



Uji Kemampuan Antibakteri Nanoemulsi Ecoenzym terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Reza Anindita^{1*}, Dede Dwi Nathalia¹, Maya Uzia Beandrade¹, Intan Kurnia Putri¹, Afrinia Eka Sari²,
Elisabeth Setyodewi²

¹Prodi S-1 Farmasi STIKes Mitra Keluarga Bekasi Timur, Indonesia

²Prodi S-1 Imu Gizi STIKes Mitra Keluarga, Bekasi Timur, Indonesia

^{*}Koresponden Penulis : rezaaninditaa@gmail.com

ABSTRAK

Penemuan *ecoenzyme* sebagai cairan fermentasi dari sampah organik sayuran dan buah-buahan telah dimanfaatkan untuk pupuk organik tanaman, disinfektan, *hand sanitizer*, sabun antiseptik, dan agen degradasi limbah domestik. Namun uji coba *ecoenzyme* sebagai bahan baku sediaan kesehatan masih belum dilakukan. Melihat hal tersebut maka diperlukan penelitian uji coba kemampuan antibakteri nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan antibakteri nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap bakteri *S.aureus*. Desain penelitian ini adalah eksperimental. Sampel yang digunakan adalah nanoemulsi *ecoenzyme* dengan Formula 1 (F1) 20%, Formula 2 (F2) 25%, dan Formula 3 (F3) 30%. Cara kerja penelitian ini meliputi pembuatan *ecoenzyme*, pembuatan nanoemulsi *ecoenzyme*, uji nanopartikel *ecoenzyme*, dan pengujian nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap bakteri *S. aureus* dengan metode Kirby baeur. Hasil penelitian menunjukkan ukuran nanopartikel *ecoenzyme* pada F1 20%, F2 25%, dan F3 30% masing-masing sebesar 38,9 nm, 65,07 nm, dan 146,2 nm. Hasil uji kemampuan antibakteri nanoemulsi *ecoenzyme* F1 20%, F2 25%, dan F3 30% terhadap *S. aureus* menghasilkan diameter zona hambat masing-masing sebesar 4,3 mm (resisten), 4,3 mm (resisten), dan 6,7 mm (resisten). Kesimpulan penelitian ini adalah sediaan nanoemulsi *ecoenzyme* belum efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Kata kunci: *ecoenzyme*, fermentasi nanoemulsi, *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT

The discovery of eco enzyme as a fermented liquid from organic vegetable and fruit waste has been used as an organic plant fertilizer, disinfectant, hand sanitizer, antiseptic soap, and domestic waste degradation agent. However, trials of eco enzymes as raw materials for health preparations have not yet been carried out. Seeing this, trial research is needed on the use of ecoenzyme nanoemulsion against *Staphylococcus aureus* bacteria. This research aims to determine the antibacterial ability of ecoenzyme nanoemulsion against *S. aureus* bacteria. The design of this research is experimental. The samples used were ecoenzyme nanoemulsions with Formula 1 (F1) 20%, Formula 2 (F2) 25%, and Formula 3 (F3) 30%. This research includes making ecoenzyme, making ecoenzyme nanoemulsion, testing ecoenzyme nanoparticles, and testing ecoenzyme nanoemulsion against *S. aureus* bacteria using the Kirby-Baeur method. The results showed that the sizes of ecoenzyme nanoparticles in F1 20%, F2 25%, and F3 30% were 38.9 nm, 65.07 nm, and 146.2 nm, respectively. The results of the antibacterial ability test of nanoemulsion eco enzyme F1 20%, F2 25%, and F3 30% against *S. aureus* produced an inhibitory zone 4.3 mm (resistant), 4.3 mm (resistant), and 6.7 mm (resistant). This research concludes that the eco enzyme nanoemulsion is not effective in inhibiting the growth of *S. aureus* bacteria.

