

ABSTRAK

Escherichia coli adalah mikroba penyebab infeksi yang paling sering dijumpai sehari-hari dan menghasilkan senyawa toksin yang berbahaya bagi manusia. Dalam mengatasi masalah tersebut diperlukan upaya pengendalian kehidupan bakteri penyebab luka infeksi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri dari sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak dan AgNO_3 dengan variasi 0,05 M, 0,10 M, dan 0,15 M terhadap bakteri *Escherichia coli*. Sediaan gel nanokoloid perak ini dibuat dengan basis gel yang bersifat hidrofilik karena memiliki keunggulan seperti stabilitas nya lebih besar, daya sebar pada kulit baik, mudah dicuci dengan air dan pelepasan obat baik sehingga meningkatkan efektivitas penggunaan gel sebagai antibakteri. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi menggunakan kertas cakram dan dilakukan pengukuran zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Hasil pengukuran rata-rata diameter daya hambat yaitu Formula I (0,05 M) sebesar 10,84 mm, Formula II (0,10 M) sebesar 12,67 mm, Formula III (0,15 M) sebesar 14,97 mm dan kontrol positif sebesar 24,66 mm. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos*(L.)) memiliki daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli*. Dan berdasarkan hasil statistik uji ANOVA One Way Post-Hoc test menunjukkan bahwa nilai dari F1, F3 dan kontrol positif memiliki nilai signifikansi $<0,05$ yang berarti perlakuan tersebut memiliki perbedaan yang nyata. Sedangkan F2 memiliki nilai signifikansi $\geq 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara F2 dengan ketiga perlakuan tersebut dalam menghambat bakteri *Escherichia coli*.

Kata Kunci : *Alocasia macrorrhizos*, Nanokoloid Perak, *Escherichia coli*, Antibakteri, ANOVA One Way

ABSTRACT

Escherichia coli is the most common microbe that causes daily infections and produces toxin compounds that are harmful to humans. In overcoming this problem, efforts are needed to control the life of bacteria that cause wound infections. This study aims to test the antibacterial activity of biosynthesized silver nanocolloid gel preparations using Sarawak taro plant extract and AgNO₃ with variations of 0.05 M, 0.10 M, and 0.15 M against *Escherichia coli* bacteria. This silver nanocolloid gel preparation was made with a hydrophilic gel base because it has advantages such as greater stability, good skin spreadability, easy washing with water and good drug release so as to increase the effectiveness of using the gel as an antibacterial. The antibacterial activity test was carried out by diffusion method using disc paper and measuring the clear zone formed around the disc paper. The results of measuring the average diameter of the inhibitory power are Formula I (0.05 M) by 10.84 mm, Formula II (0.10 M) by 12.67 mm, Formula III (0.15 M) by 14.97 mm and positive control by 24.66 mm. Based on the results of this study, it can be concluded that the biosynthesized silver nanocolloid gel preparation using Sarawak taro plant extract (*Alocasia macrorrhizos*(L.)) has inhibition against *Escherichia coli* bacteria. And based on the statistical results of the ANOVA One Way Post-Hoc test, it shows that the values of F1, F3 and positive control have a significance value <0.05, which means that the treatment has a significant difference. While F2 has a significance value ≥ 0.05 so it can be concluded that there is no significant difference between F2 and the three treatments in inhibiting *Escherichia coli* bacteria.

Keywords: *Alocasia macrorrhizos*, Nanocolloidal Silver, *Escherichia coli*, Antibacterial, ANOVA One Way

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan terkini dalam nanoteknologi telah menunjukkan kemajuan signifikan di berbagai bidang. Salah satu contohnya adalah nanoperak, yang menggunakan nanopartikel perak sebagai agen antibakteri (Sahu dkk.,2023) . Nanopartikel merupakan partikel dengan ukuran berkisar 1-1000 nm. Secara khusus, mikroorganisme dan tanaman telah ditunjukkan sebagai sumber daya baru dengan potensi yang cukup besar untuk mensintesis nanopartikel yang disebut dengan biosintesis yang memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan, sederhana, cepat, stabil, dan hemat biaya (Kim dkk., 2016).

Prinsip kerja ekstrak tanaman dalam mereduksi NPP adalah kemampuan senyawa pada tanaman yang mampu mereduksi Ag yang bermuatan (Ag^+) menjadi nanopartikel Ag^0 . (Fabiani dkk, 2018). Keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan ekstraknya untuk proses biosintesis nanopartikel perak karena mengandung senyawa turunan fenol yaitu polifenol, flavonoid dan glikosida sianogenik sehingga dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (Masykuroh dan Puspasari, 2020). Fungsi Ag^+ sebagai agen antibakteri memiliki kemampuan untuk menempel pada dinding sel bakteri dan kemudian menembusnya, sehingga menyebabkan perubahan struktural pada membran sel seperti permeabilitas membran sel dan kematian sel. Ag^+ memiliki keunggulan apabila dibuat dalam ukuran nano karena nanopartikel yang kecil menyediakan luas permukaan yang lebih besar bagi partikel

sehingga meningkatkan aktivitasnya sebagai antibakteri. Selain itu ukuran nanopartikel juga meningkatkan potensi penetrasi yang lebih baik (Prabhu dan Poulouse, 2012).

Dalam penelitian ini, sediaan gel nanokoloid perak ini dibuat dengan basis gel yang bersifat hidrofilik karena memiliki keunggulan seperti stabilitas nya lebih besar, daya sebar nya pada kulit baik, mudah dicuci dengan air dan pelepasan obat baik sehingga meningkatkan efektivitas penggunaan gel sebagai antibakteri (Voight, 1994). Gel nanokoloid perak yang dihasilkan diharapkan aplikasinya sebagai agen antibakteri penyebab luka infeksi. Mikroba penyebab infeksi yang paling sering dijumpai adalah *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*. Ketiga bakteri tersebut merupakan bakteri penghasil toksin yang berbahaya bagi manusia. Dalam mengatasi masalah tersebut diperlukan upaya pengendalian kehidupan bakteri penyebab luka infeksi (Ariyanta, 2014).

Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Masykuroh dan Puspasari (2022) yang membuktikan bahwa biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak keladi sarawak telah berhasil menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan kategori daya hambat yang kuat. Selanjutnya penelitian ini dilanjutkan oleh Masykuroh dan Evani (2024), dengan membuat sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) yang diencerkan konsentrasi nanokoloidnya sebesar 50%. Didapatkan hasil bahwa sediaan gel ini memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia Coli*. Selanjutnya dilakukan uji stabilitas dengan metode *cycling*

test oleh Marwansyah (2023) dimana didapatkan hasil bahwa sediaan gel setelah di *cycling test* selama 6 hari tidak memiliki aktivitas antibakteri.

Berdasarkan pemaparan diatas, hal inilah yang melatarbelakangi peneliti untuk melakukan penelitian terhadap keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) yang berpotensi sebagai antibakteri dengan memformulasikan dalam bentuk sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) dengan tidak diencerkan terhadap bakteri *Escherichia coli*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah gel berbahan aktif nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* ?
2. Berapa diameter zona hambat gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) pada pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri gel dengan bahan aktif nanokoloid perak hasil biosintesis ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) terhadap bakteri *Escherichia coli*.
2. Untuk mengetahui diameter zona hambat gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) pada pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, diharapkan penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan tentang aktivitas antibakteri gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) terhadap bakteri *Escherichia coli*.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi kepada masyarakat mengenai sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) dalam pengobatan luka infeksi.
3. Bagi institusi, diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan atau acuan untuk penelitian lebih lanjut tentang sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tanaman

2.1.1 Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.))

Keladi Sarawak adalah salah satu diantara spesies talas yang memiliki lateks atau getah. Tanaman dari genus ini biasanya digunakan sebagai obat tradisional. Keladi Sarawak memiliki sinonim seperti *Alocasia indica* atau *Alocasia macrorrhizos* yang dikenal sebagai sente hijau di Indonesia, dimana juga disebut dalam bahasa daerah sebagai Lawira di Sulawesi Selatan, Talas sente di Pulau Jawa. Tanaman ini telah lama digunakan sebagai obat tradisional di India untuk pengobatan pada perut atau limpa (Yuliana dan Fatmawati, 2018).

Selain itu, keladi sarawak di Sulawesi Selatan digunakan untuk mengobati penyakit “raukeng” atau sakit pada bagian tubuh tertentu seperti perut, pinggang, punggung dan kepala. Penyakit ini juga ditandai dengan sakit ngilu yang berlebihan. Pengobatan tradisional untuk penyakit ini dengan menggunakan hasil parutan daun dan batang keladi sarawak serta biasanya dicampurkan dengan abu kayu bakar. Hasil parutan tersebut dapat pula menyembuhkan penyakit perut akut. Sejauh ini, tanaman tersebut masih banyak digunakan di Sulawesi sebagai obat tradisional (Yuliana dan Fatmawati, 2018).

2.1.2 Klasifikasi Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.))



Gambar 1. Tanaman Keladi Sarawak
(Dokumentasi Pribadi, 2024)

Berdasarkan (*Integrated Taxonomic Information System*, yang diakses 2024) adapun klasifikasi tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia Macrorrhizos* (L.)) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Family	: Araceae
Genus	: Alocasia
Species	: <i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.)

2.1.3 Morfologi Keladi Sarawak

Keladi sarawak mudah tumbuh di area yang lembab dan tanah yang mengandung humus. Bentuk daun melebar dengan ukuran 120 x 50 cm berwarna hijau menyala. Batang memanjang hingga 1,3 m. Bunga betina berbentuk kerucut silinder, ovarium berwarna hijau pucat, panjang 1-2 cm dengan diameter 1,5 cm sedangkan bunga jantan berbentuk silindris,

panjang 3-7 cm dengan diameter 2 cm berwarna keputihan (Yuliana dan Fatmawati, 2018).

2.1.4 Kandungan Keladi Sarawak

Beberapa penelitian telah menunjukkan kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada keladi sarawak, antara lain flavonoid, glikosida sianogenetik, asam sitrat, asam askorbat dan polifenol. Selain itu, tanaman tersebut juga memiliki protein, abu, serat kasar, karbohidrat, pati, oksalat, protease, nitrat dan tanin. Ekstrak tanaman keladi sarawak juga memiliki aktivitas biologis seperti antiinflamasi, antimikroba, antidiuretik, antidiabetes, antihiperglikemik dan lain-lain (Yuliana dan Fatmawati, 2018). Selain itu ekstrak dari daun keladi sarawak mengandung flavonoid dan tanin yang dapat berpotensi sebagai antibakteri (Hamtini dkk., 2017).

1. **Senyawa flavonoid** merupakan senyawa yang memiliki sifat antibakteri.

Karena flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Sehingga dinding bakteri yang terkena flavonoid akan kehilangan permeabilitas sel (Hamtini dkk., 2017).

2. **Senyawa tanin** merupakan senyawa polifenol yang mengandung cukup banyak gugus hidroksil dan gugus lain serta dapat membentuk kompleks dengan protein dan makromolekul lain. Senyawa metabolit sekunder berupa tanin juga dapat bersifat sebagai antibakteri. Tanin memiliki peran sebagai antibakteri dengan mengikat protein sehingga pembentukan dinding sel akan terhambat (Hamtini dkk., 2017).

2.2 Ekstraksi

Salah satu metode yang digunakan untuk penemuan obat tradisional adalah metode ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu metode yang digunakan dalam proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan sejumlah pelarut sebagai pemisah. Ekstraksi merupakan salah satu teknik pemisahan kimia untuk memisahkan atau menarik satu atau lebih komponen atau senyawa-senyawa dari suatu sampel dengan menggunakan pelarut tertentu yang sesuai (Hujjatusnaini dkk.,2021).

