



## Similarity Report

### Metadata

Title

**Hafidhotun Nafilah 201335300026 Artikel Ilmiah**

Author(s)

**perpustakaan umsida**

Coordinator

**nur**

Organizational unit

**Perpustakaan**

### Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet		0
Spreads		1
Micro spaces		4
Hidden characters		0
Paraphrases (SmartMarks)		33

### Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.

**25**

The phrase length for the SC 2

**5414**

Length in words

**40715**

Length in characters

### Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

#### The 10 longest fragments

Color of the text

NO	TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)	Color of the text
1	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	62	1.15 %
2	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	31	0.57 %
3	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	25	0.46 %
4	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	19	0.35 %
5	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	19	0.35 %
6	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	15	0.28 %

7	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	14	0.26 %
8	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	14	0.26 %
9	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	12	0.22 %
10	ANALISA EKSTRAK ETIL ASETAT AKAR KAIK-KAIK ( <i>Uncaira cordata</i> (Lour.) Merr.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>Staphylococcus aureus</i> Reza Amelia, Febri Nur Ngazizah, Riky;	12	0.22 %

from RefBooks database (2.09 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)	
<b>Source: Paperity</b>			
1	SKRINING FITOKIMIA DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN PORANG ( <i>Amorphophallus muelleri</i> B.) DENGAN PELARUT EKSTRAKSI ETANOL, ETIL ASETAT DAN N-HEKSANA Hita I Putu Gede Adi Purwa, Septiari I Gusti Ayu Agung, Suryani Ni Putu Febri;	25 (3)	0.46 %
2	Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Bambu Tali ( <i>Gigantochloa apus</i> ) Sebagai Penyembuhan Luka Secara In Vivo Milda Rianty Lakoan, Dimas Adrianto, Varda Arianti;	23 (3)	0.42 %
3	Aktivitas Antibakteri Ekstrak <i>Sargassum polycystum</i> dari Pantai Batu Layar, Nusa Tenggara Barat Sunarwidhi Anggit Listyachyani, Akbar Dani Syaiful, Handa Muliasari;	17 (2)	0.31 %
4	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Karamunting Terhadap Pertumbuhan Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) secara In Vitro Arul Pansyah, Anasthasia Pujiastuti;	15 (2)	0.28 %
5	ANALISA EKSTRAK ETIL ASETAT AKAR KAIK-KAIK ( <i>Uncaira cordata</i> (Lour.) Merr.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>Staphylococcus aureus</i> Reza Amelia, Febri Nur Ngazizah, Riky;	12 (1)	0.22 %
6	Antibacterial Testing of <i>Moringa oleifera</i> L. Fruit Extract Against The Growth of The Bacteria <i>Staphylococcus aureus</i> Anisa Febriani, Dewi Suryani, Hidayati Agriana Rosmalina;	11 (1)	0.20 %
7	UJI KUALITATIF FLAVONOID, ALKALOID, TANIN PADA KOMBINASI KUNYIT ( <i>CURCUMA LONGA</i> ) COKLAT ( <i>THEOBROMA CACAO</i> L) Evi Puspitasari, Farach Khanifah, S. Awwaludin;	10 (1)	0.18 %

from the home database (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)	
----	-------	---------------------------------------	--

from the Database Exchange Program (0.00 %)

NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)	
----	-------	---------------------------------------	--

from the Internet (5.25 %)

NO	SOURCE URL	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)	
1	<a href="https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900">https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/6725/48195/53900</a>	270 (18)	4.99 %
2	<a href="https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ikt/article/view/12206/">https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ikt/article/view/12206/</a>	8 (1)	0.15 %
3	<a href="http://repository.ub.ac.id/125853/9/BAB_1.pdf">http://repository.ub.ac.id/125853/9/BAB_1.pdf</a>	6 (1)	0.11 %

List of accepted fragments (no accepted fragments)

Test Of Antibacterial Effectiveness Of Avocado Extract Nanoparticles (Persea americana Mill) Against Propionibacterium acne Growth  
[ **Uji Efektivitas Antibakteri Nanopartikel Ekstrak** Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Propionibacterium acne]

Hafidhotun Nafilah **1**, Chylen Setiyo Rini **\*2**) **1) Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**, Indonesia  
2) Program Studi **Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo**, Indonesia  
**\* Email Penulis Korespondensi: chylensetiyorini@umsida.ac.id**

Page | 1

2 | Page

Page | 3

**Abstract. Nanoparticles are solid colloidal particles with a diameter ranging from 1 to 1000 nm. The ionic gelation technique is an effective method for nanoparticle formation due to its advantages, such as a simple process, the use of non-organic solvents, and ease of process control. One of the plants that can be utilized as an alternative herbal medicine is avocado (Persea americana Mill). This study aims to compare the effectiveness of avocado extract with nanoparticle avocado extract (Persea americana Mill) in inhibiting the growth of Propionibacterium acne using the diffusion method with three repetitions. This research was carried out from May 2024 to July 2024. The results showed that the inhibition zones of avocado extract at concentrations of 25%, 50%, and 75% were 16.50 mm, 13.26 mm, and 32.27 mm, respectively. Meanwhile, the nanoparticle avocado extract at concentrations of 25%, 50%, and 75% produced the same inhibition zone of 6 mm against Propionibacterium acnes. Statistical analysis using the nonparametric Friedman test ( $p < 0.05$ ) indicated significant differences among the tested groups.**  
Keywords - Nanoparticles, Avocado (Persea americana Mill), Propionibacterium acne, Diffusion Method

Abstrak. Nanopartikel merupakan partikel padat berukuran koloid dengan diameter berkisar antara 1-1000 nm. Teknik gelasi ionik menjadi metode yang efektif dalam pembentukan nanopartikel karena keunggulannya, seperti proses yang sederhana, penggunaan pelarut non-organik, serta kemudahan dalam pengendalian proses. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal alternatif adalah **alpukat (Persea americana Mill)**.