Keywords: *ecoenzyme*, fermentation nanoemulsion, *Staphylococcus aureus*

doi: 10.33474/e-jbst.v9i2.553

Diterima tanggal 15 November 2023 – Diterbitkan Tanggal 29 Januari 2024

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Pendahuluan

Eco Enzyme merupakan cairan alami yang dihasilkan dari fermentasi sisa sampah organik dari buah dan sayuran yang ditambahkan gula (*brown sugar*) dan air. *Eco Enzyme* menggunakan bahan baku yang mudah didapat dan murah dengan proses fermentasi minimal selama 3 bulan [1]. Sejak diperkenalkan oleh Dr. Rasukon Poompanvong dari Thailand tahun 2003, *ecoenzyme* telah terbukti sebagai anti jamur, anti bakteri, agen insektisidal serta agen pembersih yang dapat dimanfaatkan sebagai *growth factor* tanaman, campuran deterjen pembersih, serta membersihkan saluran dan air. Penemuan *ecoenzyme* juga telah memberikan solusi alternatif dalam memanfaatkan sampah organik kulit buah dan sayuran [2]. Namun, *trend* pemanfaatan dan uji coba *ecoenzyme* sebagai bahan baku produk kesehatan berupa *skincare* tidak pernah dilakukan di Indonesia, khususnya sebagai upaya pencegahan dari bakteri penyebab jerawat. Padahal berbagai hasil penelitian menyebutkan bahwa *ecoenzyme* memiliki kemampuan antibakteri sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku campuran produk kesehatan, khususnya dengan kategori kosmetik.

Mengingat urgensi *ecoenzyme* sebagai agen antibakteri, maka perlu dilakukan pengembangan produk kefarmasian dengan bahan baku *ecoenzyme*. Gagasan pendekatan pemecahan masalah dalam penelitian ini mengacu pada *state of the art* penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan *ecoenzyme* di berbagai bidang antara lain pemberian *ecoenzym* dari berbagai limbah kulit buah mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar tanaman selada dengan konsentrasi terbaik yaitu 4,5% (45 ml) *ecoenzyme* / 1 L air. Pemberian *ecoenzym* dari sisa sampah organik sayuran dan buah mampu menurunkan parameter pencemar limbah domestik dengan *ecoenzym* buah lebih efektif dibandingkan *ecoenzym* sayuran dimana konsentrasi 5,0% mampu menurunkan parameter pencemar yang paling optimum yakni sebesar 8,70% untuk TSS, 62,42% untuk TDS, dan konsentrasi 7,5% sebesar 98,87% pada waktu tinggal 15 hari, sedangkan proses koagulasi – flokulasi dengan konsentrasi 2,5% mampu menyisihkan TSS sebesar 7,33%, TDS sebesar 42,07%, dan konsentrasi 7,5% mampu menyisihkan surfaktan sebesar 96,29% [3]. Aplikasi lain dari *eco-enzym* yaitu bahan pembuatan desinfektan, sabun antiseptik dan *hand sanitizer* [4]. Berbagai uji optimalisasi dari organoleptik *ecoenzyme* dari kulit buah jeruk mampu menghasilkan produk dengan aroma menyengat dan segar, warna coklat keruh, dan terjadi penurunan volume [5]

Pembuatan *ecoenzyme* dari berbagai macam kulit buah (nanas, mangga, pisang, jeruk nipis, semangka, buah naga, dan lemon) mampu menghasilkan aroma asam dan menyengat yang didominasi dari buah jeruk dan nanas, warna cokelat kekuningan sampai tua dengan pH 2,4-2,8 [6]. Penambahan substrat gula aren pada pembuatan *ecoenzyme* lebih efektif dibandingkan dengan gula pasir dalam mengawetkan buah tomat [7]. Khasiat *ecoenzyme* dari kulit buah jeruk sebagai antiinflamasi pada mencit yang diinduksi karagenan mampu menghasilkan kesimpulan bahwa pemberian *ecoenzyme* dari sampah kulit jeruk 200 µl secara topikal efektif menurunkan ketebalan lipatan punggung mencit yang diinduksi dengan karagenan dengan daya antiinflamasi rata-rata mencapai 33%. Analisis hematologi menunjukkan bahwa pemberian *ecoenzyme* mampu menekan kuantitas leukosit total, limfosit, monosit, dan granulosit setelah 6 jam pasca induksi inflamasi dengan karagenan [8]. Aplikasi sediaan gel *ecoenzyme* dari kulit buah jeruk peras dengan konsentrasi 40% mampu menghasilkan persentase penyembuhan luka sebesar $92,025 \pm 9,373\%$ dalam 20 hari pada tikus wistar putih [9].

