

BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (AgNPs) DENGAN EKSTRAK DAUN KIRINYUH (*Chromolaena odorata*) TERIMPREGNASI ZEOLIT DALAM MENGHAMBAT BAKTERI PENYEBAB JERAWAT

Hulya Mariani¹, Nisful Mahdi², Khotibul Umam^{1*}

¹Prodi Bioteknologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, 84371

²Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi (BLKPK) Mataram, Jl. Catur Warga No.4, Mataram Timur, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83121

*Corresponding author, e-mail: khotibul.umam@uts.ac.id

ABSTRACT

Acne is a chronic inflammation of the human skin. One of them is caused by the activity of the oil glands that produce excess sebum to cover the pores and is exacerbated by the presence of bacterial infections, namely *Staphylococcus epidermidis* and *Propionibacterium acnes*. Silver nanoparticles (AgNPs) are one of the most widely synthesized uses of nanotechnology because they are toxic to bacterial cells so that they can be used as antibacterial agents. This study aimed for the biosynthesis effectivity against acnes bacteria. The method was using experimental research with analyze the data through ANOVA. The results showed that zeolite-impregnated AgNPs had the potential as antibacterial agents against acne-causing bacteria that had strong inhibition as evidenced by the diameter of the inhibition zone formed on *Staphylococcus epidermidis* and *Propionibacterium acnes* in the range of 11-20 mm at any given concentration used. Based on the average diameter of the inhibition zone formed, it can be seen that the largest inhibitory zone occurred at 15 mm and 20 mm AgNO₃, with 18 mm in *Staphylococcus epidermidis* and 14.6 mm in *Propionibacterium acnes* bacteria respectively. This study was the first initially test the AgNPs effect to the acne's bacteria and its further potential for anti-acnes.

Keywords: *Acne vulgaris*, Biosynthesis Silver Nanoparticle (AgNPs), *Chromolaena odorata*

PENDAHULUAN

Jerawat adalah penyakit kulit umum yang menyerang 85% populasi dunia (Lestari et al., 2021). Penderita jerawat di Indonesia, pada tahun 2006, sekitar 60%, pada tahun 2007 sebanyak 80%, dan pada tahun 2009 meningkat menjadi 90% (Sibero et al., 2019). Prevalensi penderita jerawat adalah 80-85% pada remaja berusia 15-18 tahun, 12% pada wanita berusia >25 tahun, dan 3 % pada usia 35-44 tahun (Nishijima, 2004). Khususnya pada remaja, jerawat dapat mempengaruhi kondisi psikologis yaitu berkaitan dengan tingkat kepercayaan diri yang mengakibatkan seseorang merasa malu, kecewa, dan menolak keadaan dirinya (Ompi et al., 2016). Salah satu penyebab timbulnya jerawat adalah aktivitas kelenjar minyak/sebasea yang berlebihan dan diperburuk oleh infeksi bakteri (Madelina & Sulistyaningsih, 2018) yakni *Staphylococcus epidermidis*, dan *Propionibacterium acnes* (Wardania et al., 2020). Terdapat dua jenis pengobatan yang biasa digunakan dalam penanggulangan jerawat yaitu pengobatan topikal yang digunakan langsung pada daerah berjerawat sehingga menimbulkan efek lokal dan pengobatan oral dengan cara pemberian antibiotik melewati jalur sistemik (Madelina &

Sulistiyarningsih, 2018). Namun, penggunaan antibiotik secara terus menerus dapat menyebabkan resistensi (Meilina & Hasanah, 2018).

Seiring dengan upaya pengembangan potensi antibakteri baru, telah banyak penemuan terkait bahan dan teknologi yang digunakan salah satunya adalah dengan bantuan logam mulia yaitu logam perak (Ag) (Rahma, 2020). Kelebihan dari logam ini adalah ramah lingkungan, karena tidak menimbulkan gejala alergi, tidak beracun, dan dapat terolah dengan baik (Pratiwi, 2017) serta dapat dibentuk menjadi nanopartikel perak (AgNP) (Arief et al., 2015; Emsal Yanuar et al., 2022). AgNPs merupakan salah satu bentuk pemanfaatan nanoteknologi yang paling banyak disintesis karena sifatnya yang toksik bagi sel bakteri sehingga dapat dijadikan agen antibakteri (Prasetyaningtyas et al., 2020). Saat ini AgNPs banyak disintesis menggunakan metode biologi atau disebut dengan biosintesis green synthesis. Dalam proses tersebut dibutuhkan reduktor berupa ekstrak tumbuhan, jamur, dan bakteri tetapi reduktor yang banyak digunakan berupa ekstrak tumbuhan karena memiliki kelebihan seperti lebih cepat bereaksi dan tidak membutuhkan perlakuan tambahan seperti isolasi mikroorganisme sehingga proses sintesis menjadi lebih mudah (Haryani et al., 2016a; Munte & Lubis, 2016). Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan AgNPs yang disintesis dengan ekstrak tumbuhan mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Seperti pada penelitian Alyousef et al., (2019) AgNPs yang disintesis dengan ekstrak tanaman *Myrtus communis* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. Aureus* dan *E. coli* serta dalam penelitian Abdi et al., (2019) menjelaskan bahwa AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak tumbuhan mangrove *Rhizophora mucronata* mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif yaitu *Bacillus cereus* dan bakteri gram negatif berupa *Pseudomonas aeruginosa*.

