1000 nm, di mana bentuk dan ukuran partikel berperan penting dalam menentukan efikasi obat, karena memengaruhi disolusi, absorpsi, dan distribusi obat dalam tubuh [1].

Penyakit infeksi ialah penyakit yang disebabkan oleh masuk dan berkembangbiaknya mikroorganisme, suatu kelompok luas dari organisme mikroskopik yang terdiri dari satu atau banyak sel seperti bakteri, fungi, dan parasit serta virus [2].

Penyakit infeksi disebabkan oleh masuk dan berkembangbiaknya mikroorganisme, termasuk bakteri, fungi, parasit, dan virus [2]. Infeksi terjadi ketika interaksi mikroba dengan tubuh inang menyebabkan kerusakan yang mengakibatkan berbagai gejala dan tanda klinis [3].

Salah satu bakteri penyebab infeksi adalah *Cutibacterium acnes*, yang merupakan flora normal kulit dan tergolong bakteri gram positif yang berperan dalam pembentukan jerawat [4–6]. Jerawat terbentuk akibat penyumbatan folikel oleh sel kulit mati dan sebum, yang kemudian menyebabkan peradangan karena aktivitas *C. acnes* di dalam folikel sebacea [7].

Pengobatan infeksi bakteri umumnya menggunakan antibiotik. Namun, penggunaan antibiotik yang tidak rasional telah menyebabkan peningkatan resistensi bakteri serta menimbulkan efek toksik bagi tubuh [8]. Fenomena resistensi ini menjadi tantangan besar dalam dunia medis, sehingga diperlukan alternatif antibakteri yang lebih aman dan efektif. Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan senyawa antibakteri alami dari tanaman obat [9].

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai antibakteri alami adalah daun matoa (*Pometia pinnata* J.R. Forst & G. Forst). Tanaman ini banyak ditemukan di Indonesia, terutama di Papua, dan telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional. Daun matoa diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, tanin, glikosida, antrakuinon, dan fenol [6,10,11]. Beberapa penelitian

melaporkan bahwa ekstrak daun matoa memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli* [12,13]. Senyawa aktif dalam daun matoa, seperti saponin dan flavonoid, diketahui dapat mengganggu membran sel bakteri dan menghambat pertumbuhannya [11].

Meskipun ekstrak daun matoa memiliki potensi sebagai antibakteri, efektivitasnya dapat ditingkatkan melalui formulasi dalam bentuk nanopartikel. Nanopartikel dapat meningkatkan bioavailabilitas dan stabilitas senyawa aktif, serta memungkinkan penetrasi yang lebih baik ke dalam sel bakteri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak etanol daun matoa dalam bentuk konvensional dan nanopartikel terhadap *C. acnes*, dengan pendekatan konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM).

Berdasarkan penelitian terdahulu, ekstrak etanol daun matoa telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Namun, studi mengenai efektivitasnya terhadap *Cutibacterium acnes*, khususnya dalam bentuk nanopartikel, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi dan membandingkan efektivitas ekstrak etanol daun matoa dalam bentuk konvensional dan nanopartikel terhadap *C. acnes*.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas ekstrak etanol daun matoa dalam bentuk biasa dan nanopartikel dalam menghambat pertumbuhan *C. acnes*. Selain itu, penelitian ini mengkaji apakah formulasi nanopartikel dapat meningkatkan aktivitas antibakteri serta menurunkan dosis senyawa antibakteri yang diperlukan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan alternatif antibakteri alami yang lebih efektif serta berpotensi menjadi solusi terhadap permasalahan resistensi antibiotik.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode penelitian eksperimental, dimana variable bebas pada penelitian ini yaitu simplisia daun matoa (*Pometia pinnata*), ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*), nanopartikel ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*), dan uji aktivitas antibakteri difusi dan dilusi. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu pemeriksaan karakterisasi simplisia, skrining fitokimia, karakteristik nanopartikel ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*), uji aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* dan analisis data. Rancangan meliputi pengumpulan dan pengolahan sampel, skrining fitokimia, pemeriksaan karakterisasi simplisia pembuatan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*), pembuatan nanopartikel ekstrak daun matoa dan uji aktivitas antibakteri.

Lokasi dan jadwal penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari– Juni 2024, Penelitian ini dilakukan di beberapa Laboratorium. Untuk pembuatan simplisia, ekstrak, dan karakterisasi simplisia dilakukan di Laboratorium Botani Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah. Uji skrining fitokimia dan pembuatan nanopartikel dilakukan di Laboratorium Penelitian Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah. Uji antibakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah. Pengujian *Particle Size Analyzer* (PSA) dilakukan di Laboratorium Nanomedisin Universitas Sumatera Utara

Bahan Dan Peralatan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun matoa, etanol 96%, HCL 2N, FeCl₃ 1%, Kloralhidrat, Boucharat, Dragendorff, Mayer, Kloroform, media Nutrient Agar (NA), media Mueller Hinton Agar (MHA), cakram clyndamicyn 25µg, kitosan 0,1%, natrium tripolifosfat (Na-TPP) 0,1%, asam asetat, DMSO (Dimetil Sulfoksida), anhidrat larutan standar Mc.Farland 0,5, NaCl steril 0,9%, BaCl₂.2H₂O, H₂SO₄ 1%, aquadest, bakteri *Cutibacterium acnes* .

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rotary evaporator (DLAB), kertas saring, neraca analitik (Vibra), cawan porselin, kurs porselin, seperangkat alat penetapan kadar air, alat-alat gelas laboratorium, magnetic stirrer, homogenizer (IKA RW 20 digital), jangka sorong digital, aluminium foil, jarum ose, inkubator, autoklaf, oven, pipet tetes, blender, ayakan, toples kedap udara, Particle Size Analyzer (Fritsch), tabung reaksi, cawan petri, lampu spritus.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan disekitaran Aceh dengan pengambilan secara acak. Pengumpulan sampel dilakukan secara purposif yaitu mengambil tanaman dengan sengaja dari suatu tempat tanpa membandingkan dengan hasil dari daerah yang lain.

Identifikasi Tumbuhan

Determinasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Jurusan Biologi FMIPA Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Pengolahan Sampel

Daun matoa dibersihkan dari kotoran setelah dianggap bersih kemudian ditimbang beratnya lalu dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus. Kemudian diayak dan ditimbang serbuk tersebut dan disimpan didalam wadah.

Pembuatan Serbuk Simplisia Daun Matoa

Sampel daun matoa dikumpulkan, lalu dilakukan sortasi basah dengan memisahkan bagian pada daun yang tidak diperlukan selanjutnya dicuci dengan air mengalir, daun matoa yang telah dibersihkan lalu dikeringkan dengan cara angin-anginkan diudara terbuka yang terhindar dari sinar matahari langsung, kemudian dikeringkan dengan lemari pengering hingga kering. Daun matoa (*Pometia pinnata*) yang sudah kering, disortasi kering dengan cara membuang batu atau benda lain yang masuk pengeringan, dan dibuat serbuk dengan cara diblender dan diayak. Serbuk simplisia disimpan dalam wadah bersih dan tutup rapat [14].