Tujuan ekstraksi adalah menarik atau memisahkan senyawa dari campurannya atau simplisia. Terdapat berbagai cara ekstraksi yang telah diketahui masing-masing cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan metode dilakukan dengan memperhatikan antara lain sifat senyawa, pelarut yang digunakan dan alat yang tersedia. Metode ekstraksi didasarkan ada atau tidaknya proses pemanasan dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin cara panas. Ekstraksi cara dingin pada prinsipnya tidak memerlukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung bertujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Sedangkan ekstraksi cara panas melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung bertujuan agar mempercepat proses ekstraksi (Hujjatusnaini dkk.,2021).

2.3 Nanopartikel Perak

Nanopartikel merupakan partikel dengan ukuran berkisar 1-1000 nm (Kim dkk, 2016). Bentuk nanopartikel dapat berupa bola, batang atau tabung, serat, atau berbentuk acak. Nanopartikel dapat dibuat dengan metode fotokimia,

elektrokimia, *radiolytic*, *sonolytic* dan bioreduksi menggunakan produk alami. Metode bioreduksi diklasifikasikan sebagai cabang baru dari nanoteknologi yang disebut nanobioteknologi. Nanobioteknologi menggabungkan prinsip-prinsip biologi dengan prosedur fisika dan kimia untuk menghasilkan partikel yang berukuran nanometer dengan fungsi tertentu (Payapo dkk., 2017). Nanopartikel memiliki karakteristik unik yang dapat dieksplor untuk aplikasi bidang biomedis dan industri. Pemanfaatan nanopartikel logam dalam kehidupan sehari-hari cukup luas, seperti produk kosmetik, pembuatan obat, elektronik, pelapisan (coating), remediasi lingkungan, pembawaan obat target dan gen teranostik, vaksin, dan sebagai biosensor (Aminah dkk., 2024).

Diantara nanopartikel logam yang ada, nanopartikel perak (AgNP) memiliki sifat fisik dan kimia yang mendapatkan banyak perhatian. Adapun keunggulan AgNP dalam kesehatan antara lain sebagai antibakteri, antikanker, antiinflamasi, dan lain-lain. AgNP juga memiliki potensi sebagai bahan antioksidan jika ditinjau dari kemampuannya dalam meredam radikal bebas. Perkembangan biosintesis AgNP dari bahan alam dapat menjadi peluang industri untuk bisa bersaing dalam pengembangan nanoteknologi saat ini. Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan menggunakan metode bottom-up (kimia) dan metode top-down (fisika). Penggunaan kedua metode ini memerlukan energi yang besar untuk mempertahankan tekanan dan suhu yang tinggi selama reaksi berlangsung sehingga menimbulkan risiko terhadap lingkungan (Aminah dkk., 2024). Selain itu kedua metode tersebut memerlukan banyak bahan kimia (atrium borohidrida, polivinil alkohol) saat

prosesnya sehingga dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan (Luthfia dkk., 2024).

Oleh karena itu, AgNP dapat disintesis menggunakan metode yang lebih sederhana yaitu biosintesis atau *green synthesis* (Aminah dkk., 2024). Biosintesis (*green synthesis*) merupakan alternatif yang lebih ramah lingkungan daripada metode fisik dan kimia. Metode ini melibatkan penggunaan bahan-bahan non-toksik dan aman, seperti mikroba, tumbuhan, alga, bakteri, ragi, dan jamur, dan menghasilkan nanopartikel yang lebih stabil dan kurang beracun. Metode ini sederhana, murah, mudah untuk dikarakterisasi, dan memiliki probabilitas kegagalan yang lebih rendah, sehingga menjadi pilihan menarik bagi para peneliti dan industri yang ingin mengurangi dampak lingkungan dari sintesis nanopartikel (Hiyara dkk., 2023). Tumbuhan sering digunakan untuk sintesis nanopartikel karena biaya produksinya rendah, mudah diproduksi, dan dampak lingkungannya minimal. Ekstrak tanaman dari berbagai bagian tanaman digunakan dan mengandung zat aktif seperti antioksidan (*methylxanthines*, *phenolic acids*, *flavonoids*, dan *saponins*) yang membuat radikal bebas dan spesies oksigen reaktif tidak berbahaya sehingga efektif sebagai bioreduktor (Hiyara dkk., 2023). Bioreduktor adalah reduktor alami dari bahan alam dengan kandungan senyawa antioksidan atau poliol yang dapat mereduksi perak dalam sintesis nanopartikel (Indriani dkk., 2023). Oleh karena itu, metode sintesis secara biologi atau *green synthesis* dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan sebagai bioreduktornya lebih diminati (Nurfadia dkk., 2024).

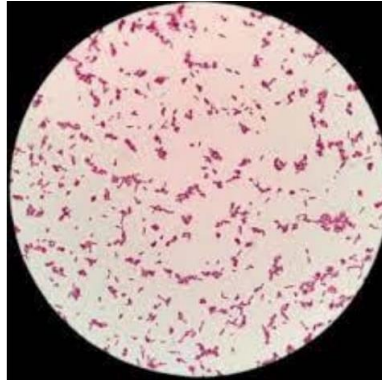
2.4 Nanokoloid

Fenomena koloid ditemukan dalam bahan sehari-hari, penelitian, dan teknologi, bahkan sejak ribuan tahun yang lalu. Konsep dan terminologi "koloid" dikemukakan oleh Thomas Graham pada tahun 1861. Nanokoloid adalah koloid normal dan teratur yang fase terdispersinya terdiri dari nanopartikel (Sunny dkk., 2020). Nanopartikel dalam nanokoloid mengalami gerak brown, yaitu bergerak secara spontan dan acak dalam medium pendispersi (Dominguez, 2016).

2.5 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri koliform yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Enterobacteriaceae merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan merupakan flora alami pada usus mamalia. Beberapa strain bakteri ini memberikan manfaat bagi manusia, misalnya mencegah kolonisasi bakteri patogen pada pencernaan manusia. Namun, ada beberapa kelompok lain yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, yang dikenal sebagai *Escherichia coli* patogen. *Escherichia coli* patogen pertama kali teridentifikasi pada tahun 1935 sebagai penyebab diare (Rahayu dkk., 2018).