**Penelitian ini bertujuan untuk** membandingkan efektivitas ekstrak buah alpukat dengan ekstrak nanopartikel buah alpukat (Persea americana Mill) terhadap pertumbuhan bakteri Propionibacterium acne menggunakan metode difusi dan dilakukan dalam tiga kali pengulangan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 hingga Juli 2024. Hasil penelitian menunjukkan daya hambat ekstrak alpukat pada konsentrasi 25% sebesar 16,50 mm, 50% sebesar 13,26 mm, dan 75% sebesar 32,27 mm. Sementara itu, nanopartikel ekstrak alpukat **dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%** menghasilkan daya hambat yang sama, yaitu 6 mm **terhadap pertumbuhan bakteri** Propionibacterium acne. **Pada uji analisis statistik menggunakan uji nonparametrik Friedman ( $p < 0.05$ ) menunjukkan adanya perbedaan signifikan di antara kelompok yang diuji. Kata Kunci - Nanopartikel, Alpukat (Persea americana Mill), Propionibacterium acne, Metode Difusi**

#### 1. I. Pendahuluan

Penyakit infeksi merupakan masalah kesehatan yang umum dialami oleh penduduk Indonesia dan seluruh dunia. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri adalah penyebab infeksi paling umum, contohnya yaitu jerawat yang biasanya ditemukan pada remaja. Acne vulgaris (jerawat) merupakan penyakit kulit yang disebabkan oleh peradangan kronis dengan mekanisme patogenesis yang kompleks. Kondisi ini melibatkan aktivitas kelenjar sebacea, hiperkeratinisasi pada folikel rambut, pertumbuhan bakteri berlebih, reaksi imun tubuh, serta proses peradangan [39]. Jerawat bisa disebabkan dari beberapa faktor, diantaranya yaitu gaya hidup yang tidak sehat, ketidakstabilan hormon, kurangnya kebersihan, dan faktor psikologis. Penyumbatan pori-pori kulit menghambat keluarnya minyak sehingga minyak menumpuk, menyebabkan folikel membesar, mengering, dan membentuk jerawat [37]. Pada remaja, peningkatan kadar hormon estrogen dan progesteron pada perempuan serta testosteron pada laki-laki mendorong produksi minyak dan keringat yang berlebihan. Akibatnya, kulit wajah dan rambut menjadi berminyak, memicu terbentuknya jerawat [31]. Jerawat merupakan penyakit kulit yang umum terjadi dan memengaruhi sekitar 85% populasi dunia, terutama pada kelompok usia 11-30 tahun [51]. Di Indonesia, prevalensi jerawat mencapai 80-85% pada remaja dengan puncak kejadian antara usia 15-18 tahun. Selain itu, prevalensi jerawat tercatat sebesar 12% pada wanita berusia di atas 25 tahun dan 3% pada kelompok usia 35-44 tahun [60].

Selain faktor-faktor diatas, infeksi bakteri juga dapat menjadi penyebab jerawat dan salah satu jenis bakteri yang diketahui dapat menyebabkan jerawat adalah Propionibacterium acne [82]. Bakteri Propionibacterium acnes secara alami ada pada kulit manusia, dan penyumbatan folikel merupakan kondisi yang umum terjadi. Namun, perkembangan lesi jerawat secara klinis bergantung pada respons imun tubuh yang dipengaruhi faktor genetik, seperti hipersensitivitas [37]. Bakteri Propionibacterium acne adalah gram-positif, berbentuk batang, tidak berspora, dan biasanya tumbuh sebagai anaerob obligat. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan lipase, yaitu suatu enzim yang dapat menyebabkan penyumbatan pada asam lemak dan minyak di permukaan kulit [58]. Selain itu, Propionibacterium acne juga dikaitkan dengan infeksi kronis pada implan bedah, seperti implan ortopedi atau alat medis lainnya. Infeksi ini sering sulit didiagnosis karena pertumbuhan bakteri yang lambat dan gejalanya yang subklinis. Kondisi ini dapat menyebabkan peradangan berkepanjangan pada jaringan di sekitar implan [1]. Propionibacterium acne juga diketahui sebagai salah satu penyebab endoftalmitis kronis yaitu peradangan serius pada bagian dalam mata, khususnya pasca-operasi katarak [16]. Infeksi ini bersifat lambat dan dapat menyebabkan kerusakan penglihatan jika tidak ditangani dengan tepat. Di samping itu, Propionibacterium acne berperan dalam prostatitis kronis, yaitu suatu kondisi peradangan pada kelenjar prostat yang sering menyebabkan nyeri pelvis berkepanjangan pada pria. Bakteri ini memicu respons inflamasi yang berkaitan dengan kondisi prostatitis non-bakterial [18]. Propionibacterium acne juga dapat menyebabkan spondylodiscitis, yaitu infeksi pada tulang belakang yang sering terjadi pasca-operasi atau sebagai infeksi sekunder. Kondisi ini memerlukan perhatian serius karena sulit didiagnosis melalui metode klinis biasa [13].

**Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat** herbal alternatif adalah alpukat (Persea americana Mill). Buah alpukat sendiri memiliki senyawa berupa saponin, polifenol, alkaloid, dan flavonoid yang mampu bertindak sebagai antibakteri. Bagian-bagian tanaman alpukat yang memiliki kandungan senyawa antibakteri diantaranya yaitu bagian daun, biji, kulit, dan daging buah alpukat [50]. Menurut [36] menyatakan bahwa nilai rata-rata dari zona hambat ekstrak buah alpukat terhadap pertumbuhan bakteri Staphylococcus epidermidis meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi,

dengan ukuran zona hambat secara berturut-turut adalah 11,33 mm, 13,5 mm, 15,5 mm, dan 18 mm pada konsentrasi **25% b/v, 50% b/v, 75% b/v, dan 100% b/v**. Artinya, semakin tinggi konsentrasi, semakin besar **kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri**.