Pembuatan ekstrak metanol dengan cara maserasi

Timbang masing-masing 300 g serbuk kulit kayu raru. Kemudian masukkan ke dalam 3 wadah maserasi, lalu diekstraksi dengan pelarut metanol dengan konsentrasi pelarut yang berbeda sebanyak 2250 ml. Kemudian wadah maserasi ditutup dan disimpan selama 5 hari di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung sambil sesekali diaduk, Selanjutnya disaring dengan kertas saring dipisahkan antara ampas dan filtratnya sehingga diperoleh ekstrak metanol I, kemudian ampas tersebut kembali di maserasi dengan 750 ml metanol dan disimpan selama 2 hari di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung sambil sesekali diaduk, kemudian disaring dengan kertas saring dipisahkan antara ampas dan filtratnya sehingga diperoleh ekstrak metanol II. Ekstrak metanol I dan ekstrak etanol II dicampur dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator dengan suhu tidak lebih dari 50°C sehingga diperoleh ekstrak metanol, kemudian di pekatkan kembali di penangas air atau waterbath hingga memperoleh ekstrak kental.

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Matoa

Pembuatan ekstrak etanol daun matoa dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Sebanyak 10 bagian (800 g) serbuk simplisia dimasukkan ke dalam bejana, kemudian dituangkan dengan 75 bagian etanol sebanyak 6000 ml dalam wadah tertutup rapat selama 5 hari terlindung dari cahaya, sambil sering diaduk lalu diperas sehingga didapat maserat I. Kemudian ampas yang diperoleh dibilas dengan 25 bagian etanol sebanyak 2000 ml sehingga diperoleh maserat II. Maserat I dan II digabung, kemudian dipindahkan ke dalam bejana tertutup dibiarkan di tempat yang sejuk terlindung dari cahaya matahari selama 2 hari, kemudian dienaptuangkan sehingga diperoleh ekstrak cair, lalu dipekatkan dengan cara diuapkan pada rotary evaporator dengan suhu tidak lebih dari 50 °C hingga diperoleh ekstrak kental [15].

Uji Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia simplisia daun matoa yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi identifikasi senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, glikosida, dan triterpenoid. Uji spesifik dilakukan untuk mendeteksi keberadaan masing-masing senyawa, seperti alkaloid menggunakan pereaksi Mayer dan Dragendorff, flavonoid dengan reaksi warna menggunakan Mg dan HCl, saponin melalui pembentukan busa, serta tanin dengan reaksi garam besi. Hasil skrining ini memberikan gambaran awal tentang kandungan senyawa bioaktif dalam daun matoa yang berpotensi memiliki aktivitas biologis.

Pembuatan Nanopartikel Ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*)

Pembuatan nanopartikel menggunakan metode gelas ionik. Ekstrak daun matoa dibuat dengan 2 beaker, dilakukan dengan menimbang 1g ekstrak daun matoa. Ekstrak daun matoa dilarutkan dalam 35 mL etanol 96% dicampur dengan 15 ml akuades dalam beaker 1000 mL. Kemudian ditambahkan dengan 100 ml larutan kitosan 0,1%, kemudian di dalam campuran tersebut ditambahkan 35 ml Na-TPP sambil diaduk dengan homogenizer 2000 rpm selama 15 menit. Setelah semua bahan tercampur kemudian diaduk kembali dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 1000 rpm lebih kurang selama 2 jam dengan kecepatan stabil. Kemudian koloid nanopartikel kinan dan Na-TPP daun matoa dipisahkan dengan sentrifugasi pada speed 8 selama 10 menit. Lalu padatan nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dimasukkan ke dalam lemari pendingin dengan suhu 3°C sampai menjadi padatan kering [6,10,16].

Distribusi Ukuran Partikel

Nanopartikel kitosan ekstrak daun matoa dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel yang dihasilkan [10,17]. Pada karakterisasi ukuran partikel dengan PSA, spesimen dilarutkan dalam 3 ml etanol. Kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam tabung dengan ketinggian larutan maksimum 15 mm. Kemudian distribusi diameter spesimen diukur menggunakan VASCO Nano Particle Analyzer. Pemeriksaan ini dilakukan berdasarkan metode *Dynamic Light Scattering* (DLS) menggunakan Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments).

Morfologi (SEM)

Pada karakterisasi morfologi dengan SEM, serbuk ekstrak meniran nano ditempelkan pada bagian ujung menggunakan *double tape*. Serbuk dikondisikan menjadi onduktif listrik dengan lapisan tipis sinar platinum dari lapisan selama 30 detik pada tekanan di bawah 2 Pa dan kekuatan arus 30 mA. Foto diambil pada tegangan elektron 10 kV pada perbesaran yang diinginkan [18].

Uji Aktivitas Antibakteri

Sterilisasi Alat

Sebelum alat digunakan perlu dilakukan sterilisasi alat. Alat yang di sterilkan yaitu cawan petri, tabung reaksi, beaker glass, erlenmeyer, pipet volume, gelas ukur, dibungkus dengan kertas lalu dimasukkan kedalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C. Untuk alat seperti jarum ose disterilkan dengan cara dibakar langsung pada api Bunsen. Lalu untuk media yang di gunakan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121 °C [19,20].

Sumber Isolat Bakteri

Isolat bakteri *Cutibacterium acnes* berasal dari biakan murni yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.

Pengujian Aktivitas Antibakteri

Metode Difusi Cakram

Uji aktivitas antibakteri yang dilakukan menggunakan metode cakram. Suspensi bakteri *Cutibacterium acnes* diambil menggunakan cotton bud steril. Cotton bud steril dimasukkan kedalam suspensi bakteri dengan diperas di pinggir tabung. Kemudian cotton bud di goreskan ke media MHA. Lalu letakkan kertas cakram menggunakan pinset, dan teteskan zat uji keatas kertas cakram menggunakan mikropipet. Dan letakkan juga kontrol positif (Clyndamycin) menggunakan pinset. Kontrol negative yang digunakan adalah DMSO. Lalu masukkan cawan petri ke dalam inkubator dan inkubasi selama 1x24 jam dengan suhu 37°C. lalu amati zona beningnya dan diukur menggunakan jangka sorong [19,20].

Metode Uji Dilusi

Konsentrasi Hambat Minimum

Metode yang digunakan ialah metode serial dilusi atau pengenceran bertingkat. Metode pengujian menggunakan turbidimetri. Sebanyak 10 tabung reaksi steril disiapkan. Setiap tabung dimasukkan media *Muller Hinton Broth* (MHB) sebanyak 3,5 mL dan 0,5 mL bakteri *C. acnes* ATCC 25923 yang setara dengan standar Mc Farland 0,5. Setiap tabung uji diberi label 1- 8, kemudian tabung 9 diberi label K (+) yang

merupakan kontrol positif, yaitu tabung yang berisi media dan bakteri. Tabung 10 diberi label K(-) yang merupakan kontrol negatif, yaitu tabung berisi Media. Tabung 1-8 dimasukkan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*) dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,25%, 3,125%, 1,56%, 0,78% dan nanopartikel ekstrak daun matoa 10%, 5%, 2,5%, 1, 25% dan 0,625%, 0,3125%, 0,156%, 0,078% masing masing sebanyak 1 mL dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri uv-vis.

Selanjutnya media tabung perlakuan diinkubasi selama 1x24 jam dan kemudian dilakukan kembali pengukuran absorbansi kembali menggunakan spektrofotometri uv-vis, semua tabung tersebut dilihat kekeruhannya secara visual, bila kekeruhan masing-masing tabung masih setara atau lebih keruh dari tabung K(+) yang berisi media dan suspensi *Cutibacterium acnes* berarti bakteri masih dapat bertumbuh, tetapi bila larutan dalam tabung terlihat mulai lebih jernih daripada tabung K(-) berarti pertumbuhan bakteri mulai terhambat. Hal inilah yang menunjukkan konsentrasi hambat minimum (KHM). Kadar hambat minimum ditentukan dengan konsentrasi ekstrak terkecil pada tabung perlakuan yang sudah mulai menghambat pertumbuhan bakteri.