2.5.1 Klasifikasi *Escherichia coli*



Gambar 2. Bakteri *Escherichia Coli* (Wicaksosno, 2016)

Berdasarkan (*Integrated Taxonomic Information System*, yang diakses 2024 taksonomi *Escherichia Coli* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

2.5.2 Morfologi *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri gram negatif berbentuk batang berukuran 1,0-1,5 μm x 2,0-6,0 μm , berflagel atau non-motil berukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm dan memiliki simpai, dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, bersifat anaerobik dan mentolerir defisiensi nutrisi (Rahayu dkk, 2018). *Escherichia coli* memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm . Dan membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Hidayati dkk.,2016).

Karakteristik biokimia *Escherichia coli* lainnya adalah kemampuannya untuk memproduksi indol, kurang mampu memfermentasi sitrat, bersifat negatif pada analisis urease. Bakteri *Escherichia coli* umum hidup di dalam saluran pencernaan manusia atau hewan. Secara fisiologi, *Escherichia coli* memiliki kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di air tawar, air laut, atau di tanah. Pada kondisi tersebut *Escherichia coli* terpapar lingkungan abiotik dan biotik. Penyakit yang ditimbulkan oleh *Escherichia coli* disebabkan karena kemampuannya untuk beradaptasi dan bertahan pada lingkungan yang berbeda. Ada beberapa jenis kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi *Escherichia coli* untuk dapat tetap bertahan, misalnya lingkungan asam (pH rendah) seperti pada saluran pencernaan manusia, perubahan suhu, serta tekanan osmotik. Kemampuan *Escherichia coli* untuk bertahan hidup selama pendinginan dan pembekuan telah terbukti menjadikan *Escherichia coli* toleran terhadap kondisi kering (Rahayu dkk, 2018).

2.6 Aktivitas Antibakteri

Beberapa cara pengujian antibakteri adalah sebagai berikut :

a. Metode Difusi

Pada metode ini, penentuan aktivitas didasarkan pada kemampuan difusi dari zat antimikroba dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada atau tidaknya zona hambatan yang akan terbentuk disekeliling zat antimikroba pada

waktu tertentu masa inkubasi (Brooks dkk., 2007). Pada metode ini dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu :

1) Cara Kertas Cakram

Cara ini merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan kuman terhadap berbagai macam obat-obatan. Pada cara ini, digunakan suatu cakram kertas saring (*paper disc*) yang berfungsi sebagai tempat menampung zat antimikroba. Kertas saring tersebut kemudian diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji, kemudian diinkubasi pada waktu tertentu dan suhu tertentu, sesuai dengan kondisi optimum dari mikroba uji. Pada umumnya, hasil yang di dapat bisa diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37°C. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Pelczar, 1998). Menurut David dan Stout (1971) efektifitas suatu zat antibakteri dapat diklasifikasikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kategori Zona Hambat

Diameter Zona Terang	Respon Hambatan Pertumbuhan
> 20 mm	Sangat Kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
< 5 mm	Lemah

(Sumber : David dan Stout, 1971)

Metode cakram disk atau kertas cakram ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah mudah dilakukan, tidak memerlukan peralatan khusus dan relatif murah. Sedangkan kelemahannya adalah

ukuran zona bening yang terbentuk tergantung oleh kondisi inkubasi, inokulum, predifusi dan preinkubasi serta ketebalan medium (Pelczar,1988).

2) Cara Parit (*ditch*)

Suatu lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji dibuat sebidang parit. Parit tersebut berisi zat antimikroba, kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu optimum yang sesuai untuk mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa ada tidaknya zona hambat yang akan terbentuk di sekitar parit (Bonang, 1992).

3) Cara Sumuran (*hole/cup*)

Pada lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji dibuat suatu lubang yang selanjutnya diisi dengan zat antimikroba uji. Kemudian setiap lubang itu diisi dengan zat uji. Setelah diinkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai dengan mikroba uji, dilakukan pengamatan dengan melihat ada atau tidaknya zona hambatan di sekeliling lubang (Bonang, 1992).

b. Metode Dilusi

Pada metode ini dilakukan dengan mencampurkan zat antimikroba dan media agar, yang kemudian diinokulasikan dengan mikroba uji. Hasil pengamatan yang akan diperoleh berupa tumbuh atau tidaknya mikroba didalam media. Aktivitas zat antimikroba ditentukan dengan melihat konsentrasi hambat minimum (KHM) yang merupakan konsentrasi terkecil dari zat antimikroba uji yang masih memberikan efek

penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba uji. Metode ini terdiri atas dua cara, yaitu:

1) Pengenceran Serial dalam tabung

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sederetan tabung reaksi yang diisi dengan inokulum kuman dan larutan antibakteri dalam berbagai konsentrasi. Zat yang akan diuji aktivitas bakterinya diencerkan sesuai serial dalam media cair, kemudian diinokulasikan dengan kuman dan diinkubasi pada waktu dan suhu yang sesuai dengan mikroba uji. Aktivitas zat ditentukan sebagai kadar hambat minimal (KHM) (Pratiwi, 2008).

2) Penipisan Lempeng Agar

Zat antibakteri diencerkan dalam media agar dan kemudian dituangkan kedalam cawan petri. Setelah agar membeku, diinokulasikan kuman kemudian diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu. Konsentrasi terendah dari larutan zat antibakteri yang masih memberikan hambatan terhadap pertumbuhan kuman ditetapkan sebagai konsentrasi Hambat Minimal (KHM) (Pratiwi, 2008).

c. Metode difusi dan dilusi

E-test atau biasa disebut juga dengan tes epsilometer adalah metode tes dimana huruf (E) dalam nama E-test menunjukkan simbol epsilon. E-test merupakan metode kuantitatif untuk uji antimikroba. Metode ini termasuk gabungan antara metode dilusi dari antibakteri dan metode difusi antibakteri kedalam media. Metode ini dilakukan dengan menggunakan *strip plastic* yang sudah mengandung agen antibakteri

dengan konsentrasi terendah sampai konsentrasi tertinggi diletakan pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Hambatan pertumbuhan mikroorganisme bisa diamati dengan adanya area jernih di sekitar strip tersebut. E-test dapat digunakan untuk menentukan kadar hambat minimum (KHM) untuk bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus β -hemolitik*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Haemophilus* sp. dan bakteri anaerob. Dapat juga digunakan untuk bakteri Gram negative seperti *Pseudomonas* sp. dan *Burkholderia pseudomallei* (Pratiwi,2008).