Nanoteknologi telah menarik perhatian besar dalam beberapa tahun terakhir di berbagai bidang, seperti biologi, fisika, dan kimia. Beberapa cabang nanoteknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah nanomedisin, nanoemulsi, serta nanopartikel. Beragam aplikasi nanoteknologi, khususnya di bidang biomedis, menjadi daya tarik utama dalam penelitian ini. Nanopartikel, yang merupakan partikel padat koloid dengan ukuran diameter 1-1000 nm, memiliki karakteristik bentuk dan ukuran yang sangat memengaruhi efisiensi obat. Ukuran partikel dapat memengaruhi proses diaolusi, adsorpsi, dan distribusi obat dalam tubuh [34]. Salah satu polimer yang digunakan dalam proses pembuatan nanopartikel adalah kitosan dan natrium tri-poli-fosfat (NaTPP) sebagai agen crosslinker. Teknik gelasi ionik adalah metode yang efektif untuk membentuk nanopartikel karena prosesnya sederhana, menggunakan pelarut non-organik, dan mudah dikendalikan [23]. Pendekatan terapi berbasis nanopartikel menawarkan potensi besar dalam dunia medis. Dengan kemampuannya yang dapat meningkatkan pengiriman obat, memberikan efek antimikroba, serta mengurangi efek samping. Ukurannya yang kecil dan sifatnya yang serbaguna memungkinkan interaksi langsung dengan sel mikroba, sehingga meningkatkan efektivitas agen terapeutik, termasuk untuk pengobatan jerawat yang disebabkan oleh bakteri *Propionibacterium acnes*. Keunggulan nanopartikel juga terbukti melalui penelitian terhadap ekstrak daun matoa. Pada konsentrasi 25% dan 50%, ekstrak ini menunjukkan aktivitas antibakteri sedang (intermediate), sementara pada konsentrasi 75% tergolong sensitif terhadap bakteri *E. coli*. Sebaliknya, nanopartikel ekstrak daun matoa dengan konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% termasuk dalam kategori resisten [71].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian mengenai potensi ekstrak nanopartikel buah alpukat (*Persea americana* Mill) sebagai senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acne* perlu dilakukan untuk mengetahui perbandingan efektivitas antara ekstrak buah alpukat tanpa nanopartikel dan ekstrak nanopartikel buah alpukat (*Persea americana* Mill).

## 2. II. Metode

### Ethical Clearance

Penelitian ini telah lulus uji etik di Universitas Negeri Airlangga Surabaya dengan nomor sertifikasi: 0832/KEPK/HRECC.FODM/ VIII/ 2024.

### Desain Penelitian

**Penelitian ini menggunakan eksperimental** dengan tujuan untuk menilai efektivitas antibakteri nanopartikel ekstrak alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acne*.

### Populasi Penelitian

Populasi penelitian yaitu buah alpukat (*Persea americana* Mill) yang berasal dari Pasar Bangil.

### Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan yaitu daging buah alpukat (*Persea americana* Mill) dengan buahnya berbentuk oval, dagingnya lunak, warnanya hijau kekuningan, dan masih segar. Adapun bakteri *Propionibacterium acne* yang berasal dari Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya.

### Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bakteriologi dan Farmakologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Uji Fitokimia dan Evaporasi dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik, Universitas Negeri Surabaya. Uji Fourier Transform Infra Red (FTIR) dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Negeri Surabaya. Uji Particle Size Analyzer (PSA) dilakukan di Laboratorium Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

### Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama kurang lebih tiga bulan, mulai bulan Mei-Juli 2024.

### Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan meliputi mesin penghalus, autoklaf, kulkas, inkubator, rotary vakum evaporator, tabung reaksi, rak tabung, bulb, pipet ukur, labu ukur, erlenmeyer, beaker glass, gelas ukur, batang pengaduk, sendok zat, pipet tetes, mikropipet, blue tip, yellow tip, bunsen, cawan petri, ose jarum, ose bulat, vortex, colony counter, botol reagen, pelet KBr, PSA, FTIR, dan magnetic stirrer.

Bahan yang diperlukan mencakup alpukat (*Persea americana* Mill) yang diperoleh dari Pasar Bangil, bakteri *Propionibacterium acne* yang didapat dari Balai Besar Laboratorium Surabaya, etanol 96%, tisu, kertas saring, media NA (Nutrient Agar), media MHA (Mueller-Hinton Agar), NaCl 0,9%, aquades, dimethyl sulfoxide 10%, McFarland 0,5 (BaCl<sub>2</sub> 1,75%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%), media BAP (Blood Agar Plate), HCl 2 N, klorida 10%, asam asetat anhidrat, asam sulfat pekat, Lieberman - Burchard, kloroform, HCl pekat, logam magnesium, Dragendorff, Mayer, NaOH 1N, kitosan 0,1%, Na-TPP 0,1%, Mg, dan FeCl<sub>3</sub>.

### Tahapan Penelitian

Daging buah alpukat yang telah dikumpulkan sebanyak 2 kg akan dibersihkan terlebih dahulu, lalu dibelah menjadi dua bagian, dan daging buah alpukat diambil dengan cara dikerok. Setelah itu, daging buah alpukat akan dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya sebelum dihaluskan atau diblender dan didapatkan.

### Pembuatan Ekstrak Maserasi

Pembuatan ekstrak etanol buah alpukat (*Persea americana* Mill) dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Sebanyak 250 gram daging buah alpukat yang telah dikeringkan akan dihaluskan dengan blender atau alat penghancur lainnya. Selanjutnya, hasilnya dimasukkan ke dalam wadah gelap dan ditambahkan 1000 mL etanol 96%. Selanjutnya melakukan proses maserasi selama 72 jam (3 x 24 jam) di tempat dingin dan terlindungi dari cahaya, dengan pengadukan setiap 4 jam sekali. Setelah itu, larutan yang diperoleh dari proses tersebut disaring dengan corong yang dilapisi kertas saring. Filtratnya dipisahkan dan etanolnya dihilangkan melalui proses evaporasi pada rotary evaporator dengan suhu tidak lebih dari 50°C, sehingga tersisa ekstrak yang mengandung air.

### Uji Fitokimia

Uji flavonoid dilakukan dengan penambahan 1 mL ekstrak ke tabung reaksi, dilakukan penambahan serbuk magnesium 0,5 gram dan HCl pekat 10 tetes. Jika hasil uji positif untuk **flavonoid, larutan tersebut menunjukkan warna jingga, merah muda, atau merah**.