Konsentrasi Bunuh Minimum

Sebanyak 15 mL MHA dituangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan selama beberapa menit sehingga menjadi padat. Kemudian dipipet sejumlah 0,1 mL dari tiap -tiap penengerceran kemudian disebar di atas media MHA steril. Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. KBM ditentukan dengan pengamatan ada tidaknya pertumbuhan bakteri dalam media agar setelah diinkubasi. Konsentrasi terendah yang memperlihatkan kematian bakteri (tidak ada pertumbuhan) merupakan nilai KBM. Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif berupa konsentrasi terendah dari ekstrak yang mampu menghambat dan membunuh *Cutibacterium acnes*.

Pengukuran Diameter Zona Hambat

Pengukuran diameter zona hambat dilakukan setelah diinkubasi selama 24 jam. Zona hambat bening yang terbentuk diukur diameternya menggunakan penggaris dalam satuan milimeter (mm) dengan cara mengukur ujung tepi zona ke ujung tepi zona lainnya melintasi zona bening melewati di atas titik pusat kertas cakram (disk) (kertas cakram termasuk dalam perhitungan), hingga diperoleh nilai zone of inhibition (ZOI) atau nilai zona hambat [21,22].

Analisa Data

Data yang diperoleh pada pengujian aktivitas antibakteri dioalah secara statistik dengan metode one way ANOVA pada taraf kepercayaan 95% dengan menggunakan program SPSS.

Hasil dan Diskusi

Hasil Identifikasi Sampel Daun Matoa

Hasil identifikasi sampel yang dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA) Determinasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Jurusan Biologi FMIPA Universitas Syiah Kuala Banda Aceh menunjukkan sampel yang digunakan adalah matoa (*Pometia pinnata* J.R. Forst & G. Forst) dari Famili Sapindaceae. Identifikasi sampel bertujuan untuk memastikan kebenaran dari tumbuhan yang digunakan sebagai bahan uji.

Hasil Pembuatan Simplisia Daun Matoa

Hasil pembuatan simplisia dari 10.000 g berat basah daun matoa segar diperoleh 3000 g berat simplisia dan diperoleh 800 g serbuk simplisia.

Hasil Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Matoa

Hasil dari pembuatan ekstrak etanol daun matoa dengan metode maserasi diperoleh ekstrak sebanyak 145,27 g dan rendemen sebanyak 13,7%.

Hasil pemeriksaan makroskopik

Hasil pemeriksaan makroskopik daun matoa yaitu daun berbentuk lonjong berwarna hijau tua, helaian daun tebal dan kaku, ujung daun meruncing dengan pangkal tumpul. Panjang daun 47,2 cm dan lebar daun 12 cm.

Hasil Pemeriksaan Mikroskopik

Hasil pemeriksaan mikroskopik daun matoa yang diiris secara membujur dan melintang dijumpai dinding sel, kolenkim dan stomata.

Hasil Karakterisasi Simplisia Daun Matoa

Persyaratan karakterisasi daun matoa tidak ada di buku *Materia Medica Indonesia* (MMI) sehingga hasil karakterisasi simplisia dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan daun matoa yang dilakukan oleh Maryam, dkk (2020) [23]. Hasil karakterisasi simplisia daun matoa pada tabel 4.1 menunjukkan kadar air simplisia daun matoa sebesar 2 % yang berarti memenuhi syarat yaitu $\leq 10\%$. Kadar air ditetapkan untuk menjaga kualitas ekstrak dan menghindari cepatnya pertumbuhan jamur. Semakin tinggi kadar air maka semakin mudah untuk ditumbuhi jamur atau kapang sehingga dapat menurunkan aktivitas biologi simplisia dalam masa penyimpanan [11].

Penetapan kadar sari larut dalam air yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 23% yang berarti memenuhi syarat $\geq 12\%$. Penetapan kadar sari larut dalam etanol yang diperoleh yaitu 30% yang berarti memenuhi syarat $\geq 6,7\%$. Penetapan senyawa yang terlarut dalam air dan etanol bertujuan untuk mengetahui jumlah senyawa yang terlarut dalam air (bersifat polar) maupun etanol (bersifat semi polar-non polar) [23]. Senyawa-senyawa yang diduga terlarut dalam pelarut air yaitu karbohidrat, saponin, tanin, alkaloid kuarterner, gula, asam-asam amino, dan sebagian vitamin. Senyawa yang diduga terlarut dalam pelarut etanol antara lain terpenoid, alkaloid, fenol, glikosida, lilin, lipid, dan minyak menguap [11].

Tabel 1. Hasil karakteristik simplisia daun matoa

No.	Karakteristik Simplisia	Kadar (%)	Syarat [23])	Keterangan
1.	Kadar air	2%	$\leq 10\%$	Memenuhi syarat
2.	Kadar sari larut dalam air	23%	$\geq 12\%$	Memenuhi syarat
3.	Kadar sari larut dalam etanol	30%	$\geq 6,7\%$	Memenuhi syarat
4.	Kadar abu total	5,8%	$\leq 10,2\%$	Memenuhi syarat
5	Kadar abu tidak larut asam	0,50%	$\leq 2\%$	Memenuhi syarat

Keterangan : \geq : Lebih dari
 \leq : Tidak lebih dari

Penetapan kadar abu total yang diperoleh sebesar 5,8 % yang berarti memenuhi syarat yaitu $\leq 10,2\%$. Penetapan kadar abu total tersebut menunjukkan senyawa organik yang terdapat pada simplisia daun matoa, semakin tinggi kadar abu total pada suatu sampel maka semakin buruk kualitas sampel. Penetapan kadar abu tidak larut asam sebesar 0,50 % yang berarti memenuhi syarat karena tidak lebih dari persyaratan yang ditentukan yaitu $\leq 2\%$. Penetapan kadar abu tidak larut asam menunjukkan adanya senyawa anorganik tidak larut asam seperti tanah atau pasir yang masih melekat pada simplisia daun matoa. Hal itu dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi yang terjadi melalui udara atau tempat perlakuan sampel selama proses pengambilan daun hingga menjadi serbuk [11].

Hasil Skrining Fitokimia Serbuk dan Ekstrak Daun Matoa

Skrining fitokimia dilakukan bertujuan untuk memberikan gambaran awal komposisi kandungan kimia. Hasil skrining fitokimia serbuk simplisia dan ekstrak daun matoa dengan melihat adanya golongan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid/triterpenoid.

Tabel 2. Hasil skrining fitokimia serbuk dan ekstrak daun matoa

No	Pemeriksaan	Hasil	
		Serbuk	Ekstrak
1.	Alkaloid	+	+
2.	Flavonoid	+	+
3.	Saponin	+	+
4.	Tanin	+	+
5.	Steroid/ Triterpenoid	+	+
6.	Glikosida	+	+

Keterangan : (+) : Mengandung senyawa
(-) : Tidak mengandung senyawa

Hasil pada tabel 2. menunjukkan serbuk dan ekstrak daun matoa mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid/ triterpenoid. Hasil uji alkaloid serbuk dan ekstrak daun matoa dengan pereaksi Bouchardat memberikan warna endapan coklat jingga, pereaksi Dragendorff memberikan warna endapan merah dan pereaksi Mayer tidak ada endapan hanya larutan bening. Alkaloid dianggap positif jika terjadi endapan sedikitnya 2 reaksi dari 3 percobaan [24]. Adapun fungsi dari penambahan HCl karena alkaloid bersifat basa sehingga diekstrak dengan pelarut yang mengandung asam. Adapun terbentuknya endapan, karena alkaloid senyawa basa nitrogen, dimana jika nitrogen direaksikan dengan asam maka akan membentuk garam yang tidak larut, sehingga garam inilah yang membentuk endapan [25,26].