Sumbawa sebagai salah satu wilayah di Indonesia, yang memiliki potensi keragaman tumbuhan, khususnya untuk tumbuhan obat seperti tumbuhan kirinyuh (*Chromolaena odorata*). Kirinyuh (*Cromolaena odorata*) memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, steroid (Hidayatullah, 2018), tannin, alkaloid, fenol, dan sponin (Munte & Lubis, 2016). Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai pereduksi ion perak menjadi atom perak dan membentuk nanopartikel perak (Rahmayani et al., 2019). Pada penelitian lainnya ekstrak daun kirinyuh juga memiliki kemampuan antibakteri dalam menghambat pertumbuhan beberapa bakteri penyebab penyakit infeksi pada kulit seperti *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris*, termasuk bakteri *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acnes* (Fadia et al., 2020; Munte & Lubis, 2016).

Pada studi ini, keterkaitan antara persoalan kulit yang disebabkan oleh bakteri penyebab jerawat dan strategi alternative dalam mencegahnya yakni melalui penerapan AgNPs menjadi penting dilakukan. Umumnya aplikasi AgNPs lebih banyak di sektor akuakultur untuk menghambat *Vibrio* (Yanuar et al., 2020) melalui mekanisme filter dan sebagainya. Melalui kemampuan biosintesis nanopartikel yang disintesis dengan ekstrak daun kirinyuh dikombinasikan dengan zeolit sebagai stabilisator, studi ini menjadi pioneer dalam penerapannya pada bakteri penyebab jerawat. Penggunaan zeolit yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi semacam masker wajah sebenarnya telah banyak dilakukan, namun masih sangat sedikit penelitian yang mengarah ke penggunaannya dalam bidang kosmetik atau kesehatan. Selain itu, kemampuan adsorpsi yang besar disebabkan oleh morfologi kristal pada zeolit berupa rongga-rongga yang saling berhubungan sehingga permukaan zeolit menjadi luas (Rianto et al., 2012) dan cenderung ramah digunakan

pada penggunaan luar seperti masker wajah oles. Pada penelitian (Amalia & Purwamargapratala, 2017) penggunaan zeolit sebagai stabilisator mampu mempertahankan kemampuan aktivitas antibakteri dari formula ekstrak terhadap pemanasan suhu 38°C selama 24 jam. Oleh karenanya penelitian ini menjadi inisiasi awal untuk mengetahui potensi biosintesis AgNPs menggunakan bioreduktor ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) terimpregnasi zeolit dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat sebelum dikembangkan ke arah lanjutan dan penerapannya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Laminar air flow, inkubator, mortar & alu, timbangan analitik, hotplate stirrer, oven, erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi, cawan petri, botol gelap, mikropipet, tip, ose dan pinset. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*), alkohol 70%, zeolit alam, perak nitrat (AgNO_3), aquades, larutan HCl, isolat bakteri *Staphylococcus epidermidis*, isolat bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 6919, cotton swab, media MHA (Mueller Hinton Agar), media PGBP (Pengencer Garam Buffer Phosphate) standar Mc Farlan 0,5%, dan antibiotik tetracycline.

Persiapan Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*)

Ekstraksi daun kirinyuh menggunakan metode maserasi. Daun kirinyuh dicuci bersih menggunakan air mengalir sebanyak 3 kali kemudian dikering-anginkan selama 3-5 hari. Kemudian daun kirinyuh yang sudah kering dipotong kecil-kecil lalu sebanyak 12,5 gram dimasukkan ke dalam botol yang berisi 150 mL alkohol 70%. Selanjutnya larutan campuran tersebut didiamkan pada kondisi gelap selama 3-5 hari dengan suhu ruang.

Sintesis AgNPs

Nanopartikel perak disintesis menggunakan metode hidrotermal. Nanopartikel perak dibuat dengan melarutkan AgNO_3 menggunakan aquades steril pada konsentrasi 5 mM, 10 mM, 15 mM, dan 20 mM dengan masing-masing sebanyak 50 mL. Selanjutnya larutan perak nitrat direaksikan dengan 1 mL ekstrak daun kirinyuh dan dihomogenkan di atas hotplate stirrer selama 6 jam pada suhu 60°C (Yanuar et al., 2020) dengan melihat indikator berupa perubahan warna pada larutan.

Impregnasi AgNPs pada Zeolit Alam

Zeolit alam yang telah dihaluskan dicuci menggunakan aquades untuk selanjutnya diaktivasi menggunakan larutan HCl dengan cara 100 gram zeolit dalam 250 mL larutan HCl 0,1 M dihomogenkan di atas hotplate stirrer selama 2 jam pada suhu 100°C (Haris, 2021). kemudian zeolit dicuci kembali dengan aquades lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C. Impregnasi zeolit dengan AgNPs dilakukan dengan penambahan 20 gram zeolit yang telah teraktivasi ke dalam 50 ml larutan AgNPs pada masing-masing konsentrasi AgNPs (5 mM, 10 mM, 15 mM, dan 20 mM). Campuran tersebut kemudian dihomogenkan di atas hotplate stirrer selama 6 jam pada suhu 60°C kemudian AgNPs terimpregnasi zeolit dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C.