1. Uji saponin dilakukan dengan menaruh **1 mL ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan** 10 mL air suling. Panaskan campuran di atas bunsen selama 2-3 menit, dinginkan, dan dikocok selama 10 detik setelah dingin. Jika terdapat busa stabil dengan tinggi 1-10 cm maka menunjukkan hasil positif untuk saponin.

2. Uji tanin melibatkan penambahan 1 mL ekstrak ke tabung reaksi, tambahkan 5% larutan FeCl<sub>3</sub>. Keberadaan tanin yang positif menunjukkan warna hijau, ungu, biru, merah, atau hitam yang kuat.

3. Uji alkaloid dengan reagen Mayer diawali dengan menambahkan **1 mL ekstrak dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan HCl pekat 2-3 tetes dan reagen Mayer 5 tetes**. Keberadaan endapan putih dalam larutan menunjukkan hasil positif untuk alkaloid.

4. Uji steroid dilakukan dengan cara menambahkan **1 mL ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan** 1 mL pereaksi Libermann-

Burchard. Steroid dengan hasil positif ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi ungu ke biru/hijau.

5. Uji triterpenoid dilakukan dengan cara menambahkan **1 mL ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL kloroform dan 1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat.** Hasil positif triterpenoid ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi merah kecoklatan.

6. Uji fenolik dilakukan dengan cara menambahkan **1 mL ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL NaCl 10% dan gelatin 1%.**

Hasil positif steroid ditandai dengan terbentuknya endapan putih.

Pembuatan Larutan Kitosan 0,1%

Sebanyak 0,1 gram kitosan ditimbang, lalu 100 mililiter larutan asam asetat 1% dimasukkan ke dalam gelas beker berkapasitas 250 mililiter. Kitosan yang telah ditimbang kemudian dimasukkan dan diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga terbentuk larutan kitosan 0,1%.

Pembuatan Larutan Na-TPP 0,1%

Setelah menimbang 0,035 gram Na-TPP, sebanyak 35 mililiter aquades ditambahkan ke dalam gelas beker berkapasitas 250 mililiter. Larutan ini diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga seluruh Na-TPP larut dan menghasilkan larutan Na-TPP 0,1%.

Pembuatan Ekstrak Nanopartikel Buah Alpukat

Ekstrak nanopartikel buah alpukat dibuat dengan cara menimbang 1 gram ekstrak buah alpukat. Kemudian, ekstrak etanol buah alpukat dicampur dengan 35 mL etanol 96% dan 15 mL air destilasi dalam beker berukuran 1000 mL. Selanjutnya, ditambahkan 100 mL larutan kitosan 0,1% dan 35 mL Na-TPP, kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer 1500 rpm selama 20 menit dan kemudian diaduk kembali menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 1000 rpm selama 2 jam. Selanjutnya, koloid nanopartikel kitosan dan Na-TPP yang berasal dari ekstrak buah alpukat dipisahkan dengan melakukan sentrifugasi pada kecepatan 8000 rpm selama 10 menit. Pada tahap terakhir, padatan nanopartikel dari ekstrak etanol buah alpukat ditempatkan dalam lemari pendingin dengan suhu sekitar  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  hingga mencapai bentuk padatan kering.

Karakterisasi Ekstrak Nanopartikel Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Ukuran dan Distribusi Partikel (PSA)

Sebelum digunakan, alat Particle Size Analyzer (PSA) dipanaskan terlebih dahulu selama kurang lebih 20 menit. Setelah itu, komputer yang terhubung dengan alat dihidupkan, dan pengaturan perangkat dimulai. Larutan ekstrak nanopartikel buah alpukat dikocok menggunakan vortex mixer selama sekitar 1 menit. Larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam cuvet yang bersih hingga 2/3 bagian terisi. Selanjutnya, larutan standar dimasukkan ke dalam alat, dan sensor dipasang sebagai penutup. Sebelum proses pengukuran dimulai, suhu alat disesuaikan terlebih dahulu pada  $25^{\circ}\text{C}$  dengan menekan menu "Temp.Panel". Setelah pengaturan selesai, alat secara otomatis mengukur ukuran partikel dengan menekan menu "Auto1".

Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Sebanyak 0,0020 g sampel ekstrak nanopartikel buah alpukat dan 0,1980 g KBr ditimbang, kemudian digiling hingga halus dan dicetak menjadi pelat tipis transparan. Sampel tersebut dianalisis menggunakan alat FTIR dengan spektrum serapan inframerah pada rentang bilangan gelombang 4000-450  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil kromatogram yang diperoleh kemudian dianalisis lebih lanjut.

Pengujian Efektivitas Anti Bakteri

Pengujian dilakukan menggunakan ekstrak etanol buah alpukat dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%, serta ekstrak nanopartikel etanol buah alpukat dengan konsentrasi yang sama terhadap *Propionibacterium acnes* menggunakan metode difusi cakram. Sebagai kontrol negatif digunakan aquades steril, sedangkan kontrol positif berupa kertas cakram antibiotik kloramfenikol. Setiap konsentrasi diuji sebanyak tiga kali pengulangan. Uji antibakteri dilakukan dengan media MHA sebanyak 15 mL, yang dituangkan pada suhu  $45-50^{\circ}\text{C}$  ke dalam cawan petri, lalu dibiarkan memadat. Kapas bertangkai steril (cotton swab) dicelupkan ke dalam suspensi bakteri *Propionibacterium acnes* secara aseptik, dan kelebihan inokulum dihilangkan dengan menekan kapas ke dinding bagian dalam tabung. Media MHA kemudian digoreskan secara merata ke seluruh permukaannya hingga ke tepi cawan untuk memastikan pertumbuhan bakteri yang merata, dan dibiarkan mengering selama 5 menit. Cakram kertas yang telah dicelupkan ke dalam masing-masing konsentrasi larutan uji ekstrak etanol dan ekstrak nanopartikel etanol buah alpukat ditempatkan di atas media MHA dengan jarak yang sama menggunakan pinset steril. Setiap cakram ditekan perlahan dengan pinset untuk memastikan menempel pada permukaan media. Cawan kemudian diinkubasi secara terbalik pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Setelah masa inkubasi, zona hambat yang ditandai dengan area bening di sekitar cakram, diukur diameternya menggunakan jangka sorong digital dalam satuan milimeter (mm) untuk mendapatkan nilai Zona Hambat (Zone of Inhibition / ZOI).

Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS. Langkah pertama adalah mengevaluasi normalitas data melalui uji Shapiro-Wilk. Jika data terdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan uji statistik parametrik Two Way ANOVA dan uji lanjutan Post Hoc Duncan.

Namun, jika data tidak terdistribusi normal, analisis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Friedman.

### 3. III. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Proses Maserasi

Buah alpukat (*Persea americana* Mill) dimaserasi menggunakan etanol 96%. Setelah dimaserasi akan dihitung rendemen dan didapatkan hasil rendemen sebesar 30%. Rendemen adalah perbandingan antara jumlah metabolit yang diperoleh setelah proses ekstraksi dengan berat sampel yang digurakan. Rendemen dianggap baik jika nilainya lebih dari 10% [19]. Rendemen yang baik dalam proses ekstraksi menggambarkan efisiensi yang tinggi dalam memperoleh hasil yang diinginkan dari bahan baku. Rendemen yang optimal menunjukkan bahwa proses ekstraksi berhasil mengisolasi komponen yang diinginkan secara maksimal, memaksimalkan jumlah ekstrak yang diperoleh dari bahan baku yang digunakan [11]. Karakteristik rendemen yang baik melibatkan beberapa aspek penting, seperti efisiensi ekstraksi, kualitas produk akhir, konsistensi proses, dan optimasi kondisi ekstraksi. Efisiensi ekstraksi yang tinggi menunjukkan bahwa komponen target dapat terisolasi secara efektif, namun rendemen yang tinggi tidak selalu menjamin kualitas produk yang baik. Kualitas produk akhir sangat penting, karena ekstrak yang diperoleh harus memenuhi standar kemurnian yang ditetapkan, bebas dari komponen yang tidak diinginkan [80]. Selain itu, konsistensi dalam proses ekstraksi sangat diperlukan agar hasil yang diperoleh tidak fluktuatif dari satu batch ke batch lainnya, yang sering kali terjadi karena variasi dalam pengaturan proses [11]. Faktor penting lainnya adalah optimasi kondisi ekstraksi, seperti pemilihan jenis pelarut, suhu, waktu ekstraksi, dan rasio bahan terhadap pelarut. Semua faktor ini harus diatur dengan tepat untuk mencapai rendemen yang optimal, memastikan bahwa ekstraksi berjalan dengan efisien, menghasilkan produk berkualitas tinggi, dan dapat diulang dengan hasil yang konsisten [80].

Tabel 4.1 Hasil Proses Ekstrak Maserasi

Sampel	Hasil Maserasi				
Bobot Basah	Bobot Kering	Bobot Serbuk	Bobot Kental	Rendemen	
				3000 gram	2000 gram
					300 gram
					90 gram

30 %

#### 2. Uji Fitokimia

Untuk mengetahui kandungan ekstrak buah alpukat dilakukan uji fitokimia. Uji fitokimia adalah serangkaian tes atau analisis untuk mendeteksi dan

mengidentifikasi senyawa-senyawa kimia aktif (fitokimia) yang terdapat dalam bahan tumbuhan. Senyawa-senyawa ini, seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid, memiliki potensi sebagai bahan obat atau zat bioaktif lainnya. Uji fitokimia dilakukan dengan menggunakan reagen dan metode khusus untuk setiap jenis senyawa, sehingga dapat diketahui jenis dan jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman tertentu [63].

Hasil dari uji fitokimia pada ekstrak alpukat (*Persea americana* Mill) dapat dilihat pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

Uji Fitokimia	Pereaksi Hasil (Terbentuknya)	Kesimpulan (+)/(-)
Alkaloid Mayer	Endapan putih	+
Wagner	Endapan coklat	+
Dragendorf	Endapan jingga	-
Flavonoid	Mg + HCl pekat + etanol	Warna merah +
Saponin	- Adanya busa stabil	+
Steroid	Libermann-Burchard	Ungu ke biru/hijau +
Triterpenoid	Kloroform + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Merah kecoklatan +
Fenolik	NaCl 10% + Gelatin 1 %	Endapan Putih +
Tanin	FeCl <sub>3</sub> 1%	Coklat Kehijauan +

Keterangan : ( + ) : Mengandung senyawa

( - ) : Tidak mengandung senyawa

Kandungan senyawa dalam buah alpukat dipengaruhi oleh proses ekstraksi yang dilakukan. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi meliputi durasi ekstraksi, jenis, dan jumlah pelarut yang digunakan [72]. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa buah alpukat mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, dan tanin. Kandungan ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan, serta perubahan fisiologis dan biokimia dalam buah alpukat [75].