Penelitian lain terkait dengan daya antibakteri *ecoenzyme* menunjukkan pemberian *ecoenzyme* dengan konsentrasi 100% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus* sp. dengan diameter zona hambat sebesar 8,30 mm [10]. Pemberian *ecoenzyme* dari kulit buah nanas konsentrasi 100% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Propionibacterium acnes* sebesar 8,67 mm dan *Staphylococcus aureus* sebesar 12,33 mm [11]. Kombinasi sabun cuci tangan dari *ecoenzyme* dan ekstrak lidah buaya mampu menurunkan persentase bakteri tangan sebesar 43,38 % [12]. Uji coba *ecoenzym* dari pepaya-nanas dan nanas-jeruk konsentrasi 12,5% sebagai bahan baku *multipurpose sanitizer* mampu membunuh bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa* [13].

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya mengenai *ecoenzyme* di Indonesia dapat dirumuskan beberapa aspek penting antara lain : substrat gula aren dan kulit buah efektif digunakan sebagai bahan



baku *ecoenzyme* dalam mendegradasi limbah domestik, *ecoenzyme* dari buah nanas dan jeruk paling dominan dan efektif sebagai bahan baku produk seperti *multiple cleaning*, *Hand sanitizer*, sabun antiseptik, dan pupuk pertumbuhan tanaman, aplikasi *ecoenzyme* sebagai antiinflamasi dan penyembuhan luka terbuka telah dilakukan pada hewan mencit dan tikus putih. Adapun uji aktivitas antibakteri dari *ecoenzyme* kulit buah telah dilakukan pada bakteri *P.acne*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *E.coli*, dan *Streptococcus* sp.

Mengacu pada masalah dan berbagai penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian mengenai nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap bakteri *S. aureus*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan antibakteri nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap bakteri *S. aureus*.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Desain penelitian ini adalah eksperimental berupa pengujian nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Semua perlakuan dilakukan 3 kali ulangan (replikasi). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas, *micropipete*, spatel, timbangan analitik, sonikator, spektrofotometer, *particle size analyzer* (Horiba SZ-100), pH meter, *Eppendorf*, alat setrifugasi, viskometer, autoklaf automatic (Hirayama HG-80, 76L, Jepang), mikropipet P100 (Socorex,Swiss), *hot plate and Stirer* (IKA C-MAG HS7,Jerman), inkubator (Memmerth IN-30, Jerman), jarum ose, *Laminar Air Flow* (LAF) (ESCO, Singapura), *vortex mixer* VM 300 (Gemmy, Taiwan). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *grapeseed oil*, tween 80, PEG 400, metil paraben, propil paraben, *ecoenzyme*, aquadest, sub biakan bakteri *S. aureus* ATCC : 25923 (laboratorium mikrobiologi Universitas Indonesia), *amoxicillin antimicrobial susceptibility discs* (oxoid, Jerma), *Blank Disk Antimicrobial Susceptibility* (Oxoid, jerman), *Cotton swab* steril (One Med, Indonesia), *Media Nutrient Agar* (NA) (Merck, Indonesia), *Mueller Hinton Agar* (MHA) (Merck, Indonesia), Etanol 70% Pro Analisis (Merck, Indonesia, NaCl 0,9% Pro Analisis (Merck, Indonesia) dan Aquades Teknis (ROFA, Indonesia).