Uji Aktivitas Antibakteri pada AgNPs Terimpregnasi Zeolit

AgNPs terimpregnasi zeolit yang berbentuk serbuk dilarutkan menggunakan aquades steril dengan perbandingan 1:1 yaitu 1 gr AgNPs terimpregnasi zeolit dengan 1 ml aquades steril. Isolat bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* ATCC 6919 murni yang diperoleh dari Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi (BLKPK) Mataram, dibuat suspensi menggunakan media pengencer berupa PGBP hingga mencapai standar kekeruhan 0,5% Mc Farlan. Suspensi bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* ATCC 6919 diambil menggunakan *cotton swab* lalu diusapkan pada permukaan media MHA hingga merata. Selanjutnya dilakukan pembuatan sumuran pada media menggunakan tip lalu AgNPs terimpregnasi zeolit dengan berbagai konsentrasi (5 mM, 10 mM, 15 mM, dan 20 mM) yang telah dilarutkan dimasukkan sebanyak 50 µl ke dalam sumuran hingga memenuhi sumuran dengan kontrol positif berupa antibiotik tetracycline dan kontrol negatif berupa aquades. Masing-masing konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali kemudian diinkubasi selama 24 jam untuk kemudian diamati zona hambat yang terbentuk.

Analisis Data

Data dalam penelitian ini dianalisa dari hasil uji aktivitas antibakteri AgNPs kemudian diinterpretasikan secara dekriptif sesuai dengan pembacaan dari One Way Analysis of Variance (ANOVA), dilanjutkan dengan uji Duncan.

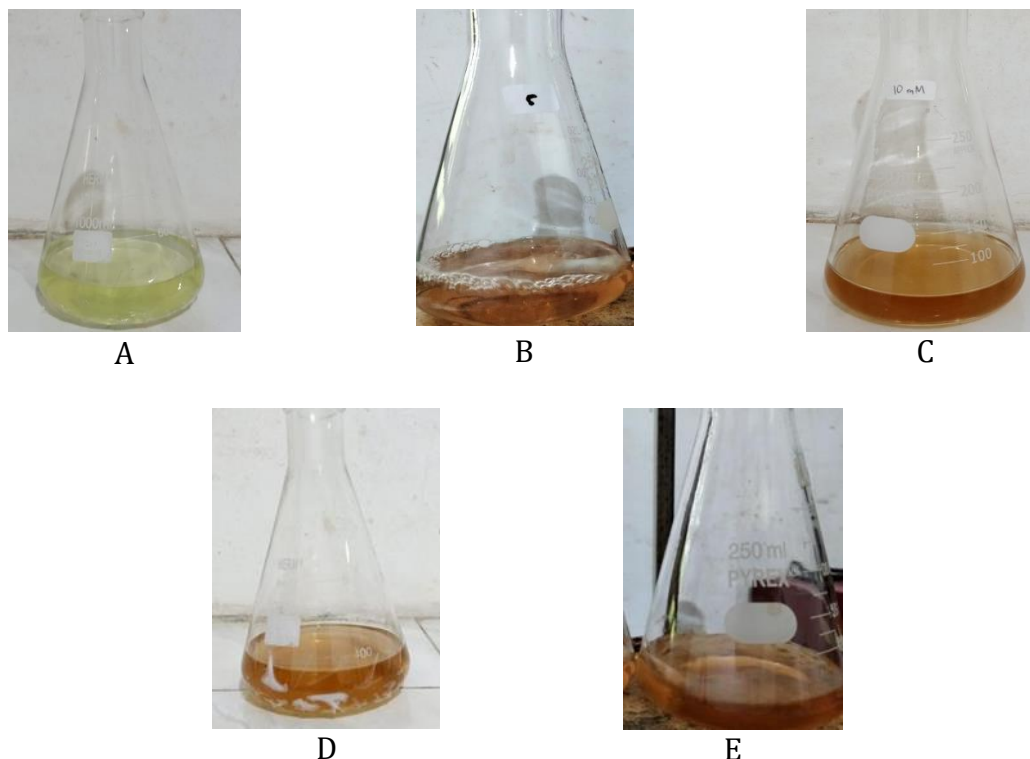
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis AgNPs

Pada penelitian ini, AgNPs disintesis menggunakan metode pendekatan biologi yang memanfaatkan kandungan metabolit sekunder yang berasal dari tumbuhan dimana metode ini diketahui mampu menghasilkan nanopartikel dengan morfologi dan stabilitas yang lebih baik dari metode kimia dan fisika (Arzi et al., 2020). Tumbuhan yang digunakan sebagai bioreduktor pada penelitian ini adalah tumbuhan kirinyuh (*Chromolaena odorata*).

Berdasarkan hasil sintesis AgNPs dengan ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) (Gambar 1) dapat dilihat bahwa terjadi perubahan warna larutan yang sebelumnya berwarna hijau menjadi jingga kecoklatan. Perubahan warna yang terjadi juga sesuai dengan penelitian Haryani et al., (2016) bahwa terbentuknya AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak air rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. Var. rubrum) ditandai dengan adanya perubahan warna larutan dari bening menjadi kuning hingga coklat kehitaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari et al., (2015) yang membuktikan bahwa salah satu terbentuknya AgNPs adalah adanya perubahan warna pada larutan (Lestari & Nora Idiawati, 2015). Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi autokatalitik dimana tahapan tersebut diawali dengan perubahan gugus RO-H pada senyawa fenolik menjadi gugus R-O- yang selanjutnya akan berikatan dengan dengan Ag⁺ dan membentuk gugus RO-Ag. Pada tahap ini ion Ag⁺ akan mengalami pemutusan rantai polifenol dan membentuk Ag⁰. Oleh karena itu, perubahan warna larutan pada ini dapat dijadikan parameter keberhasilan terbentuknya AgNPs dan sebagai bukti bahwa ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dan menjadi salah satu bioreduktor dan biosintesis AgNPs. Dalam sintesis AgNPs penggunaan rasio konsentrasi zat reduktor dan prekursor yang tepat sangat berpengaruh pada karakteristik AgNPs yang terbentuk (Arzi et al., 2020). Tingkat