Ekstrak buah alpukat mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antibakteri. Flavonoid, yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi merah, efektif sebagai antibakteri melalui mekanisme pembentukan kompleks dengan protein ekstraseluler, yang mengganggu integritas membran sel bakteri [57]. Saponin dalam ekstrak buah alpukat menunjukkan hasil positif melalui terbentuknya busa stabil, mencerminkan sifatnya yang mudah larut dalam air [40]. Sebagai zat aktif, saponin meningkatkan permeabilitas membran sel, yang dapat menyebabkan hemolisis. Ketika berinteraksi dengan sel bakteri atau jamur, saponin menyebabkan kerusakan atau lisis sel [73]. Senyawa steroid menghasilkan perubahan warna menjadi hijau atau kebiruan akibat reaksi dengan asetat anhidridat, membentuk kompleks asetil steroid [59]. Steroid bekerja sebagai antibakteri dengan merusak membran sel bakteri [44]. Dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes*, steroid berinteraksi dengan membran lipid, menyebabkan kebocoran pada liposom bakteri. Interaksi ini menurunkan integritas membran dan mengubah morfologi sel, sehingga sel menjadi rapuh dan mengalami lisis [71]. Tanin menunjukkan hasil positif dengan perubahan warna menjadi coklat kehijauan akibat reaksi dengan Fe<sup>+</sup> [65]. Sebagai antibakteri, tanin bekerja dengan mengerutkan dinding atau membran sel, mengganggu permeabilitas bakteri, dan menghentikan pertumbuhannya [3]. Senyawa fenolik menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya endapan putih ketika diuji menggunakan NaCl 10% dan gelatin 1%. Mekanisme antibakterinya adalah dengan mendenaturasi protein sel melalui pembentukan ikatan hidrogen antara fenol dan protein. Proses ini merusak struktur protein, mengganggu permeabilitas dinding sel, dan menyebabkan ketidakseimbangan makromolekul serta ion dalam sel, yang akhirnya memicu lisis [14]. Triterpenoid menghasilkan perubahan warna merah kecoklatan saat bereaksi dengan kloroform dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Senyawa ini menyebabkan lisis sel bakteri dengan berikatan dengan protein, lipid, dan karbohidrat pada membran sel. Triterpenoid menghambat pertumbuhan mikroba dengan mengganggu pembentukan membran atau dinding sel, sehingga strukturnya tidak terbentuk sempurna atau bahkan gagal terbentuk [66]. Alkaloid diuji menggunakan tiga pereaksi: Mayer menghasilkan endapan putih, Wagner menghasilkan endapan coklat, dan Dragendorff menghasilkan endapan jingga. Alkaloid bekerja dengan menghambat pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri, sehingga dinding sel terbentuk tidak sempurna, yang akhirnya menyebabkan kematian bakteri [57]. Dari uji fitokimia yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, fenolik, tanin, dan alkaloid positif, walaupun dari ketiga pereaksi Mayer dan Wagner menunjukkan hasil positif dan Dragendorff menunjukkan hasil negatif. Perbedaan hasil positif pada uji Mayer dan Wagner tetapi negatif pada uji Dragendorff dalam deteksi alkaloid dapat dijelaskan oleh perbedaan sensitivitas dan spesifisitas dari masing-masing pereaksi. Pereaksi Mayer (kalium merkuri iodida) dan Wagner (iodium dalam kalium iodida) lebih sensitif terhadap berbagai jenis alkaloid dan cenderung memberikan hasil positif meskipun konsentrasi alkaloid rendah atau struktur kimia alkaloid tidak terlalu spesifik. Kedua pereaksi ini bekerja dengan membentuk endapan yang menandakan adanya alkaloid, sehingga sering menunjukkan hasil positif untuk banyak jenis alkaloid [69]. Di sisi lain, pereaksi Dragendorff lebih spesifik dan memerlukan jenis alkaloid tertentu serta konsentrasi yang lebih tinggi untuk menghasilkan reaksi positif. Struktur kimia alkaloid yang memiliki sifat steril atau elektronik yang menghalangi interaksi dengan ion bismut dalam pereaksi Dragendorff dapat menyebabkan hasil uji menjadi negatif, meskipun alkaloid tersebut terdeteksi oleh Mayer dan Wagner. Hal ini terutama terjadi pada alkaloid yang memiliki struktur kimia yang tidak cocok dengan mekanisme reaksi Dragendorff [33].

### 3. Identifikasi *Propionibacterium acnes*

Uji identifikasi yang digunakan untuk mengetahui morfologi dan jenis bakteri yaitu dengan pengamatan makroskopik dan mikroskopik melalui pewarnaan Gram. Pada pengamatan makroskopik ditemukan koloni dengan bentuk circular (bulat) dengan ukuran sedang, berwarna putih dan kuning, tepi entire (rata), dan elevasi berbentuk convex (cembung). Pada pewarnaan Gram didapatkan hasil bakteri gram positif dengan bakteri berbentuk basil dan berwarna ungu atau biru.

(a)

(b)

Gambar 1. Hasil Karakteristik Bakteri Uji (a) Hasil penanaman bakteri *P. acnes* pada media selektif BAP (b) Hasil pewarnaan gram bakteri *P. acnes* dan pengamatan mikroskop pada perbesaran 100x

### 4. Ekstrak Alpukat (*Persea americana* Mill)

Penelitian ini menggunakan metode difusi untuk menguji efektivitas ekstrak buah alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap *Propionibacterium acnes*. Zona bening yang terbentuk di sekitar paper disc menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan koloni bakteri *Propionibacterium acnes*. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur dengan jangka sorong dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Semakin besar zona hambat yang terbentuk, semakin

tinggi pula aktivitas antibakteri dari buah alpukat. **Diameter zona hambat yang dihasilkan oleh variasi konsentrasi ekstrak** alpukat 25%, 50%, dan 75% dibandingkan dengan **zona hambat di sekitar paper disc yang** mengandung Kloramfenikol 250 mg.

Tabel 4.3 Acuan Zona Hambat Kloramfenikol [17]

**Acuan Zona Hambat**

**Interprestasi Zona Hambat Minimal**

**Resisten ≤15**

**Intermediate 16-20**

**Sensitive ≥21**

Tabel 4.4 Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill) dan Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Nanopartikel Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

No.	Konsentrasi (%)	Rata-Rata Diameter (mm)	Keterangan						
1	2	3	4	5	Kontrol Positif Kloramfenikol 100%	Kontrol Negatif Aquades Steril	Ekstrak Alpukat 25%	Ekstrak Alpukat 50%	Ekstrak Alpukat 75%
6	0	16,50	13,26	32,27	Resisten	Resisten	Intermediet	Intermediet	Sensitif

Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Nanopartikel Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

No.	Konsentrasi (%)	Rata-Rata Diameter (mm)	Keterangan						
1	2	3	4	5	Kontrol Positif Kloramfenikol 100%	Kontrol Negatif Aquades Steril	Nanopartikel Ekstrak Alpukat 25%	Nanopartikel Ekstrak Alpukat 50%	Nanopartikel Ekstrak Alpukat 75%
6	0	6	6	6	Resisten	Resisten	Resisten	Resisten	Resisten

Hasil penelitian pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa ekstrak alpukat pada konsentrasi 25% menghasilkan zona hambat minimal (ZHM) dengan interpretasi intermediet dengan diameter rata-rata 16,50 mm, pada konsentrasi 50% hasil ZHM juga masuk dalam kategori intermediet dengan diameter rata-rata 13,26 mm, dan pada konsentrasi 75% hasil ZHM termasuk dalam kategori sensitif dengan diameter rata-rata 32,27 mm.