Hasil pemeriksaan flavonoid pada serbuk daun matoa berwarna merah pada lapisan amil alkohol sedangkan pada ekstrak daun matoa berwarna jingga pada lapisan amil alkohol menunjukkan bahwa serbuk dan ekstrak daun matoa mengandung flavonoid. Penggunaan serbuk Mg pada flavonoid bertujuan menghidrolisis ikatan glikosida dengan cara mereduksi ikatan tersebut karena biasanya senyawa flavonoid berikatan dengan gula membentuk glikosida. Reduksi dengan Mg dan HCl pekat dapat menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna merah atau jingga [27].

Hasil pemeriksaan saponin pada serbuk daun matoa menghasilkan busa yang stabil setinggi 2,3 cm setelah penambahan HCl 2N dan bertahan selama 10 menit. Sedangkan pada ekstrak daun matoa menghasilkan busa stabil setinggi 2,5 cm dan bertahan selama 10 menit. Hasil tersebut menunjukkan serbuk dan ekstrak daun matoa mengandung saponin. Busa yang terbentuk karena adanya gelembung udara yang terjebak di dalam larutan [25,26].

Hasil pemeriksaan tanin pada serbuk dan ekstrak daun matoa menghasilkan endapan berwarna biru kehitaman. Hasil tersebut menunjukkan adanya senyawa tanin pada serbuk dan ekstrak daun matoa. Galotanin dan elagitanin memberikan endapan berwarna biru hitam dengan larutan garam feri (besi) [28].

Hasil pemeriksaan steroid/ triterpenoid menghasilkan warna biru pada serbuk simplisia daun matoa sedangkan warna hijau pada ekstrak daun matoa setelah penambahan pereaksi Lieberman-Bouchard. Hasil tersebut menunjukkan adanya senyawa steroid pada serbuk dan ekstrak daun matoa.

Hasil Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Matoa

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pembuatan koloid nanopartikel ekstrak etanol daun matoa menghasilkan warna hijau kecoklatan. Endapan basah koloid nanopartikel ekstrak etanol daun matoa setelah disentrifuse berwarna hijau. Adapun padatan kering nanopartikel ekstrak etanol daun matoa memiliki warna hijau kehitaman.

Metode gelasi ionik menggunakan kitosan yang dilarutkan pada larutan dengan pH asam untuk mengubah gugus amina (-NH₂) menjadi terionisasi positif (-NH₃⁺). Gugus yang telah terionisasi positif mampu membentuk interaksi ionik dengan obat yang bermuatan negatif [29,30]. Secara keseluruhan sistem yang terbentuk cenderung menyisakan gugus ammonium bebas yang akan saling tolak-menolak sehingga melemahkan kompleks nanopartikel yang telah terbentuk [30]. Oleh karena itu, perlu ditambahkan adanya suatu pengikat silang (*crosslinker*) yang mampu menstabilkan muatan positif yang tersisa. Pengikat silang ini harus berupa polianion dan salah satu yang banyak digunakan adalah anion tripolifosfat (NaTPP) karena bersifat tidak beracun [31–33]. Fungsi penambahan larutan kitosan yaitu sebagai penstabil ukuran nanopartikel, kitosan yang dilarutkan dalam larutan asam encer akan membentuk gugus amin, dimana gugus

amin yang bermuatan positif akan bertaut silang dengan gugus negatif dari polianion NaTPP membentuk kompleksasi antara muatan yang berbeda tersebut yang menyebabkan nanopartikel kitosan yang dihasilkan lebih stabil. Penggunaan NaTPP bertujuan untuk menghindari terbentuknya agregat dan sebagai penstabil nanopartikel yang terbentuk [34].

Kelebihan dari kitosan yaitu muatan pada gugus amonium yang positif dapat mengadakan interaksi ionik dengan asam sialat pada membran intestinal saluran cerna. Biokompabilitas kitosan dikarenakan kitosan merupakan polimer yang diperoleh dari hidrolisis kitin yang berasal dari sumber alam yang sudah menjadi konsumsi umum pada cangkang hewan laut, sehingga cenderung tidak menimbulkan ketoksikan pada dosis terapi, selain dari sifatnya yang sekaligus *biodegradable* [30].

Hasil distribusi ukuran partikel

Tabel 3. Nilai sampel psa nanopartikel ekstrak daun matoa

Nanopartikel Ekstrak Daun Matoa	Nilai PSA		Standai Nilai PSA Nanopartikel
	μm	nm	(nm)
	0,52895	528,95	1-1000

Pengukuran nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dilakukan di Laboratorium Nanomedisin Universitas Sumatera Utara menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA) dengan merk Fritsch. Hasil pengukuran nanopartikel ekstrak etanol daun matoa adalah 528, 95 nm. Nanopartikel adalah partikel koloid padat dengan diameter 1-1000 nm .

Hasil Uji Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh Minimum

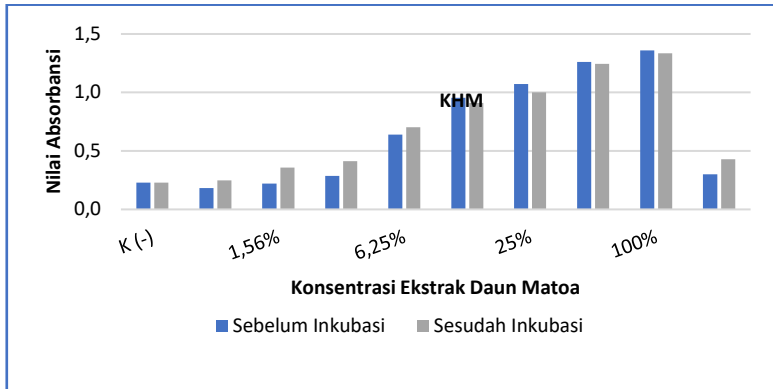
Hasil pengujian KHM dari ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diperoleh bahwa ekstrak 0,78% sampai 6,25% memiliki nilai absorbansi yang meningkat dari sebelum dan sesudah inkubasi sedangkan absorbansi pada konsentrasi 12,5% sampai 100% memiliki nilai absorbansi menurun dari sebelum dan sesudah inkubasi. Nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diperoleh bahwa ekstrak 0,078% sampai 0,625% memiliki nilai absorbansi yang meningkat dari sebelum dan sesudah inkubasi sedangkan absorbansi pada konsentrasi 1,25% sampai 10% memiliki nilai absorbansi menurun dari sebelum dan sesudah inkubasi. Konsentrasi terendah yang tidak mengalami peningkatan nilai absorbansi setelah inkubasi ditetapkan sebagai nilai KHM. Sehingga nilai KHM terdapat pada konsentrasi 12,5% pada ekstrak daun matoa dan 1,25% pada nanopartikel ekstrak daun matoa. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) perlu diketahui pada suatu ekstrak tanaman obat karena konsentrasi antibiotik terendah yang masih dapat menghambat pertumbuhan organisme tertentu [10,17]. Pada hasil penelitian diperoleh nilai KHM pada konsentrasi 12,5% dengan nilai absorbansi menurun 0,955 menjadi 0,911. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) diperoleh pada konsentrasi 6,25%, dengan nilai absorbansi yang menurun dari 3,910 menjadi 3,870. Penurunan absorbansi ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi tersebut, ekstrak daun matoa mampu menghambat pertumbuhan bakteri secara signifikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak daun matoa pada konsentrasi serupa, menunjukkan potensinya sebagai agen antimikroba alami.[35–37].