2.7 Sediaan Gel

Gel didefinisikan sebagai sediaan setengah padat yang terdiri dari suatu dispersi yang tersusun baik dari partikel anorganik yang kecil atau molekul organik yang besar dan saling diresapi cairan (Ansel, 1989). Idealnya pemilihan bahan pembentuk gel (*gelling agent*) pada sediaan farmasi dan kosmetik harus inert, aman dan tidak bereaksi dengan komponen lain. Penambahan *gelling agent* dalam gel perlu dipertimbangkan yaitu tahan selama penyimpanan dan tekanan tube selama pemakaian. Beberapa gel terutama polisakarida alami peka pada derajat mikrobial. Penambahan bahan pengawet perlu untuk mencegah kontaminasi dan hilangnya karakter gel dalam kaitannya dengan mikrobial (Lachman, 2007).

Berdasarkan komposisinya, basis gel dapat dibedakan menjadi basis gel hidrofobik dan basis gel hidrofilik. Basis gel hidrofobik terdiri dari partikel-partikel anorganik. Apabila ditambahkan ke dalam fase pendispersi, bilamana tebal, hanya sedikit sekali interaksi antar kedua fase. Berbeda dengan bahan

hidrofilik, bahan hidrofobik tidak secara spontan menyebar, tetapi harus dirangsang dengan prosedur yang khusus (Ansel, 1989).

Basis gel hidrofilik umumnya adalah molekul-molekul organik yang besar dan dapat dilarutkan atau disatukan dengan molekul dari fase pendispersi. Istilah hidrofilik berarti suka pada pelarut. Pada umumnya karena daya tarik menarik pada pelarut dari bahan-bahan hidrofilik kebalikan dari tidak adanya daya tarik menarik dari bahan hidrofobik, sistem koloid hidrofilik biasanya lebih mudah untuk dibuat dan memiliki stabilitas yang lebih besar (Ansel, 1989).

2.7.1 Studi Pra Formulasi

1. Carbopol 940

Sinonim	: <i>Acritamer, acrylic acid polymer, carboxy polymethylene, polyacrylic acid, pemulen; ultrez.</i>
Rumus Molekul	: $(C_3H_4O_2)_n$
Pemerian	: Carbopol berwarna putih, halus, bersifat asam dan berupa serbuk yang higroskopis dengan bau yang khas.
Kelarutan	: Mengembang dalam air dan gliserin dan setelah netralisasi di etanol (95%). Carbomer tidak larut tapi hanya membengkak untuk tingkat yang luar biasa, karena mereka adalah tiga-dimensi microgels referensi silang.
Kegunaan	: <i>Gelling agent</i>

Konsentrasi	: Pada konsentrasi 2%
Stabilitas	: Carbomer stabil, higroskopis bahan yang akan dipanaskan pada suhu dibawah 10-40°C hingga 2 jam tanpa mempengaruhi efisiensi penebalan mereka. Namun, paparan untuk suhu yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan warna dan stabilitas berkurang. Terjadi dekomposisi sempurna dengan pemanas untuk 30 menit pada suhu 26°C

(Rowe, 2009)

2. TEA

Sinonim	: <i>Daltogen, tealan, dan trihidroksitrietilamin</i>
Rumus Molekul	: $N(C_2H_4OH)_n$
Pemerian	: Cairan kental, tidak berwarna hingga kuning pucat, bau lemah mirip amoniak, dan higroskopik
Kelarutan	: Mudah larut dalam air dan dalam etanol (95%)P, larut dalam kloroform P.
Kegunaan	: Penetral (<i>Alkalizing</i>)
Konsentrasi	: Pada konsentrasi 0,1%
Stabilitas	: <i>Trietanolum</i> dapat berubah menjadi warna coklat dengan paparan udara dan cahaya.

(Rowe, 2009)

3. Gliserin

Sinonim	: <i>Glycerol, glycerin, croderol</i>
Rumus Molekul	: $C_3H_8O_3$
Pemerian	: Tidak berwarna, tidak berbau, viskos, cairan yang higroskopis, memiliki rasa yang manis, kurang lebih 0.6 kali manisnya dari sukrosa.
Kelarutan	: Gliserin praktis tidak larut dengan benzene, kloroform, dan minyak, larut dengan etanol 95%, methanol dan air.
Kegunaan	: <i>Humektan</i>
Konsentrasi	: Pada konsentrasi 7,5%
Stabilitas	: Pada suhu 20 °C. Gliserin sebaiknya ditempat yang sejuk dan kering.

(Rowe, 2009)

4. Metil Paraben

Sinonim	: <i>Nipagin M, methyl hydroxybenzoate, methyl hydroxybenzoate</i>
Rumus Molekul	: $C_8H_8O_3$
Pemerian	: Serbuk hablur halus, putih, hampir tidak berbau, tidak mempunyai rasa, kemudian agak membakar diikuti rasa tebal.
Kelarutan	: Larut dalam 500 bagian air, dalam 20 bagian air mendidih, dalam 3.5 bagian etanol (95%) P dan dalam 3 bagian aseton P, mudah larut

dalam eter P dan dalam larutan alkali hidroksida, larut dalam 60 bagian gliserol P panas dan dalam 40 bagian minyak lemak nabati panas, jika didinginkan larutan tetap jernih.

Kegunaan	: Pengawet
Konsentrasi	: Pada konsentrasi 0,02% - 0,3% sediaan topikal
Stabilitas	: Larutan metil paraben stabil pada pH 3 - 6, disterilisasikan oleh otoklaf 120°C selama 20 menit tanpa terjadi peruraian. Dalam bentuk larutan stabil pada pH 36 (terurai kurang dari 10%) untuk penyimpanan lebih dari 4 tahun.