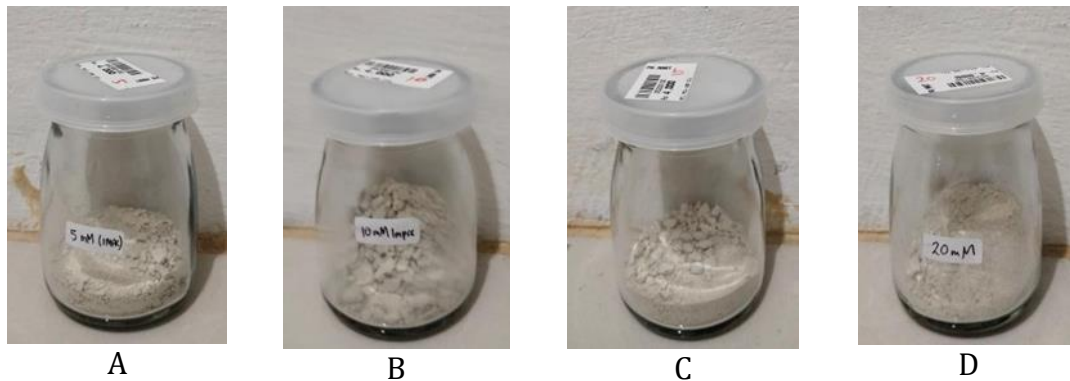
kepekatan warna yang dihasilkan menunjukkan jumlah senyawa organik yang teroksidasi, semakin pekat warna yang dihasilkan maka semakin banyak pula ion Ag^+ yang mengalami reduksi menjadi Ag^0 sehingga luas permukaan nanopartikel semakin meningkat seiring dengan meningkatnya AgNPs yang dihasilkan (Haryani et al., 2016b).



Gambar 1. Hasil sintesis AgNPs (a) sebelum disintesis, (b) konsentrasi AgNO_3 5 mM, (c) konsentrasi AgNO_3 10 mM, (d) konsentrasi AgNO_3 15 mM, dan (e) konsentrasi AgNO_3 20 mM

Proses Impregnasi AgNPs pada Zeolit

Dalam upaya meningkatkan kinerja aktivitas antibakteri dari AgNPs yang telah disintesis menggunakan ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*), pada penelitian ini AgNPs tersebut dikombinasikan dengan zeolit sebagai adsorben. Hal ini dikarenakan zeolit merupakan bahan alam yang memiliki struktur berpori yang menyebabkan luas permukaan zeolit besar sehingga tahan panas dan mampu bertindak sebagai pengemban logam katalis yang lebih banyak (Rianto et al., 2012). Dalam penelitian (Aparicio-Vázquez et al., 2021) menyatakan bahwa zeolit yang dimodifikasi dengan nanopartikel perak (AgNPs) yang disintesis menggunakan NaBH_4 menunjukkan daya hambat yang tinggi terhadap bakteri *Escherichia coli* dalam air dimana hal ini berkaitan dengan pelepasan ion Ag yang terkandung dalam jaringan zeolit. Dalam penggunaannya sebagai adsorben, zeolit alam sebelumnya diaktivasi terlebih dahulu.



Gambar 2. Hasil impregnasi AgNPs pada zeolite menjadi AgNO₃. Proses impregnasi pada tiap konsentrasi AgNPs yang ditambahkan (A) 5 mM; (B) 10 mM, (C) 15 mM, dan (D) 20 mM

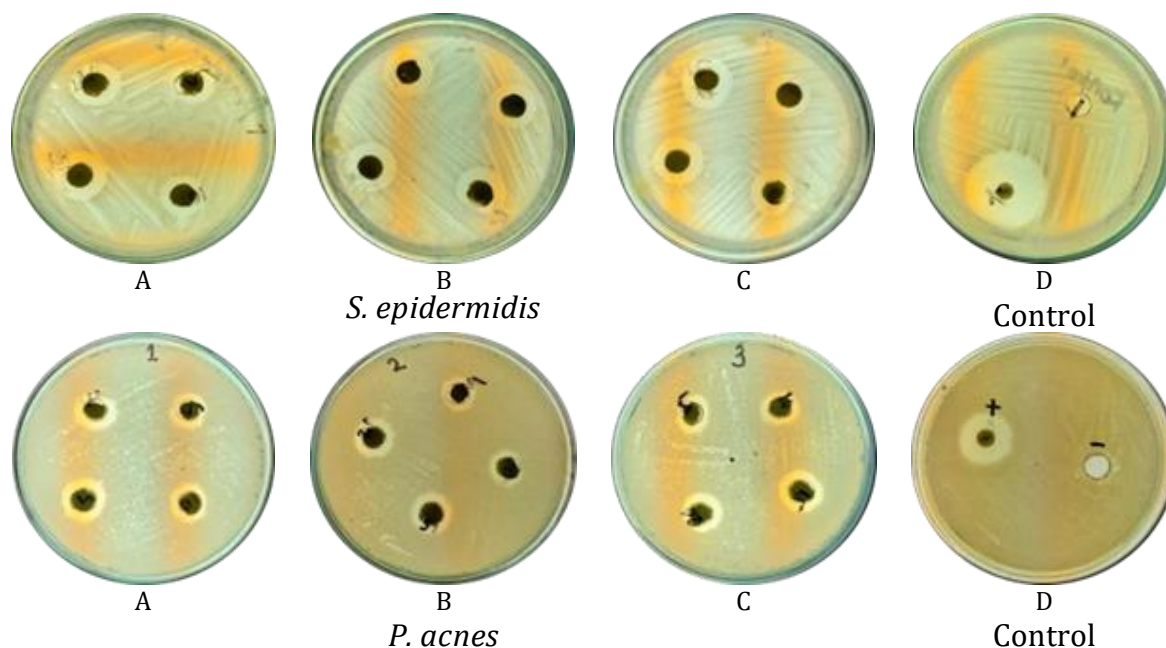
Gambar 2, merupakan hasil impregnasi zeolit dengan AgNPs yang telah disintesis menggunakan ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*). Penambahan AgNPs pada zeolit menyebabkan perubahan kandungan mineral seiring dengan penambahan ion Ag sehingga menyebabkan kandungan Na pada zeolit menurun karena besarnya konsentrasi Ag yang ditambahkan (Septommy & Badriyah, 2022). Namun, penambahan AgNPs pada zeolit tidak merubah struktur dari zeolit sesuai dengan penelitian de Araújo et al., (2019) yang menyatakan hasil analisis XRD dari zeolit terimpregnasi AgNO₃ tidak merubah unsur Si secara signifikan. Dalam penelitian Jiraroj et al., (2014) juga menjelaskan bahwa hasil uji SAED (selected area electron diffraction) dari zeolit A (zeolit sintetis) yang diimpregnasi dengan Ag⁺ dan AgNPs tidak mengalami perubahan struktur kristal pada zeolit. Selain itu, beberapa partikel Ag dapat mengendap dalam pori-pori zeolit yang mengakibatkan luas permukaan zeolit semakin besar.