Hasil uji Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) menunjukkan bahwa pada konsentrasi 50% pada ekstrak daun matoa dan 5% pada nanopartikel ekstrak daun matoa tidak menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri *C. acnes* Penetapan nilai KBM dilakukan dengan melihat konsentrasi terkecil yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri pada media agar.

Tabel 4. Nilai Absorbansi KHM ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi Ekstrak Daun Matoa	Hasil						Rata-rata		Ket	KHM
	Perlakuan I		Perlakuan II		Perlakuan III		Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi		
	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi				
K (-)	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	Tetap	-
0,78%	0,192	0,246	0,183	0,237	0,172	0,262	0,182	0,248	Naik	-
1,56%	0,235	0,323	0,228	0,377	0,202	0,375	0,222	0,358	Naik	-

3,125%	0,337	0,422	0,314	0,438	0,210	0,375	0,287	0,412	Naik	-
6,25%	0,686	0,733	0,633	0,699	0,602	0,672	0,640	0,701	Naik	-
12,5%	0,946	0,924	1,005	0,973	0,914	0,837	0,955	0,911	Turun	KHM
25%	1,022	0,980	0,977	0,924	1,216	1,099	1,072	1,001	Turun	-
50%	1,320	1,289	1,220	1,246	1,243	1,202	1,261	1,246	Turun	-
100%	1,394	1,387	1,322	1,277	1,359	1,340	1,358	1,335	Turun	-
K (+)	0,299	0,428	0,299	0,428	0,299	0,428	0,299	0,428	Naik	-



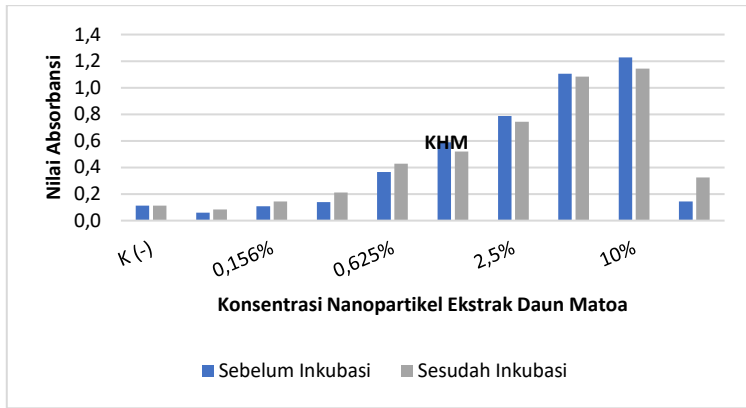
Gambar 1. Grafik nilai absorbansi KHM ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*

Tabel 5. Konsetrasi bunuh minimum ekstrak terhadap *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi	Pertumbuhan Koloni	Keterangan
6,25%	Tumbuh	-
12,5%	Tumbuh	-
25%	Tumbuh	-
50%	Tidak Tumbuh	KBM

Tabel 6. Nilai absorbansi KHM nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi Nanopartikel Daun Matoa	Hasil						Rata-rata		Ket	KHM
	Perlakuan I		Perlakuan II		Perlakuan III		Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi		
	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi	Sebelum Inkubasi	Sesudah Inkubasi				
K (-)	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	Tetap	-
0,078%	0,073	0,096	0,061	0,085	0,044	0,073	0,059	0,085	Naik	-
0,156%	0,126	0,102	0,115	0,186	0,086	0,144	0,109	0,144	Naik	-
0,313%	0,143	0,234	0,121	0,132	0,153	0,266	0,139	0,211	Naik	-
0,625%	0,37	0,423	0,472	0,543	0,254	0,322	0,365	0,429	Naik	-
1,25%	0,584	0,526	0,52	0,432	0,664	0,601	0,589	0,520	Turun	KHM
2,5%	0,806	0,778	0,694	0,637	0,861	0,82	0,787	0,745	Turun	-
5%	1,141	1,112	1,082	1,075	1,09	1,066	1,104	1,084	Turun	-
10%	1,186	1,135	1,2	1,101	1,295	1,198	1,227	1,145	Turun	-
K (+)	0,144	0,325	0,144	0,325	0,144	0,325	0,144	0,325	Naik	-



Gambar 2. Grafik nilai absorbansi khm ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*

Tabel 7. Konsetrasi bunuh minimum nanopartikel terhadap *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi	Pertumbuhan Koloni	Keterangan
0,625%	Tumbuh	-
1,25%	Tumbuh	-
2,5%	Tumbuh	-
5%	Tidak Tumbuh	KBM

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Nanopartikel Ekstrak Daun Matoa terhadap Bakteri *Cutibacterium acnes*

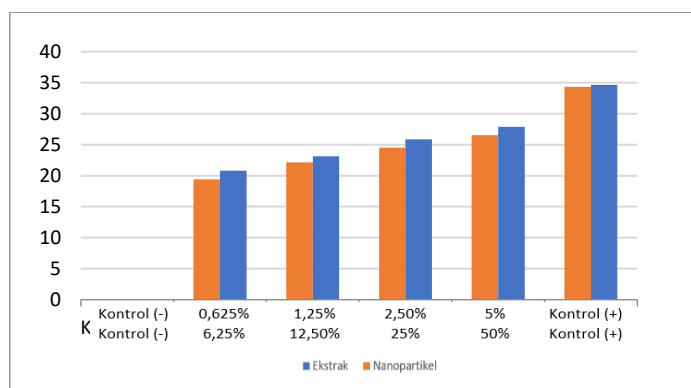
Tabel 8 Nilai Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Nanopartikel Ekstrak Daun Matoa terhadap Bakteri *Cutibacterium acnes*.

Konsentrasi (%)		Rata-Rata ZOI (mm)		Interpretasi	
E	NPE	E	NPE	E	NPE
K-	K-	0	0	R	R
6,25	0,625	20,8	19,4	R	R
12,5	1,25	23,13	22,16	R	R
25	2,5	25,86	24,5	R	R
50	5	27,84	26,53	S	S
K+	K+	34,56	34,3	S	S

Keterangan :

- E = Ekstrak
- NPE = Nanopartikel Ekstrak
- R = Resisten
- S = Sensitif
- ZOI = Zone Of Inhibition

Hasil pengukuran diameter daya hambat ekstrak dan nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap pertumbuhan *Cutibacterium acnes* dapat dilihat pada tabel 8.



Gambar 3 Grafik zona hambat ekstrak dan nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes*

Hasil pengujian aktivitas antibakteri pada tabel 8 menunjukkan bahwa ekstrak daun matoa dan nanopartikel ekstrak daun matoa dapat menghambat pertumbuhan *Cutibacterium acnes*. Perbedaan aktivitas antibakteri antara ekstrak dan nanopartikel ekstrak dapat dilihat pada gambar 3. Daya hambat yang terbentuk merupakan daerah bening yang berada di sekitar kertas cakram dan tidak terdapat pertumbuhan koloni dari bakteri. Hasil pengujian aktivitas antibakteri ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diperoleh nilai Zone of Inhibition (ZOI) sebesar 20,80 mm (konsentrasi 6,25%), 23,13 mm (konsentrasi 12,5%), 25,86 mm (konsentrasi 25%) dan 27,86 mm (konsentrasi 50%). Sedangkan Hasil pengujian aktivitas antibakteri nanopartikel ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diperoleh nilai Zone of Inhibition (ZOI) sebesar 19,40 mm (konsentrasi 0,625%), 22,16 mm (konsentrasi 1,25%), 24,50 mm (konsentrasi 2,5%) dan 26,53 mm (konsentrasi 5%). Hasil antibakteri ekstrak dan nanopartikel ekstrak menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasinya maka daya hambat yang diperoleh akan semakin besar seperti pada penelitian yang telah dilakukan [38].