(Rowe, 2009)

5. Aquadest

Sinonim	: Air Suling
Pemerian	: Cairan Jernih, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna.
Kegunaan	: Pelarut
Konsentrasi	: Sampai 100%
Stabilitas	: Terlindung dari kontaminasi partikel ion.
Inkompatibilitas	: -

(Rowe, 2009)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah pisau, alat-alat gelas, termometer, batang pengaduk, kaca arloji, pipet tetes, sendok *stainless steel*, timbangan analitik, cawan petri steril, ose, pinset, batang L, lumpang, stamper, *hot plate*, kertas cakram, *magnetic stirrer* dan pipet mikro.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) meliputi daun, batang, akar dan umbi, AgNO₃, *Mueller Hinton Agar* (MHA), carbopol 940, gliserin, metil paraben, TEA, aquadest, gel *neomycin sulfate*.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia, Laboratorium Farmasetika dan Laboratorium Mikrobiologi Akademi Farmasi Yarsi Pontianak pada bulan Agustus 2024 sampai bulan Januari 2025.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi, jurusan FMIPA Universitas Tanjungpura.

3.4.2 Pengambilan Sampel

Tempat pengambilan sampel tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) meliputi daun, batang dan keladi di Sungai Raya Dalam Kabupaten Kubu Raya , Kalimantan Barat.

3.4.3 Ekstraksi Keladi Sarawak

Ekstraksi tanaman keladi sarawak segar dibersihkan dari pengotor kemudian dicuci. Ekstraksi tanaman keladi sarawak segar dirajang kemudian tambahkan akuades dengan perbandingan 1:10. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 65°C selama 10 menit selanjutnya disebut ekstrak segar keladi sarawak (Krishna Raj dkk., 2012).

3.4.4 Biosintesis Nanopartikel Perak

Larutan AgNO₃ ditambahkan pada ekstrak segar keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) dengan variasi 0,05 M, 0,10 M, dan 0,15 M, ditambahkan aquadest 85 mL menggunakan labu takar. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 10 menit (Moosa dkk., 2015).

3.5 Rancangan Formula

Tabel 2. Rancangan formula sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.))

Bahan	Formula			Fungsi	Range (%)
	I	II	III		
Nanokoloid perak	2%	2%	2%	Zat Aktif	-
Carbopol 940	0,5%	0,5%	0,5%	Basis Gel	0,5 - 2
TEA	0,1%	0,1%	0,1%	Penetral	-
Gliserin	7,5%	7,5%	7,5%	Humektan	≤ 30%
Metil Paraben	0,1%	0,1%	0,1%	Pengawet	0,02 – 0,3
Aquadest	Ad 100%	Ad 100%	Ad 100%	Pelarut	-

(Sumber : Astuti dkk., 2017)

Keterangan :

Formula I : Nanokoloid disintesis dengan AgNO₃ 0,05M

Formula II : Nanokoloid disintesis dengan AgNO₃ 0,10M

Formula III : Nanokoloid disintesis dengan AgNO_3 0,15M

3.6 Pembuatan Gel

Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan, kemudian ditimbang semua bahan yang dibutuhkan, carbopol dikembangkan dengan cara dilarutkan ke dalam aquadest selama 1x24 jam, setelah mengembang ditambahkan larutan metil paraben. Nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan tanaman ekstrak Keladi Sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.)) dilarutkan dalam gliserin kemudian dicampurkan carbopol yang telah dikembangkan kedalamnya. TEA ditambahkan sedikit demi sedikit gerus hingga homogen dan membentuk sediaan gel kemudian sisa aquadest ditambahkan (Astuti dkk, 2017).

3.7 Penyiapan Uji Antibakteri

3.7.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan disterilisasikan terlebih dahulu dicuci bersih dan dikeringkan. Alat yang akan di sterilkan yaitu cawan petri, tabung reaksi dan kertas cakram. Alat dibungkus dengan menggunakan kertas sampul dan disterilkan didalam oven pada suhu 150 °C selama 2 jam. Untuk erlenmeyer dimasukkan kedalam autoklaf dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Jarum ose, pinset dan batang L dipijarkan dengan api bunsen (Masykuroh dkk., 2024).

3.7.2 Pembuatan Medium Mueller Hinton Agar (MHA)

Ditimbang medium *Mueller Hinton Agar* (MHA) instan sebanyak 19 gram dilarutkan dalam aquadest hingga 500 ml lalu dipanaskan sampai

larutan jernih. Kemudian disterilkan dalam autoklaf suhu 121°C selama 15 menit (Masykuroh dkk., 2024).

3.7.3 Penyiapan Kertas Cakram

Kertas cakram steril dengan diameter 0,6 cm disiapkan kemudian direndam ke dalam masing-masing sampel selama 15 menit, dilakukan secara aseptik kemudian siap untuk diletakkan pada medium yang digunakan (Masykuroh dkk., 2024).

3.7.4 Peremajaan Kultur Murni Bakteri

Penyiapan bakteri uji dapat dilakukan dengan cara peremajaan kultur murni bakteri uji. Kultur murni bakteri uji diinokulasikan sebanyak 1 ose pada medium miring *Mueller Hinton Agar* (MHA) dalam tabung reaksi dengan cara digoreskan zig-zag secara aseptik, kemudian diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 37°C (Masykuroh dkk., 2024).

3.7.5 Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Hasil dari peremajaan bakteri uji disuspensikan dengan cara diambil 1 ose bakteri uji yang telah diremajakan dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 10 mL NaCl fisiologis (Masykuroh dkk., 2024).