Uji Antibakteri AgNPs Terimpregnasi Zeolit pada Bakteri Penyebab Jerawat

Pengujian antibakteri berbasis AgNPs terimpregnasi zeolit pada penelitian ini dilakukan dengan metode sumuran yaitu menanamkan agen antibakteri pada media MHA dengan tujuan mengetahui aktivitas antibakteri pada AgNPs terimpregnasi zeolit terhadap bakteri penyebab jerawat yaitu *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* dengan kontrol positif berupa antibiotik tetracycline. Hal ini berlandaskan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shameli et al., (2011) yang membuktikan bahwa terdapat aktivitas antibakteri pada AgNPs yang disintesis secara reduksi kimia menggunakan NaBH₄ yang kemudian dikombinasikan dengan zeolit terhadap bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae* serta bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus aureus* methicillin-resisten.

Hasil uji aktivitas antibakteri pada AgNPs terimpregnasi zeolit dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* ATCC 6919 yang telah diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Gambar 3). Interpretasi dari uji aktivitas antibakteri adalah terbentuknya daerah yang tidak ditumbuhi oleh bakteri atau biasa disebut dengan zona hambat, semakin besar zona hambat yang terbentuk maka semakin efektif agen antimikroba yang digunakan (Indrayati & Diana, 2020). Menurut Kandoli, (2016), diameter zona hambat lebih dari 20 mm dikategorikan sebagai daya hambat sangat baik, diameter 11-20 mm dikatakan daya hambat kuat, diameter 5-10 mm dikatakan sebagai daya

hambat sedang, dan diameter zona hambat 0-4 mm diartikan sebagai daya hambat lemah.



Gambar 3. Pengujian antibakteri AgNPs terimpregnasi zeolit pada bakteri penyebab jerawat. Gambar atas, pengujian pada *S. epidermidis* dan gambar bawah pada *P. acnes* dengan pengulangan 3 kali perlakuan dalam tiap sumuran (A-C) dan (D) kontrol positif dan negatif.

Tabel 1. Efektifitas daya hambat dari berbagai konsentrasi AgNPs terhadap bakteri penyebab jerawat berdasarkan diameter zona hambat

No.	Konsentrasi AgNO ₃	Diameter zona hambat (mm)	
		<i>S. epidermidis</i>	<i>P. acnes</i>
1	5 mM	16 ± 1.00 ^b	13.33 ± 0.58 ^b
2	10 mM	17.00 ± 1.00 ^{bc}	13.67 ± 0.58 ^b
3	15 mM	18.33 ± 1.15 ^c	14.67 ± 0.58 ^c
4	20 mM	18 ± 1.00 ^c	14.67 ± 0.58 ^c
5	Kontrol +	27 ± 0.00 ^d	17 ± 0.00 ^d
6	Kontrol -	00 ± 0.00 ^a	00 ± 0.00 ^a

Keterangan : mM (milimolar); mm : millimeter; Angka yang didampingi oleh huruf menunjukkan adanya perbedaan disetiap perlakuan berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

Aktivitas antibakteri pada AgNPs terimpregnasi zeolit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* digolongkan sebagai agen antibakteri yang memiliki daya hambat kuat (Tabel 1). Hal ini dikarenakan diameter zona hambat yang terbentuk berada pada rentang 11-20 mm dan diameter zona hambat yang paling besar terbentuk pada penggunaan konsentrasi AgNO₃ 15 mM dan 20 mM. Efektivitas daya hambat tersebut dapat disebabkan oleh ukuran partikel agen antibakteri yang kecil sehingga menyebabkan luas permukaannya menjadi besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan pada penelitian Alyousef et al., (2019) bahwa rasio luas permukaan yang besar dan reaktif mampu merusak membran sel bakteri yang

disebabkan oleh pelepasan ion Ag^+ dari AgNPs diserap ke dalam dinding sel bakteri dan menyebabkan lisis dan kematian sel. Ukuran diameter partikel dari AgNPs yang terimpregnasi dalam struktur zeolit dipengaruhi oleh konsentrasi $AgNO_3$ sebelumnya (Shameli et al., 2011). Terdapat tiga mekanisme aktivitas antibakteri AgNPs dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu dengan masuk ke dalam sel bakteri dan menyebabkan kerusakan DNA, AgNPs memiliki ukuran yang kecil dan permukaan yang lebar sehingga mampu mengubah sifat membran bakteri, dan nanopartikel perak mampu berinteraksi dengan gugus sulfur pada dinding bakteri (Az-Zahra et al., 2020).