(a) (b) (c)

Gambar 1. Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Alpukat (*Persea americana* Mill) dan kelompok kontrol

1. Konsentrasi 25%, kontrol negatif, dan kontrol positif antibiotik Kloramfenikol
2. Konsentrasi 50%, kontrol negatif, dan kontrol positif antibiotik Kloramfenikol
3. Konsentrasi 75%, kontrol negatif, dan kontrol positif antibiotik Kloramfenikol

5. Nanopartikel Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

Pembuatan nanopartikel dalam bentuk koloid menghasilkan endapan berwarna cokelat setelah proses sentrifugasi. Metode gelas iorik membentuk nanopartikel melalui proses ikatan silang antara polielektrolit dan ion multivalen. Interaksi elektrostatik antara gugus amina (NH3+) pada kitosan dan gugus negatif (PO4-) dari Na-TPP menciptakan ikatan silang yang meningkatkan kekuatan mekanis partikel dalam penelitian ini [20]. Kitosan dipilih sebagai polimer karena sifatnya yang bioaktif, biokompatibel, antibakteri, pengkelat, dan biodegradabel. Namun, kitosan memiliki kelemahan berupa penyerapan air yang cepat dan derajat pembengkakan tinggi di lingkungan berair, sehingga kurang optimal untuk penghantaran dan pelepasan obat dalam aplikasi medis. Untuk mengatasi hal ini, NaTPP ditambahkan sebagai agen crosslinker guna meningkatkan biokompatibilitas dan mengurangi derajat pembengkakan. Dosis rendah NaTPP digunakan untuk mencegah pembentukan ikatan berlebihan antara polianion TPP dan gugus amina pada kitosan. Proses gelasi ionik dilakukan dengan mencampurkan kitosan terlarut dalam asam asetat dengan polianion seperti NaTPP menggunakan pengaduk magnetik pada suhu ruangan, sehingga nanopartikel terbentuk secara spontan. Rasio antara kitosan dan NaTPP dapat diubah untuk menyesuaikan ukuran dan struktur permukaan partikel, menjadikan metoda gelas iorik lebih sederhana dibandingkan metode lainnya [35].

Hasil pengukuran zona hambat nanopartikel ekstrak alpukat (*Persea americana* Mill) pada tabel 4.4 menunjukkan ukuran 6 mm pada konsentrasi 25%, 50%, dan 75%, yang mengindikasikan bahwa daya hambat nanopartikel ini bersifat resisten. Pada kontrol negatif, tidak ditemukan zona hambat, sedangkan kontrol positif menggunakan antibiotik kloramfenikol juga menunjukkan sifat resisten. Pembentukan zona hambat pada nanopartikel dipengaruhi oleh larutan kitosan, yang memiliki kemampuan antibakteri. Mekanisme kerja kitosan sebagai antibakteri meliputi dua kemungkinan, yaitu kitosan menempel pada permukaan sel bakteri, kemudian membentuk lapisan polimer yang menghalangi masuknya nutrisi ke dalam sel, sehingga mengakibatkan kematian bakteri dan kitosan dengan bobot molekul rendah dapat masuk ke dalam sel bakteri dan mengadsorpsi substansi bermuatan negatif di dalamnya, yang mengganggu aktivitas bakteri [34].

Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat yang telah dilakukan terlihat pada tabel 4.4 bahwa ekstrak alpukat tanpa nanopartikel menunjukkan diameter zona hambat yang lebih besar terhadap bakteri *Propionibacterium acne*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh [46], yang menggunakan ekstrak alpukat dengan etanol 96% ditemukan aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 100%. [36] juga melaporkan bahwa ekstrak alpukat menggunakan metode maserasi dengan etanol 96% memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%. Selain itu, ada juga penelitian yang dilakukan oleh [82] yang menggunakan ekstrak alpukat dengan etanol 96% ditemukan aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif *Propionibacterium acne* pada konsentrasi 5%, 7%, dan 7,5%.

Sementara itu, pada uji dengan nanopartikel yang telah dilakukan pada konsentrasi 25%, 50%, dan 75%, hasil menunjukkan resistensi terhadap bakteri *Propionibacterium acne*. Ekstrak viskous alpukat dapat lebih efektif menghambat pertumbuhan zona hambat bakteri dibandingkan nanopartikel ekstrak karena sifat fisik dan kimianya yang lebih stabil dan lebih mudah diakses oleh bakteri. Ekstrak kental mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin dalam bentuk yang lebih konsentrasi. Senyawa-senyawa ini memiliki sifat antibakteri alami yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak membran sel bakteri atau menghambat fungsi enzim esensial bakteri [36]. Sementara itu, dalam nanopartikel, meskipun ukurannya lebih kecil dan memiliki potensi penetrasi lebih tinggi, terkadang proses pembuatan nanopartikel dapat mengurangi bioaktivitas senyawa tersebut atau membuat distribusinya kurang merata. Dengan demikian, ekstrak kental memberikan efek antibakteri yang lebih langsung dan kuat [42].

Uji normalitas zona hambat dilakukan dengan metode Shapiro-Wilk, karena jumlah data kurang dari 50, dan diperoleh p-value 0,071 untuk ekstrak buah alpukat, sedangkan p-value untuk nanopartikel ekstrak buah alpukat adalah 0,000. Data dianggap terdistribusi normal jika p-value >0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data zona hambat dari nanopartikel ekstrak alpukat tidak terdistribusi normal. Maka untuk menguji hipotesis akan digunakan uji non-parametrik Friedman yang digunakan untuk menilai perbedaan signifikan antara beberapa kelompok yang terkait atau pengukuran berulang pada

data non-parametrik. Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi  $p < 0,05$  yaitu 0,000. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan zona hambat antara ekstrak buah alpukat dan nanopartikel ekstrak buah alpukat.