3.7.6 Pengujian Daya Hambat

Mueller Hinton Agar (MHA), yang telah larut disterilkan dengan autoklaf selama 30 menit dan didinginkan, dimasukkan ke dalam cawan petri biarkan dingin dimasukkan suspensi bakteri *Escherichia coli* sebesar 100 µL pada cawan petri yang telah disterilkan. Dimasukkan suspensi bakteri kedalam cawan petri. Diambil kertas disk kemudian dicelupkan kedalam sediaan gel ekstrak keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos* (L.))

dan gel *neomycin sulfate* sebagai kontrol positif selama 15 menit. Kemudian semua kertas disk diletakkan pada permukaan medium yang sudah memadat. Media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diinkubasi, diameter zona hambat diukur dengan menggunakan jangka sorong (Masykuroh dkk., 2024).

3.8 Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah diinkubasi selaman 24 jam dan diukur luas daerah hambatan yang terbentuk di sekitar zoan bening pada kertas cakram dengan menggunakan alat jangka sorong. Zona bening yang terbentuk pada kertas cakram diukur dari 3 sisi yang berbeda, kemudian dirata-ratakan dengan perhitungan nilai skala utama ditambah dengan hasil perkalian skala nonius dengan angka ketelitian (Masykuroh dkk., 2024). Dicatat hasil pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* pada setiap replikasi yang terbentuk, kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori lemah (< 5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-20 mm) dan sangat kuat (>20 mm) (David dan Stout,1971).

3.9 Analisis Data

Setelah dilakukan pengukuran zona hambat kemudian data tersebut dideskripsikan dalam bentuk tabulasi (tabel) dan uji statistik *ANOVA One Way*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Semua konsentrasi sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.
2. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan masing-masing formula dimana formula I (0,05 M) sebesar 10,78 mm, formula II (0,10M) sebesar 12,66 mm, dan formulasi III (0,15 M) sebesar 14,97 mm, yang dimana zona hambat yang terbentuk tersebut termasuk ke dalam kategori kuat (10-20 mm) serta kontrol positif sebesar 24,66 mm yang termasuk dalam kategori sangat kuat (>20 mm).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan, diantaranya membuat sediaan gel nanokoloid perak hasil biosintesis ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos (L.)*) dengan konsentrasi yang sama untuk dilakukan uji stabilitas

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R.N., Tiara, A.L., Danang, R.(2023). Perbandingan Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Dan Infusa Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) Dengan Metode ABTS. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Volume 9 Nomor 23, Tahun 2023* : 665-680.
- Aminah., Nurul, A.R., Sindi, A., Lia, H., Annida, K., Siti, J., Alfiana, D.P. (2024). Eksplorasi Kearifan Lokal Khas BORNEO : Biosintesis Nanopartikel Perak Ekstrak Etanol Daun Kokang (*Lepishanthes amoena (Hass) Leenh.* *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia Volume 6 Nomor 2, Tahun 2024* : 356-377.
- Ansel, Howard C.1989 Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi. UI Press : Jakarta
- Ariyanta, H.A.(2014). Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Jurnal MKMI, Maret Tahun 2014* : 36-42.
- Astuti, D. P., Husni, P., & Hartono, K. 2017. Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel antiseptik tangan minyak atsiri bunga lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Farmaka Suplemen Volume 15 Nomor 1, 2017* : 176-184.
- Bere, M. L., Sibarani, J., & Manurung, M.(2019). Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum Linn.*) dan Aplikasinya Dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry) Volume 7 Nomor 2, Oktober Tahun 2019* : 155-164.
- Bonang, G.(1992).Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan Edisi 16. Buku Kedokteran EGC : Jakarta.
- Brooks, G.F., Butel, J.S., Carrol, K.C., Morse, S.A., Jawetz., Melnick., Adelberr.(2007).Medical Microbiology.24th ed . Mc Graw Hill : USA.
- Dakal, T.C., Anu, K., Rita, S.M., dan Vinod, Y.(2016). Mechanistic Basis of Antimicrobial Actions of Silver Nanoparticles. *Frontiers in Microbiology Volume 7 Number 1831* :1-17.
- Davis, W.W and Stout, T.R.(1971). Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Microbiology Volume 22 Number 4, June 1971*: 659-665.

- Dominguez, M.S dan Carlos, R.A.(2016). *Nanocolloids A Meeting Point for Scientists and Technologists*. Elsevier : Amsterdam.
- Fabiani, V.A., Sutanti, F., Silvi, D. dan Putri, M.A.(2018). Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum glaucum*) Sebagai Bioreduktor. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry Volume 1 Nomor 2, Desember Tahun 2018*: 68-76
- Fauziyah, N., Yudi, S., Asri, W.(2022). Kajian Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Karakteristik Oleoresin Ampas Jahe Merah (*Zingiber officinale Roscoe*) Limbah Penyulingan. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian Volume 16 Nomor 3, Desember Tahun 2022* : 169-175
- Hamtini., Syarah, A., Shufiyani.(2017). Uji ekstrak daun *Alocasia macrorrhizos* sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan *Esherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Jurnal Medikes Volume 4 Nomor 1, April Tahun 2017* : 107-112
- Hidayati, S.N., Darmawi., Rosmaidar., Armansyah, T., Maryulia, D., Faisal, J., Fakhrurrazi.(2016). Pertumbuhan *Esherichia coli* yang diisolasi dari feses anak ayam broiler terhadap ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp.). *Jurnal Medika Veterinaria Volume 10 Nomor 2, Mei 2016* : 101-104
- Hiyara, I.A., Noor, H., Husna, S., Muhammad, M.A., Nur, F.D., Narundana, P.P., Siti, A.W., Zarra, U.L., Rahayuningsih., Isah, W.I. (2023). Mini Review : *Citrus sinensis* sebagai bioreduktor dalam green synthesis nanopartikel. *Jurnal Atomik Volume 8 Nomor 1, Tahun 2023* : 17-22.
- Hujjatusnaini, N., Bunga, I., Emeilia, A., Ratih, W., Ardiansyah. (2021). Buku Referensi Ekstraksi. Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya. Palangkaraya.
- Indriani, I.W., Noor, H., Irfan, A.H. (2023). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor : Mini Review. *Jurnal Kimia FMIPA UNMUL Volume 1 Nomor 1, Oktober 2023* : 86-90.
- Integrated Taxonomic Information System. 2015. Taxonomic Hierarchy : *Alocasia macrorrhizos* L. (24 Agustus 2024).
- Integrated Taxonomic Information System. 2015. Taxonomic Hierarchy : *Esherichia coli* (24 Agustus 2024).
- Khrisnaraj, C., Ramachandran, R., Mohd, K., Kalaichelvan, P.T.(2012).Optimization for Rapid Synthesis of Silver Nanoparticles and

it's effect on Phytopathogenic fungi. *Spectrochimica Acta Part A* 93, March 2012 : 95-99.