Hasil uji antibakteri AgNPs terimpregnasi zeolit yang dilakukan terhadap bakteri penyebab jerawat yaitu *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* ATCC 6919 (Tabel 1) menunjukkan kedua bakteri tersebut memiliki perbedaan respon daya hambat yang dapat dilihat dari rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk dimana rata-rata zona hambat pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* lebih besar jika dibandingkan dengan bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 6919. Perbedaan tersebut dapat terjadi meskipun kedua bakteri tersebut berasal dari golongan yang sama yaitu golongan bakteri gram positif dimana bakteri tersebut memiliki susunan dinding sel yang sederhana berupa membran lipida tunggal yang terdiri dari lapisan asam peptidoklikan yang tebal dan lipoteikoat yang menuju ke membran sel dengan bantuan diasilgliserol (Panjaitan & Warganegara, 2018). Tetapi kedua bakteri tersebut memiliki perbedaan sifat yaitu bakteri *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri yang bersifat anaerob fakultatif (Aviany & Pujiyanto, 2020) sedangkan bakteri *Propionibacterium acnes* umumnya tumbuh sebagai bakteri yang bersifat anaerob obligat (Mahtuti & Sari, 2017). Selain itu, kedua bakteri tersebut memiliki perbedaan peran dalam patogenesis jerawat, *Staphylococcus epidermidis* berkembang pada kelenjar sebaceous akan memproduksi zat-zat yang menyebabkan iritasi, terjadinya pembengkakan, pecah dan menyebarkan radang ke jaringan kulit. Sedangkan *Propionibacterium acnes* dapat menghasilkan lipase yang mampu memecah asam lemak bebas dari lipid kulit yang mendukung terbentuknya jerawat (Kursia et al., 2016).

Perbedaan aktivitas antibakteri tersebut dapat disebabkan oleh respon daya hambat yang dimiliki setiap bakteri berbeda, terhadap senyawa antibakteri dimana suatu bakteri akan membentuk resistensi dalam dirinya yang merupakan mekanisme alamiah dalam bertahan hidup (Retnaningsih et al., 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Sari et al., (2015) tentang aktivitas antibakteri ekstrak teripang butoh keling (*Holothuria leucospilota*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Meskipun terdapat perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk pada kedua bakteri, AgNPs tetap berpotensi menjadi agen antibakteri bagi bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* karena pada setiap konsentrasi $AgNO_3$ yang digunakan memiliki daya hambat yang kuat meskipun tidak lebih besar dari kontrol positif yang berupa antibiotik tetracycline yang memiliki diameter zona hambat 27 mm dan 17 mm.

Hasil dari studi ini sesuai dengan penelitian Bindhu & Umadevi, (2014) yang menyatakan AgNPs memiliki aktivitas antibakteri yang lebih kuat dibandingkan nanopartikel emas (AuNPs) terhadap bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus* yang disebabkan oleh ukuran AgNPs lebih kecil dan memiliki permukaan yang besar sehingga kemungkinan interaksi dengan bakteri lebih besar. AgNPs memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus* dan bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli* (Masykuroh & Puspasari, 2022). Rata-rata

diameter zona hambat yang terbentuk pada uji antibakteri AgNPs terimpregnasi zeolit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* yang paling optimum ditunjukkan pada penggunaan konsentrasi AgNO₃ 15 mM dan 20 mM yaitu 18 mm dan 14,6 mm. Prasetiowati et al., (2018) penggunaan AgNPs sebagai antibakteri terhadap *Bacillus subtilis* dan *E.coli* menunjukkan zona hambat yang paling stabil pada konsentrasi AgNO₃ 1,0 mM dibandingkan dengan 0,5 mM yang membuktikan bahwa AgNPs yang memiliki ukuran terkecil dan stabilitas yang baik memiliki kemampuan antibakteri yang lebih besar. Peningkatan konsentrasi AgNO₃ dalam pembentukan AgNPs akan mempercepat proses reduksi ion Ag dan ukuran partikel AgNPs yang terbentuk akan semakin kecil (Sutanti et al., 2018).

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, biosintesis AgNPs terimpregnasi zeolit memiliki potensi yang besar dalam bidang kosmetik khususnya sebagai agen antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat yaitu *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* yang terbukti dengan terbentuknya zona hambat yang kuat pada kedua bakteri tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa kekayaan alam yang kita miliki baik itu tanaman, kandungan mineral seperti silver dan zeolite dengan kombinasi yang tepat berbasis pada hasil riset menunjukkan potensi yang besar untuk dimanfaatkan pada penerapan lanjutan, seperti sebagai produk kesehatan dan kosmetik. Tentunya bahan alam menawarkan hasil yang lebih ramah dan tanpa efek samping. Namun, dibutuhkan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan manfaat dari biosintesis nanopartikel sebagai anti-acne.