Pembuatan *ecoenzym*

Pembuatan larutan *ecoenzym* dilakukan dengan perbandingan 1 : 3 : 10 (molase (g): bahan organik (kg) : air (L). Sebanyak 3 Kg Kulit bahan organik (kulit buah papaya, nanas, timun, mangga, kedondong, jambu air) dicuci bersih, ditambahkan molase 1 gram dan air 10 Liter. Semua campuran dimasukkan dalam wadah besar, ditutup rapat, dan didiamkan selama 6 bulan. Sese kali tutup dibuka untuk mengeluarkan gas yang terbentuk selama proses fermentasi. *Ecoenzym* yang telah mengalami fermentasi selama 6 bulan kemudian disaring dan dituang dalam wadah sampel uji untuk bahan baku pembuatan nanoemulsi.

Pembuatan nanoemulsi *ecoenzyme*

Formula pembuatan nanoemulsi *ecoenzyme* penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi nanoemulsi *ecoenzyme*

Bahan	F1	F2	F3
Grapeseed oil	6%	6%	6%
Tween 80	40%	40%	40%
PEG 400	15%	15%	15%
Metil paraben	0,30%	0,30%	0,30%
Propil paraben	0,60%	0,60%	0,60%
EE ad	20%	25%	30%
aquadest ad	100%	100%	100%

Berdasarkan Tabel 1 dapat dibuat nanoemulsi *ecoenzyme* dengan cara mencampurkan Tween 80 dan PEG 400 hingga homogen dalam tabung vial. Selanjutnya ditambahkan metil paraben dan propil paraben dalam campuran pertama dan diaduk hingga homogen (larut), dimasukkan *grapeseed oil*, lalu diaduk hingga homogen, dimasukkan *ecoenzyme*, diaduk hingga homogen, ditambahkan aquadest hingga volume akhir, diaduk, kemudian disonikasi selama 30 menit.

Uji aktivitas anti bakteri nanoemulsi *ecoenzyme*

Nanoemulsi *ecoenzyme* diuji kemampuan antibakterinya dengan metode *kirby baeur*. Perlakuan untuk uji antibakteri terdiri dari akuades steril (kontrol negatif), amoxicillin 30 μ g (kontrol positif), nanoemulsi *ecoenzyme* Formula F1 20%, F2 25%, dan F3 30%. Semua perlakuan diujikan pada bakteri *S. aureus* dan diinkubasi selama 1 x 24 jam. Pengamatan bakteri dilihat dari ada/tidaknya diameter zona hambat pada setiap cawan bakteri.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan uji deskriptif kuantitatif. Data ukuran nanopartikel *ecoenzyme* dan zona hambat diolah dan disajikan dalam bentuk tabel. Data dalam bentuk tabel kemudian dideskripsikan dan diinterpretasi untuk mengetahui informasi ilmiah mengenai kategori ukuran nanopartikel nanoemulsi *ecoenzym* dan kemampuan daya hambat nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap diameter zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil proses fermentasi larutan *ecoenzyme* selama 6 bulan menghasilkan organoleptik dengan karakteristik aroma asam segar dengan warna cokelat kekuningan sampai tua. Larutan *ecoenzym* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Larutan *ecoenzyme*

Berdasarkan larutan pada Gambar 1. kemudian dilakukan pembuatan nanoemulsi *ecoenzyme* menggunakan formula pada Tabel 1. dengan konsentrasi F1 20%, F2 25%, dan F3 30%. Hasil nanoemulsi *ecoenzym* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. nanoemulsi *ecoenzyme*

Secara organoleptis sediaan nanoemulsi *ecoenzyme* dengan konsentrasi F1 20%, F2 25%, dan F3 30% yang ditunjukkan pada Gambar 2 memiliki warna coklat jernih, aroma khas dengan konsistensi cair (lengket). Hasil nanoemulsi kemudian dilakukan pengujian nanopartikel menggunakan *particle size analyser*. Hasil uji nanopartikel dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji nanopartikel (nm)