#### 6. Ukuran Partikel

Ukuran partikel adalah salah satu karakteristik penting nanopartikel karena mempengaruhi distribusi obat, toksisitas, serta berpengaruh pada pemuatan obat, pelepasan obat, dan kestabilan sistem nanopartikel [27]. Ukuran dan distribusi partikel nanopartikel dapat diukur dengan menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA).

#### Gambar 3. Hasil Uji Particle Size Analyzer (PSA)

Gambar 3. Menunjukkan hasil pengujian nanopartikel dari ekstrak buah alpukat (*Persea americana* Mill) yang dilakukan dengan menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA) menunjukkan ukuran partikel sekitar  $\pm 906,4$  nm. Particle Size Analyzer (PSA) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur distribusi ukuran partikel dalam sampel, baik dalam bentuk cair maupun kering. Teknologi ini memainkan peran penting dalam berbagai industri, termasuk farmasi, material, dan lingkungan, di mana pemahaman tentang ukuran partikel sangat penting untuk kualitas produk dan penelitian. PSA umumnya digunakan untuk menganalisis sampel dalam rentang ukuran dari nanometer hingga submikron. Nanopartikel sering kali memiliki kecenderungan untuk menggumpal. Dalam penelitian ini, serbuk sampel didispersikan dalam media untuk mencegah terjadinya aglomerasi antar partikel, sehingga yang terukur adalah ukuran partikel tunggal (single particle). Hasil pengukuran tersebut memberikan distribusi partikel yang dapat diasumsikan mewakili kondisi keseluruhan sampel [74].

Salah satu metode yang umum digunakan dalam PSA adalah difraksi laser, di mana cahaya laser dipancarkan ke partikel dalam sampel. Partikel yang lebih kecil dari panjang gelombang cahaya laser akan menyebabkan cahaya tersebut tersebar atau terhambur. Pola hamburan ini kemudian dianalisis untuk menentukan ukuran partikel dalam sampel tersebut. Metode ini memungkinkan pengukuran ukuran partikel dalam rentang yang sangat luas, mulai dari beberapa nanometer hingga milimeter [26].

#### 7. Analisis Gugus Fungsional dengan Fourier Transformed Infrared (FT-IR) pada Material Nanopartikel Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

Tahap FT-IR dilakukan untuk menganalisis karakteristik kimia larutan nanopartikel ekstrak buah alpukat (*Persea americana* Mill) dengan mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat di dalamnya. FT-IR digunakan sebagai metode analisis kualitatif melalui pengukuran absorbansi sinar inframerah.

Karakterisasi ini juga bertujuan untuk mendeteksi jenis vibrasi ikatan aromatik dalam gugus fungsional tertentu yang teridentifikasi pada rentang bilangan gelombang  $4.000-500$   $\text{cm}^{-1}$  [4]. Hasil analisis FT-IR untuk larutan nanopartikel ekstrak buah alpukat (*Persea americana* Mill) ditampilkan pada Gambar 4.

#### Gambar 4. Hasil Karakterisasi FT-IR Nanopartikel Ekstrak Buah Alpukat (*Persea americana* Mill)

Hasil analisis spektrum FT-IR menunjukkan beberapa pita serapan signifikan, masing-masing mewakili gugus fungsi tertentu dalam senyawa yang dianalisis. Pita serapan pertama terdeteksi pada bilangan gelombang  $3304,61$   $\text{cm}^{-1}$  dengan tingkat transmisi 58,09%, yang mengindikasikan adanya regangan pada gugus hidroksil (OH), yang berasal dari vibrasi ikatan hidrogen intramolekul. Kehadiran gugus OH ini sering kali menunjukkan adanya alkohol atau asam karboksilat dalam senyawa. Pita serapan kedua, terletak pada bilangan gelombang  $1643,46$   $\text{cm}^{-1}$  dengan transmisi 79,60%, menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), yang biasa ditemukan pada aldehida, keton, atau asam karboksilat. Pita serapan ketiga terdeteksi pada bilangan gelombang  $1015,60$   $\text{cm}^{-1}$  dengan transmisi 73,39%, yang menandakan regangan pada gugus C-O-C (eter) atau C-O-H (alkohol), menunjukkan ikatan oksigen-karbon dalam struktur senyawa. Terakhir, pita serapan pada bilangan gelombang  $517,09$   $\text{cm}^{-1}$  dengan transmisi 42,92% menunjukkan regangan pada gugus C-H aromatik, yang umumnya ditemukan pada senyawa aromatik yang mengandung cincin benzena. Secara keseluruhan, spektrum FT-IR dari nanopartikel ekstrak buah alpukat (*Persea americana* Mill) ini mengidentifikasi keberadaan gugus hidroksil (OH), karbonil (C=O), eter/ alkohol (C-O-C/C-O-H), dan C-H aromatik, memberikan gambaran mengenai komposisi kimia dan struktur molekul senyawa tersebut.

4. IV. **Simpulan Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa uji antibakteri ekstrak** alpukat tanpa nanopartikel terhadap *Propionibacterium acne* **pada konsentrasi 25% dan 50%** mampu membentuk zona hambat yang tergolong intermediet dan pada konsentrasi 75% mampu membentuk zona hambat dengan kategori sensitif. Sedangkan, pada uji antibakteri nanopartikel ekstrak terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acne* **dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%** menghasilkan zona hambat yang tergolong resisten. Berdasarkan analisis data **uji nonparametrik Friedman menunjukkan nilai ( $p < 0,05$ )** yaitu 0,000, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada zona hambat antara ekstrak buah alpukat **dan nanopartikel ekstrak buah alpukat.**

5. **Ucapan Terima Kasih** Terima kasih disampaikan kepada pihak **Laboratorium Bakteriologi dan Farmakologi di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, serta kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.**

#### 6. Referensi