SIMPULAN

Ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dapat dijadikan sebagai bioreduktor dalam sintesis AgNPs karena terdapat proses reduksi Ag⁺ menjadi Ag⁰ yang ditandai dengan adanya perubahan warna pada larutan. AgNPs terimpregnasi zeolit diketahui memiliki aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* ATCC 6919 aktivitas antibakteri tersebut tergolong pada antibakteri dengan daya hambat kuat karena zona hambat yang terbentuk berada pada rentang 11-20 mm. Berdasarkan rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk dapat diketahui zona hambat paling besar terjadi pada konsentrasi AgNO₃ 15 mM dan 20 mM yaitu 18 mm pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan 14,6 mm pada bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 6919. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi optimum AgNO₃ dalam AgNPs adalah 15 mM dan 20 mM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi (BLKPK) Mataram yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa.

REFERENCES

- Abdi, V., Sourinejad, I., Yousefzadi, M., & Ghasemi, Z. (2019). Biosynthesis of silver nanoparticles from the mangrove *Rhizophora mucronata*: its characterization and antibacterial potential. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 43, 2163–2171.

- Alyousef, A. A., Arshad, M., AlAkeel, R., & Alqasim, A. (2019). Biogenic silver nanoparticles by *Myrtus communis* plant extract: biosynthesis, characterization and antibacterial activity. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *33*(1), 931–936.
- Amalia, F., & Purwamargapratala, Y. (2017). Penggunaan Zeolit untuk Stabilisasi Formula Ekstrak Kulit Buah Delima Sebagai Antibakteri. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, *39*(1), 25-30. <https://doi.org/10.24817/jkk.v39i1.2260>
- Aparicio-Vázquez, S., Fall, C., Islas-Espinoza, M., Alcántara, D., Petranovskii, V., & Olguín, M. T. (2021). Influence of experimental conditions to obtain silver-modified zeolite-rich tuffs on the antimicrobial activity for *Escherichia coli* suspended in aqueous media. *Environmental Technology & Innovation*, *23*, p. 101707.
- Arief, S., Rahma, W., & Diana Vanda Wellia, Z. (2015). Green Synthesis Nanopartikel Ag dengan Menggunakan Ekstrak Gambir Sebagai Bioreduktor. *SEMIRATA 2015*. Prosiding Universitas Tanjungpura, Pontianak, 233-238. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/article/view/14229>
- Arzi, D. S., Wisnuwardhani, H. A., & Rusnadi, R. (2020). Kajian Pustaka Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Tanaman sebagai Bioreduktor dan Aplikasinya. *Prosiding Farmasi*, *6*(2), 362–370.
- Aviany, H. B., & Pujiyanto, S. (2020). Analisis Efektivitas Probiotik di Dalam Produk Kecantikan sebagai Antibakteri terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Berkala Bioteknologi*, *3*(2), 24-30.
- Az-Zhahra, F., Naspiah, N., Febrina, L., & Rusli, R. (2020). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Nipah (*Nypa fruticans*) sebagai Agen Antibakteri. *Jurnal Sains Dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, *2*(3), 166–170.
- Bindhu, M. R., & Umadevi, M. (2014). Silver and gold nanoparticles for sensor and antibacterial applications. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *128*, 37–45.
- de Araújo, L. O., Anaya, K., & Pergher, S. B. C. (2019). Synthesis of antimicrobial films based on low-density polyethylene (LDPE) and zeolite A containing silver. *Coatings*, *9*(12), 786.
- Fadia, F., Nurlailah, N., Helmiyah, T. E., & Lutpiatina, L. (2020). Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) sebagai Antibakteri *Salmonella Typhi* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, *2*(3), 158–168.
- Haryani, Y., Kartika, G. F., Yuharmen, Y., Putri, E. M., Alchalis, D. T., & Melanie, Y. (2016a). Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. var. *rubrum*) Pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak. *Chimica et Natura Acta*, *4*(3), 151–155.
- Haryani, Y., Kartika, G. F., Yuharmen, Y., Putri, E. M., Alchalis, D. T., & Melanie, Y. (2016b). Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. var. *rubrum*) Pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak. *Chimica et Natura Acta*, *4*(3), 151. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n3.10989>
- Hidayatullah, M. E. (2018). Potensi ekstrak etanol tumbuhan krinyuh (*Chromolaena odorata*) sebagai senyawa anti-bakteri. *Prosiding University Research Colloquium*, 436–441.
- Indrayati, S., & Diana, P. E. (2020). Uji Efektifitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, *7*(1), 22–31.