Daya hambat antibakteri terbesar diperoleh pada konsentrasi ekstrak daun matoa pada konsentrasi 50% terhadap *Cutibacterium acnes*. Daya hambat antibakteri terbesar diperoleh konsentrasi nanopartikel ekstrak daun matoa pada konsentrasi 5% terhadap *Cutibacterium acnes*. Dalam Gunawan & Rahayu (2021) menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak tumbuhan yang memiliki senyawa antibakteri, maka daya hambat yang diperoleh semakin besar [39]. Demikian juga dalam Rahayu et al. (2021) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak tanaman maka diameter daerah hambat yang diperoleh akan semakin besar [40,41].

Menurut *Europe Comitte on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST), 2022, zona hambat *Clindamycin* terhadap *Cutibacterium acnes* dikatakan *Susceptible* atau sensitive apabila zona hambat yang diperoleh ≥ 26 mm dan dikatakan *Resistent* atau tahan apabila zona hambat yang diperoleh ≤ 26 mm. Rata-rata zona hambat yang dihasilkan dari pengujian ini pada kontrol positif *Clindamycin* dan pada konsentrasi 50% untuk ekstrak pada konsentrasi 5% untuk nanopartikel menunjukkan kategori *Susceptible* atau sensitive. Sedangkan pada konsentrasi 25%, 12,5%, 6,25% pada ekstrak dan Nanopartikel 2,5%, 1,25%, 0,625% diperoleh nilai rata-rata zona hambat ≤ 26 mm menunjukkan kategori *Resistent* atau tahan.

Ekstrak daun matoa dapat dijadikan nanopartikel ekstrak, dimana dengan konsentrasi nanopartikel ekstrak 5% sudah memiliki kemampuan aktivitas antibakteri yang mendekati konsentrasi ekstrak etanol 50% dengan kategori sensitive sehingga dapat dikatakan bahwa sediaan nanopartikel ekstrak dapat memperkecil dosis suatu obat.

Terdapat perbedaan yang signifikan antara ekstrak konvensional dan nanopartikel ekstrak daun matoa terletak pada ukuran partikel, metode pembuatan, dan sifat fungsionalnya. Ekstrak konvensional memiliki ukuran partikel dalam ukuran mikrometer atau lebih besar. Ukuran ini lebih besar dari nanopartikel yang mengakibatkan bioavailabilitas yang lebih rendah. Ekstrak konvensional dibuat dengan metode ekstraksi tradisional seperti ekstraksi pelarut, destilasi uap, atau maserasi, yang tidak menghasilkan partikel berukuran nano. Ekstrak konvensional memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mencapai efek yang sama, partikel yang lebih besar mungkin tidak diserap seefektif nanopartikel, mengakibatkan bioavailabilitas yang lebih rendah yang dapat mengurangi efisiensi.

Nanopartikel dalam ukuran nanometer (1-1000 nm) bentuk dan ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efikasi obat, karena ukuran partikel memiliki pengaruh yang besar terhadap

disolusi, absorpsi dan distribusi obat [1]. Partikel dalam skala nano karena ukurannya yang lebih kecil lebih mudah diserap oleh tubuh sehingga bahan aktif dapat tersebar lebih luas dalam tubuh karena bioavailabilitas yang lebih tinggi memungkinkan bahan aktif untuk mencapai target lebih efisien, meningkatkan efektivitas dan mengurangi dosis yang diperlukan, dan dosis yang diperlukan bisa lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak konvensional. Nanopartikel dibuat menggunakan teknik-teknik khusus seperti pengendapan kimia, homogenizer tekanan tinggi, sonikasi, atau metode bottom-up lainnya yang dirancang untuk menghasilkan partikel berukuran nano. Ukuran ini memungkinkan penyerapan yang lebih baik oleh sel tubuh dan memungkinkan penetrasi yang lebih efektif melalui membran biologis.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui daya hambat antibakteri ekstrak daun matoa dan nanopartikel ekstrak daun matoa efektif terhadap *Cutibacterium acnes* dengan terbentuknya zona hambat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka luas zona hambatnya semakin luas. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun matoa dan nanopartikel ekstrak daun matoa maka semakin banyak kandungan antibakteri yang terkandung didalamnya dan akan memiliki kemampuan lebih besar dalam menghambat *Cutibacterium acnes*. Perbedaan diameter zona hambat antara ekstrak daun matoa dengan antibiotik yang digunakan karena ekstrak masih merupakan ekstrak kasar yang memiliki banyak senyawa lain sehingga memengaruhi kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri [42].

Nanopartikel ekstrak dapat memperkecil dosis suatu obat karena pada konsentrasi yang kecil hampir setara zona hambatnya dengan ekstrak yang konsentrasinya lebih besar. Penyebab terjadinya hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan ukuran partikel. Nanopartikel memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga lebih efektif menembus dinding sel bakteri dan menghambat pertumbuhan bakteri [43].

Kontrol negatif yang digunakan adalah dimetil sulfoksida (DMSO). DMSO merupakan salah satu pelarut sampel yang dapat melarutkan hampir semua senyawa baik polar maupun non-polar. Selain itu, DMSO tidak memberikan zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri sehingga tidak mengganggu hasil pengamatan [44,45]. Kontrol positif (clindamycin) sebagai pembanding menghasilkan zona hambat paling besar karena clindamycin merupakan antibiotik spektrum luas yang dapat menghambat bakteri gram positif dan negatif. Mekanisme clindamycin dalam menghambat bakteri dengan bergabung pada subunit ribosom, sehingga mencegah bergabungnya asam amino menjadi protein sehingga sintesis protein terganggu bahkan tidak berlangsung. Hal tersebut mengakibatkan kematian sel bakteri. Antibiotik dengan mekanisme mengganggu sintesis protein memiliki aktivitas antibakteri yang tinggi [46].

Kemampuan daya hambat aktivitas antibakteri ekstrak dan nanopartikel ekstrak etanol daun matoa pada penelitian ini berasal dari kandungan senyawa aktif di dalamnya dan tergantung jenis bakteri yang akan diuji. Menurut Rahayu et al., (2022) kemampuan antibakteri suatu ekstrak tanaman bergantung pada jenis tanaman dan kandungan senyawa metabolit yang terdapat pada tanaman tersebut, serta jenis bakteri yang diuji [40].

Ekstrak daun Matoa mengandung senyawa flavonoid, saponin, steroid tanin, dan alkaloid. Senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut memiliki mekanisme masing-masing dalam menghambat atau membunuh bakteri *Cutibacterium acnes*. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri yaitu membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri yang diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler [47–49]. Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri yaitu dengan mendanaturasi protein. Karena zat aktif permukaan saponin mirip deterjen maka saponin dapat digunakan sebagai antibakteri dimana tegangan permukaan dinding sel bakteri akan diturunkan dan permeabilitas membran bakteri dirusak [50,51].

Mekanisme kerja steroid sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri berhubungan dengan membran lipid dan sensitivitas terhadap komponen steroid yang menyebabkan kebocoran pada liposom bakteri [52]. Steroid dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat permeabel terhadap senyawa-senyawa lipofilik sehingga menyebabkan integritas membran menurun serta morfologi membran sel berubah menyebabkan sel rapuh dan lisis [53].

Senyawa alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Selain itu, alkaloid juga menghambat pembentukan sintesis protein sehingga dapat mengganggu metabolisme bakteri [54]. Golongan senyawa alkaloid dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun gram negatif [55].