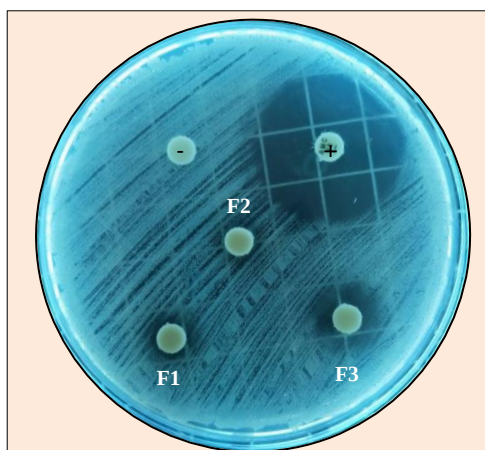
Ulangan	F1 (nm)	F2 (nm)	F3 (nm)
I	39,6	60,5	208,4
II	39,6	52,9	132,9
III	37,5	81,8	97,3
Rata-rata	38,9 nm	65,07 nm	146,2 nm

Berdasarkan **tabel 2** rata-rata ukuran nanopartikel *ecoenzyme* dari formula F1 sebesar 38,9 nm, F2 sebesar 65,07 nm, F3 sebesar 146,2 nm. Nanopartikel terbaik dihasilkan dari nanoemulsi *ecoenzyme* F1. Sediaan nanoemulsi *ecoenzyme* kemudian dilakukan pengujian anti bakteri terhadap bakteri *S. aureus* menggunakan metode *Kirby baur*. Hasil uji nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil diameter zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (mm)	Kategori
	1(mm)	2 (mm)	3 (mm)		
Akuades steril (kontrol negatif)	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	Resisten
<i>Amoxicillin</i> 30 µg (kontrol positif)	24 mm	28 mm	28 mm	26 mm	Sensitif
F1 20%	5 mm	4 mm	4 mm	4,3 mm	Resisten
F2 25%	5 mm	4 mm	4 mm	4,3 mm	Resisten
F3 30%	5 mm	9 mm	4 mm	6,7 mm	Resisten

Hasil dokumentasi diameter zona hambat *S. aureus* pada Tabel 3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji nanoemulsi *ecoenzyme* terhadap diameter pertumbuhan *S. aureus*



Berdasarkan Gambar 3 uji pemberian nanoemulsi *ecoenzyme* dilakukan dengan menggunakan 5 kelompok perlakuan, yaitu kelompok akuades steril sebagai kontrol negatif, kelompok antibiotik *amoxicillin* 30 µg sebagai kontrol positif, kelompok F1 25%, F2 25%, dan F3 30 %. Pemberian nanoemulsi *ecoenzyme* F1 25% mampu menghasilkan diameter zona hambat pertumbuhan *S. aureus* sebesar 4,3 mm (resisten), F2 25 % sebesar 4,3 mm (resisten), F3 30% sebesar 6,7 mm (resisten), sedangkan untuk kontrol positif menghasilkan zona hambat sebesar 26 mm (sensitif)

Pembahasan

Ecoenzyme yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan penelitian sebelumnya, yaitu bersifat asam dengan nilai pH rendah yang berkisar antara 3,15-3,29. Asam organik merupakan indikator penting dalam menentukan nilai keasaman. Semakin tinggi kandungan asam organik, maka nilai pH semakin rendah. Dengan demikian, sifat asam larutan *ecoenzyme* pada penelitian ini disebabkan hasil kandungan asam organik yang tinggi seperti asam asetat atau asam sitrat [14]

Hasil larutan *ecoenzyme* berwarna coklat dengan bau yang khas (asam) juga telah sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa keberhasilan fermentasi *ecoenzyme* apabila terbentuk larutan berwarna kecoklatan dengan aroma asam (segar). Fermentasi *ecoenzyme* pada penelitian dilakukan selama 6 bulan pada wadah tertutup dan sesekali dibuka tutupnya untuk mengeluarkan gas yang ada dalam wadah tersebut. Selama proses fermentasi, *ecoenzyme* akan menghasilkan gas O₃ atau ozon, NO₃, dan CO₃ [15]