- Jiraroj, D., Tungasmita, S., & Tungasmita, D. N. (2014). Silver ions and silver nanoparticles in zeolite A composites for antibacterial activity. *Powder Technology*, 264, 418–422.
- Kandoli, F. (2016). Uji daya hambat ekstrak daun durian (*Durio Zybethinus*) terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara in vitro. *Pharmacon*, 5(1), 46-52.
- Kursia, S., Lebang, J. S., & Nursamsiar, N. (2016). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etilasetat daun sirih Hijau (*Piper betle* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(2), 72–77.
- Lestari, R. T., Gifanda, L. Z., Kurniasari, E. L., Harwiningrum, R. P., Kelana, A. P. I., Fauziyah, K., & Priyandani, Y. (2021). Perilaku mahasiswa terkait cara mengatasi jerawat. *Jurnal Farmasi Komunitas*, 8(1), 15.
- Lestari, Y. I., & Nora Idiawati, H. (2015). Aktivitas antibakteri asap cair tandan kosong sawit grade 2 yang sebelumnya diadsorpsi zeolit teraktivasi. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4), 45-52.
- Madelina, W., & Sulistyaningsih, S. (2018). Resistensi Antibiotik Pada Terapi Pengobatan Jerawat. *Farmaka*, 16(2), 105–117.
- Mahtuti, E. Y., & Sari, N. L. (2017). Pengelolaan rumah tinggal sehat terhadap ragam cemaran mikroba pada rumah perkotaan. *Research Report*, 83–92. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/research-report/article/view/1195/1414>
- Masykuroh, A., & Puspasari, H. (2022). Aktivitas Anti Bakteri Nano Partikel Perak (Npp) Hasil Biosintesis Menggunakan Ekstrak Keladi Sarawak *Alocasia Macrorrhizost* terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 7(1), 76–85.
- Meilina, N. E., & Hasanah, A. N. (2018). Review Artikel: Aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah manggis (*Garnicia mangostana* L.) terhadap bakteri penyebab jerawat. *Farmaka*, 16(2), 322-328. <https://doi.org/10.24198/jf.v16i2.17550.g8767>
- Munte, N., & Lubis, R. (2016). Skrining fitokimia dan antimikroba ekstrak daun kirinyuh terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 2(2), 132–140.
- Nishijima, S. (2004). Recent treatment for acne vulgaris. *Skin Research*, 3(6), 622–627.
- Ompi, E. E., David, L., & Opod, H. (2016). Hubungan tingkat kepercayaan diri dengan jerawat (acne vulgaris) pada remaja di SMAN 7 Manado. *EBiomedik*, 4(1).
- Panjaitan, R. S., & Warganegara, F. M. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lipid *Sargassum polycistum* Terhadap *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus*. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 29–39.
- Prasetiowati, A. L., Prasetya, A. T., & Wardani, S. (2018). Sintesis nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) uji aktivitasnya sebagai antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 160–166.
- Prasetyaningtyas, T., Prasetya, A. T., & Widiarti, N. (2020). Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi Kitosan dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1), 37–43.
- Pratiwi, I. (2017). *Nanopartikel Perak Hasil Sintesis Menggunakan Ekstrak Kulit Nephelium lappaceum (Rambutan) sebagai Antibakteri Salmonella paratyphi A*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- Rahma, K. (2020). *Potensi Antibakteri Dan Antibiofilm Nanopartikel Perak*

- Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Langsung (Lansium Domesticum Var. Pubescens Kooders Et Valetton) Terhadap Bakteri Escherichia Coli, Escherichia Coli Esbl, Staphylococcus Aureus, Dan Methicillin-Resi.* Tesis. Universitas Airlangga.
- Rahmayani, Y., Zulhadjri, Z., & Arief, S. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak-Tricalcium Phosphate (TCP) dengan Bantuan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana*). *Jurnal Kimia Valensi*, 5(1), 72–78.
- Retnaningsih, A., Primadhamanti, A., & Febrianti, A. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Ungu (*Graptophyllum Pictum* (L.) Griff) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* Dan Bakteri *Propionibacterium acnes* penyebab Jerawat Dengan Metode Cakram. *Jurnal Analisis Farmasi*, 4(1), 1-9.
- Rianto, L. B., Amalia, S., & Khalifah, S. N. (2012). Pengaruh impregnasi logam titanium pada zeolit alam malang terhadap luas permukaan zeolit. *ALCHEMY: Journal of Chemistry*. 2(1), 58-67.
- Sari, I. P., Wibowo, M. A., & Arreneuz, S. (2015). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Teripang Butoh Keling (*Holothuria Leucospilota*) dari Pulau Lemukutan Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4), 21-28.
- Septommy, C., & Badriyah, L. (2022). Modifikasi Zeolit Alam Teraktivasi Asam dengan Perak Nitrat. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 5(1), 13–19.
- Shameli, K., Ahmad, M. Bin, Zargar, M., Yunus, W. M. Z. W., & Ibrahim, N. A. (2011). Fabrication of silver nanoparticles doped in the zeolite framework and antibacterial activity. *International Journal of Nanomedicine*, 6, 331–341. doi: 10.2147/IJN.S16964.
- Sibero, H. T., Sirajudin, A., & Anggraini, D. (2019). Prevalensi dan Gambaran Epidemiologi Akne Vulgaris di Provinsi Lampung The Prevalence and Epidemiology of Acne Vulgaris in Lampung. *Jurnal Farmasi Komunitas*, 3(2), 62–68.
- Sutanti, F., Silvia, D., Putri, M. A., & Fabiani, V. A. (2018). Pengaruh konsentrasi AgNO₃ pada sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak pucuk idat (*Cratoxylum glaucum* KORTH). *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*, 2.
- Wardania, A. K., Malfadinata, S., & Fitriana, Y. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Penyebab Jerawat *Staphylococcus epidermidis* Menggunakan Ekstrak Daun Ashitaba (*Angelica keiskei*). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), 14. <https://doi.org/10.31764/lf.v1i1.1206>
- Yanuar, E., Sarwana, W., Umam, K., Huda, I., Wijaya, D., Roto, R., & Mudasir, M. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles using Kirinyuh (*Chromolaena Odorata*) leaf extract and their antibacterial activity against *Vibrio* sp. *The 8TH International Conference Of The Indonesian Chemical Society (ICICS) 2019*, 2243, 020031. <https://doi.org/10.1063/5.0001639>
- Yanuar, Emsal, Umam, K., Sarwana, W., Huda, I., Wijaya, D., Roto, R., & Mudasir, M. (2022). Preparation and *Vibrio* sp Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles Mediated by *Chromolaena odorata* Leaf Extract using Different Temperatures. *Asian Journal of Biology*, 14(1), 25-37. <https://doi.org/10.9734/ajob/2022/v14i130203>