Ekstrak Daun Matoa

Hasil uji normalitas pada ekstrak daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diketahui nilai p (Sig.) $1,000 > 0,05$. maka H_0 diterima data berdistribusi normal. Sehingga data dalam penelitian ini berasal dari populasi dalam sebaran yang normal dan dapat dilakukan pengujian statistic parametik one way anova. Hasil homogenitas ekstrak etanol daun matoa memiliki nilai Sig. $0,1 \geq 0,05$ d maka berdasarkan criteria pengambilan keputusan dalam uji homogenitas di atas H_0 diterima yang berarti varians kelompok tidak berbeda secara signifikan sehingga bermakna varians kelompok data yang dibandingkan adalah homogen.

Data ANOVA diameter zona hambat ekstrak etanol daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* menunjukkan nilai Sig. Sebesar $0,000 < 0,05$ yang berarti bahwa terdapat perbedaan signifikan pemberian varian konsentrasi ekstrak etanol daun matoa terhadap aktivitas antibakteri *Cutibacterium acnes*. Selanjutnya, untuk melihat kesamaan rata-rata varian konsentrasi ekstrak etanol terhadap aktivitas antibakteri *Cutibacterium acnes* digunakan uji lanjut (*Post-Hoc*) Duncan. Hasil yang didapatkan konsentrasi ekstrak 6,25%, 12,5% dan 25% dan 50% berada pada kolom yang berbeda maka tiap perlakuan memiliki efek yang berbeda (signifikan) terhadap variabel dependen.

Nanopartikel

Hasil uji normalitas pada nanopartikel ekstrak etanol daun matoa terhadap *Cutibacterium acnes* diketahui nilai p (Sig.) $1,000 > 0,05$ maka H_0 diterima data berdistribusi normal. Sehingga data dalam penelitian ini berasal dari populasi dalam sebaran yang normal dan dapat dilakukan pengujian statistik one way anova. Hasil homogenitas nanopartikel ekstrak etanol daun matoa memiliki nilai Sig. $0,351 \geq 0,05$ maka berdasarkan kriteria pengambilan keputusan dalam uji homogenitas di atas H_0 diterima yang berarti varians kelompok tidak berbeda secara signifikan sehingga bermakna varians kelompok data yang dibandingkan adalah homogen.

Data ANOVA diameter zona hambat nanopartikel ekstrak etanol daun matoa terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* menunjukkan nilai Sig. Sebesar $0,000 < 0,05$ yang dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pemberian varian konsentrasi nanopartikel ekstrak etanol daun matoa terhadap aktivitas antibakteri *Cutibacterium acnes* . Selanjutnya, untuk melihat kesamaan rata-rata varian konsentrasi nanopartikel ekstrak etanol terhadap aktivitas antibakteri *Cutibacterium acnes* digunakan uji lanjut (*Post-Hoc*) Duncan. Hasil yang didapat dari kontrol positif, kontrol negatif, konsentrasi nanopartikel ekstrak 6,25%, 12,5% dan 25% dan 50% berada pada kolom yang berbeda maka tiap perlakuan memiliki efek yang berbeda (signifikan) terhadap variabel dependen.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 1,25% menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 12,5%. Sementara itu, nilai konsentrasi bunuh minimum (KBM) nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 5% lebih efektif dibandingkan ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 50% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes*. Selain itu, nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 5% memiliki aktivitas antibakteri yang sebanding dengan ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 50%, dan keduanya termasuk dalam kategori sensitif terhadap *Cutibacterium acnes*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan nanopartikel ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 5% dapat mengurangi dosis antibakteri hingga sepuluh kali lipat dibandingkan dengan ekstrak etanol daun matoa dengan konsentrasi 50% tanpa mengurangi efektivitasnya.

Conflict of Interest

Peneliti menyatakan bahwa penelitian ini dilakukan secara independen tanpa konflik kepentingan, baik eksternal maupun pribadi, finansial, atau profesional, yang dapat memengaruhi objektivitas dan integritas hasil.

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Farmasi Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah Medan atas dukungan fasilitas dan sumber daya yang telah diberikan, yang memungkinkan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan hasil yang optimal.

Supplementary Materials

Referensi

- [1] Fitri D, Kiromah NZW, Widiastuti TC. Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik. *JPSCR J Pharm Sci Clin Res* 2020;5:61. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v5i1.39269>.
- [2] Rawa RA. Program studi diploma iii farmasi sekolah tinggi ilmu kesehatan samarinda samarinda 2021 2021.
- [3] Nugroho AW. Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, and Adelbergs. Jakarta EGC 2013.
- [4] Rahmah S. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Terhadap Bakteri dari Kulit Berjerawat 2023.
- [5] Siregar FS. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Kelor terhadap *Cutibacterium Acnes*. *J Implementa Husada* 2023;4. <https://doi.org/10.30596/jih.v4i2.13637>.
- [6] Siregar HN, Rahayu YP, Nasution HM, Nasution MP. Uji Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia pinnata* JR Forst & G. Forst) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *J Ris Kefarmasian Indones* 2023;5:24–41.
- [7] Astrid Teresa. Akne Vulgaris Dewasa : Etiologi, Patogenesis Dan Tatalaksana Terkini. *J Kedokt Univ Palangka Raya* 2020;8:952–64. <https://doi.org/10.37304/jkupr.v8i1.1500>.
- [8] Pratiwi RH. Mekanisme pertahanan bakteri patogen terhadap antibiotik. *J pro-Life* 2017;4:418–29.
- [9] Anggraeni AD. Optimasi Formula dan Uji Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acne* Pada Sediaan Emulgel Kombinasi Minyak Atsiri *Cinnamomum Zeylanicum* dan *Citrus hystrix* dengan Desain Faktorial 2². *J Herbal, Clin Pharm Sci* 2020;1:12. <https://doi.org/10.30587/herclips.v1i02.1410>.
- [10] Fahira N, Rahayu YP, Nasution HM, Nasution MP. Uji aktivitas antibakteri nanopartikel ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata* J . R Forst & G . Forst) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. *J Ris Kefarmasian Indones* 2023;5:100–19.
- [11] Sutomo S, Hasanah N, Arnida A, Sriyono A. Standardisasi simplisia dan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata* JR Forst & G. Forst) asal Kalimantan Selatan. *J Pharmascience* 2021;8:101–10.
- [12] Rossalinda R, Wijayanti F, Iskandar D. Effectiveness of Matoa Leaf (*Pometia pinnata*) Extract as an Antibacterial *Staphylococcus epidermidis*. *Stannum J Sains Dan Terap Kim* 2021;3:1–8. <https://doi.org/10.33019/jstk.v3i1.2133>.
- [13] Risna. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata* J. R & G.Forst.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* 2023;6:1–14.
- [14] Departemen Kesehatan Republik Indonesia., Depkes RI. Farmakope Hebal Indonesia. Farmakop Herb Indones 2008.
- [15] Indonesia DK. Farmakope Indonesia Edisi III. 1979.
- [16] Kurniasari D, Atun S. Pembuatan dan karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol temu kunci (*boesenbergia pandurata*) pada berbagai variasi komposisi kitosan. *J Sains Dasar* 2017;6:31–5.
- [17] Natasya B. Pembuatan Nanopartikel dari Ekstrak Etanol Daun Srikaya (*Annona Squamosa L.*) dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* 2018.
- [18] Sabdoningrum EK, Hidanah S, Chusniati S. Characterization and phytochemical screening of meniran (*Phyllanthus niruri* Linn) extract's nanoparticles used ball mill method. *Pharmacogn J* 2021;13.
- [19] Saepudin S, Kartikawati E, Herliyani W. Uji Aktivitas Antibakteri dan Analisis KLT-Bioautografi Ekstrak Etanol Daun Situduh Langit (*Erigeron sumatrensis* Retz) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *J*

Med Farmaka 2024;2:165–75.