- Kim, Y., Yang, D., Singh, P., Kim, Y., and Zhang, D.(2016). Biological Synthesis of Nanoparticles from Plants and Microorganisms. *Trends in Biotechnology Volume 34 Number 7, March Year 2016* : 588-599.
- Lachman L.,Lieberman H.A.,Kaninig J.L.(2007).Teori dan Praktek Farmasi Industri Edisi Ketiga. Penerbit Universitas Indonesia : Jakarta
- Luthfia, C.D.M., Dikki, M., Haris, M.N., Minda, S.L. (2024). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Bidara (*Zizipus Spina-Christi*) dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureu*. *Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan Volume 2 Nomor 1, Januari Tahun 2024* : 139-149.
- Masykuroh, A., dan Puspasari, H.(2020). Potensi Tanaman Keladi Sarawak (*Alocasia Macrorrhizos L.*) Dalam Biosintesis Nano Partikel Perak (NNP): Analisis Surface Plasmon Resonance (SPR) Sebagai Fungsi Waktu. *BIOMA : Jurnal Biologi Makassar Volume 5 Nomor 2, Desember Tahun 2020* : 233-240.
- Masykuroh, A., Rahman, I.R., Hairunisa., Meliadlina, N.O., Hardiani, P.F.,(2024). Uji aktivitas antibakteri gel nanokoloid perak hasil biosintesis menggunakan ekstrak tanaman keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *BIOMA : Jurnal Biologi Makassar Volume 9 Nomor 1, Juni Tahun 2024* : 35-48
- Moosa, A.A., Ridha, A.M., Al-Kaser, M..(2015).Process Parameters for Green Synthesis of Silver Nanoparticles using Leaves Extract of Aloe Vera Plant. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research Volume 3, September 2015* : 966-975.
- Nurdilfa., Meriem,S., Sulaiman, T.N.S., Yusuf, A.F., Daryono, B.S.(2024). Pembuatan sediaan gel dari ekstrak melon (*Cucumis melo L. —Gama Melon Parfum*) di Laboratorium Farmasi Universitas Gadjah Mada. *Filogeni : Jurnal Mahasiswa Biologi Volume 4 Nomor 1, Tahun 2024* : 7-12
- Nurfadia, V.H., Anjas, W., Sri, R. (2024). Green Synthesis Nanopartikel Perak (NPAG) Menggunakan Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Antibakteri. *Jurnal of Pharmacy UMRI Volume 1 Nomor 2, Juni 2024* : 146-156.

- Payapo, I.A., Zakir, M., Nunuk, H.S. (2017). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang dan Potensinya Sebagai Tabir Surya. *Jurnal Ilmiah Terapan Indonesia Chimica Acta Volume 10 Nomor 1, Juni Tahun 2017* : 1-19.
- Pelczar., Michael, J., E.C.S Chan.(1988). Dasar - Dasar Mikrobiologi. UI Press : Jakarta
- Peloan, T., & Kampe, H. (2020). Pengaruh Lama Penyimpanan Ekstrak Daun Gedi Merah terhadap Kandungan Total Flafonoid. *Pharmacy Medical Journal Volume 3 Nomor 2, Tahun 2020* : 64–69.
- Pratiwi, S.T.(2008).Mikrobiologi Farmasi. Penerbit Airlangga : Jakarta.
- Rahayu, W.P., Siti, N., Ema, K.(2018). Esherichia Coli : Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko. IPB Press : Bogor.
- Rai, M., Alka, Y., Aniket, G.(2009). Nanoparticles as a New Generation of Antimicrobials. *Biotechnology Advances Volume 27 Number 1* : 76- 83
- Rowe, R.C., Paul, J.S., Marian, E.Q.(2009). Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition. Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association : London
- Prabhu, S and E. K. Poulouse.(2012). Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial. *International Nano Letters Volume 2* : 32–41.
- Sahu, M.K., Rajni, Y., & Sandeep, P.T.(2023).Kemajuan terbaru dalam nanoteknologi. *International Journal of Nanomaterials, Nanotechnology and Nanomedicine Volume 9 Nomor 2, September Tahun 2023* : 15-23.
- Simamora, A.C.Y., Ni, L.A.Y., & I Nengah K.P. (2021). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tenggulun (*Protium javanicum* Burm. F) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Volume 10 Nomor 4, Tahun 2021* : 681-689
- Sunny, T.A., Prajitha, V., Sabu, T.(2020). Physics and chemistry of colloidal metal oxide nanocrystals and their applications to nanotechnologies and microsystems: An introduction. *Colloidal Metal Oxide Nanoparticles Elsevier, 2020* : 3-13.
- Thomas, N. A., Tungadi, R., Hiola, F., & S. Latif, M. (2023). Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 316–324.

- Voight, R.(1994). *Buku Pengantar Teknologi Farmasi Edisi V* halaman 572-574, diterjemahkan oleh Soedani, N. Universitas Gadjah Mada Press.Yogyakarta.
- Wulandari, G. A., Yamlean, P. V. Y., & Abdullah, S. S.(2023). Pengaruh Gliserin Terhadap Stabilitas Fisik Gel Ekstrak Etanol Sari Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Kesehatan Tambusai Volume 4 Nomor 3, Tahun 2023* : 2383-2391.
- Yuliana dan Fatmawati, S.(2018). Senyawa Metabolit Sekunder dan Aspek Farmakologi dari *Alocasia macrorrhizos*. *Akta Kimia Indonesia Volume 3 Nomor 1, Tahun 2018* : 141–158.