- [20] Ikhsan MK, Saputro S, Asjur AV. Formulasi Sediaan Krim Ekstrak Etanol Biji Kalabet (*Trigonella Foenum-Graecum*) Dengan Basis Krim Tipe M/A Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap (*Staphylococcus Aureus*). *J Kesehat Tambusai* 2023;4:3416–28.
- [21] Setyawan S. Antibacterial Activity Test of Aloe vera L. Leaf Extracts on Extended Spectrum?-Lactamase (ESBL) Producing Bacteria from Surgical Site Infection Isolate. *Nexus Kedokt Translasi* 2015;4.
- [22] Hudzicki J. Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol. *Am Soc Microbiol* 2009;15:1–23.
- [23] Maryam F, Taebe B, Toding DP. Pengukuran parameter spesifik dan non spesifik ekstrak etanol daun matoa (*Pometia pinnata* JR & G. Forst). *J Mandala Pharmacon Indones* 2020;6:1–12.
- [24] Depkes RI. *Materia Medika (Indonesia Medical Materials)*. 1989.
- [25] Harborne AJ. *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. springer science & business media; 1998.
- [26] Jeffrey B Harborne. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern menganalisis tumbuhan* 1987.
- [27] Robinson T. *The organic constituents of higher plants: their chemistry and interrelationships*. Burgess Life Sci Ser 1963.
- [28] Islami D, Ramadhani W, Iballa BDM, Siregar ED. Skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah Matoa *pometia pinnata* JR Forst. & G. Forst. *Jurnal' Aisyiyah Med* 2024;9.
- [29] Nurfatihayati N, Fadli A, Sunarno S, Safara AS, Permatasari A. Modifikasi Kitosan dari Limbah Udang menggunakan Metode Gelasi Ionik. *J Bioprocess, Chem Environ Eng Sci* n.d.;4:19–29.
- [30] Martien R, Adhyatmika A, Irianto IDK, Farida V, Sari DP. Perkembangan teknologi nanopartikel sebagai sistem penghantaran obat. *Maj Farm* 2012;8:133–44.
- [31] Fitri DR, Syafei D, Sari CP. Karakteristik Nanopartikel Ekstrak Etanol 70% Daun Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) dengan Metode Gelasi Ionik. *J Farm Higea* 2021;13:1–7.
- [32] Bhumkar DR, Pokharkar VB. Studies on effect of pH on cross-linking of chitosan with sodium tripolyphosphate: a technical note. *Aaps Pharmscitech* 2006;7:E138–43.
- [33] Primadevi S, Nafiah R. Pengaruh crosslink agent pada pembuatan nanokitosan terhadap kadar flavonoid ekstrak etanol buah pariijoto. *Cendekia J Pharm* 2020;4:156–68.
- [34] Putri AI, Sundaryono A, Chandra IN. Karakterisasi nanopartikel kitosan ekstrak daun ubijalar (*Ipomoea batatas* L.) menggunakan metode gelasi ionik. *Alotrop* 2018;2.
- [35] Hudaya A, Radiastuti N, Sukandar D, Djajanegara I. Uji aktivitas antibakteri ekstrak air bunga kecombrang terhadap bakteri *e. coli* dan *s. aureus* sebagai bahan pangan fungsional. *Al-Kauniah J Biol* 2014;7:9–15.
- [36] Michner M. *Pražské svatodušní bouře v roce 1848* 2016.
- [37] Rori BND, Khoman JA, Supit ASR. Uji Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L. Medik) terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *E-GiGi* 2018;6.
- [38] Zanuany AR. Efektifitas daya antibakteri ekstrak daun matoa *Pometia* (*Pinnata* JR & G. Fors) dalam berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan *Streptococcus Mutans* (secara *in vitro*) 2014.
- [39] Gunawan H, Rahayu YP. Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Sediaan Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp) Terhadap *Streptococcus mutans*. *FARMASAINKES J Farm Sains, Dan Kesehat* 2021;1:56–67.
- [40] Rahayu YP, Sirait US. Formulasi Sediaan Obat Kumur (Mouthwash) Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) Dan Uji Antibakterinya Terhadap *Streptococcus mutans* Secara *In Vitro*. *Pros. Semin. Nas. Has. Penelit.*, vol. 5, 2022, p. 370–9.
- [41] Rahayu YP, Lubis MS, Mutti-in K. Formulasi Sediaan Sabun Cair Antiseptik Ekstrak Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) Dan Uji Efektivitas Antibakterinya Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Pros. Semin. Nas. Has. Penelit.*, vol. 4, 2021, p. 373–88.
- [42] Muharni M, Fitriya F, Farida S. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol tanaman obat suku Musi di kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. *J Kefarmasian Indones* 2017;127–35.
- [43] Wirawan D, Rahmat D. Formulasi Nanopartikel Ekstrak Temu Lawak Berbasis Kitosan Sebagai Antijerawat. *Med Sains J Ilm Kefarmasian* 2019;3:153–8.
- [44] Chandra MA, Pambudi DR, Fitriyanti SK, Jamalluddin W Bin. Effect of differences in solvent ethanol extract of dayak onion bulbs and incubation time of *Propionibacterium acnes* on the antibacterial

activity test Pengaruh perbedaan pelarut ekstrak etanol umbi bawang dayak (*eleutherine americana merr.*) dan waktu inkubasi *Propionibacterium acnes* pada uji aktivitas antibakteri. *J Ilm Farm (Scientific J Pharmacy) Spec Ed* 2023;65:75.

- [45] Suryani N, Nurjanah D, Indriatmoko DD. Aktivitas antibakteri ekstrak batang kecombrang (*Etilingera elatior* (Jack) RM Sm.) terhadap bakteri plak gigi *Streptococcus mutans*. *J Kartika Kim* 2019;2:23–9.
- [46] Pelczar MJ. *Dasar-dasar mikrobiologi* 2019.
- [47] Sujana KV, Katja DG, Koleangan HSJ. Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Kulit Batang *Chisocheton* sp.(C. DC) Harms terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* 2024.
- [48] Dwidjoseputro D. *Dasar-dasar mikrobiologi* 2019.
- [49] Waluyo L. *Teknik dasar metode mikrobiologi*. Univ Muhammadiyah Malang Press Malang 2010.
- [50] Fajarwati A. Uji Aktivitas Antibakteri Gel fraksi dari Ekstrak Sokhlet *Zibethinus folium* terhadap *Escherichia coli* Secara In Vitro 2018.
- [51] Smulek W, Kaczorek E. Factors influencing the bioavailability of organic molecules to bacterial cells— a mini-review. *Molecules* 2022;27:6579.
- [52] Madduluri S, Rao KB, Sitaram B. In vitro evaluation of antibacterial activity of five indigenous plants extract against five bacterial pathogens of human. *Int J Pharm Pharm Sci* 2013;5:679–84.
- [53] Sapara TU. Efektivitas antibakteri ekstrak daun pacar air (*impatiens balsamina* l.) terhadap pertumbuhan *porphyromonas gingivalis*. *Pharmacon* 2016;5.
- [54] Wan X-F, Wang S, Kang C-Z, Lyu C-G, Guo L-P, Huang L-Q. Chinese medicinal materials industry during the 14th Five-Year Plan period: Trends and development suggestions. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China J Chinese Mater Medica* 2022;47:1144–52.
- [55] Wang L, Hu C, Shao L. The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *Int J Nanomedicine* 2017:1227–49.