Ukuran nanopartikel secara berurutan adalah F138,9 nm, F2 65,07 nm, dan F3 146,2 nm. Menurut [16] pengujian ukuran partikel bertujuan untuk melihat apakah sediaan yang dibuat masuk ke dalam kriteria sediaan nanoemulsi yaitu memiliki ukuran partikel 0,1 - 200 nm. Menurut [17] pembentukan nanoemulsi dari suatu sediaan terjadi ketika Surfaktan dan kosurfaktan dapat bercampur baik dengan fase minyak. Berdasarkan hasil pengujian nanoemulsi yang diperlihatkan pada Tabel 2, diketahui bahwa surfaktan tween 80, kosurfaktan PEG 400 dan propilenglikol memiliki ketercampuran yang baik dengan *Grapeseed oil*. Surfaktan dan kosurfaktan dalam pembentukan nanoemulsi bekerja sama membentuk sistem antarmuka yang baik dan fleksibel dengan menurunkan nilai tegangan permukaan sampai mendekati nol sehingga mendukung terbentuknya globul berukuran nano yang stabil [18]

Sediaan nanoemulsi *ecoenzyme* kemudian dilakukan pengujian antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan metode Kirby baur. Pengujian tersebut menghasilkan zona penghambatan bakteri dengan kategori resisten. Sediaan nanoemulsi pada penelitian ini merupakan hasil pengembangan penelitian sebelumnya yang dilakukan [11] yang melaporkan kemampuan daya hambat minimum larutan *ecoenzyme* kulit nanas (fermentasi 3 bulan) terhadap bakteri *S.aureus* terdapat pada konsentrasi 50% dengan diameter zona hambat sebesar 9,67 mm. [19] menyebutkan pemberian *ecoenzyme* konsentrasi 100% mampu menghambat bakteri *S.aureus* yang diisolasi dari kulit anjing sebesar 8,56 mm. Hasil berbeda ditunjukkan dalam penelitian yang melaporkan kombinasi *ecoenzyme* dari sampah organik rumah tangga dan bunga frangipani (*Plumeria alba*) mampu menghasilkan zona penghambatan terhadap pertumbuhan *S. aureus* sebesar 31.85-34.41 mm (sensitif) [20]

Pada penelitian ini penggolongan kategori respon sensitivitas *S.aureus* terhadap nanoemulsi *ecoenzyme* mengacu pada standard [21] mengenai efek antibiotik *amoxicillin* sebagai kontrol positif terhadap sensitivitas bakteri *S.aureus*, yaitu apabila diameter zona hambat ≥ 18 mm termasuk kategori sensitif, 13-17 mm kategori intermediet, dan ≤ 12 mm termasuk kategori resisten. Kategori respon sensitif menunjukkan bahwa nanoemulsi *ecoenzyme* dalam menghambat pertumbuhan *S.aureus* tergolong efektif, kategori intermediet memiliki efektifitas sedang sedangkan kategori resisten



mengindikasikan bahwa nanoemulsi *ecoenzyme* tidak efektif dalam menghambat pertumbuhan *S.aureus*.

Menurut [22] aktivitas antibakteri *ecoenzyme* disebabkan adanya kandungan asam asetat yang dihasilkan selama proses fermentasi *ecoenzyme*. Proses fermentasi *ecoenzyme* menyebabkan hidrolisis bahan organik menjadi asam asetat. Semakin meningkat kandungan bahan organik dan fermentasi maka akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kandungan asam asetat pada *ecoenzyme*. [23] menambahkan selain asam asetat fermentasi *ecoenzyme* dari kulit buah juga menghasilkan etanol yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Hasil skrining fitokimia *ecoenzym* dari kulit buah dengan fermentasi 3 bulan positif mengandung senyawa metabolit sekunder seperti saponin, tanin, dan flavonoid [24]. Menurut [25]; [26]: [27] menjelaskan flavonoid, tanin, saponin, asam laktat, dan pH asam memiliki peran sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, penghambatan fungsi membran, dan energi metabolisme sehingga menyebabkan kematian sel bakteri *S. aureus*

Adanya metabolit sekunder tersebut menyebabkan nanoemulsi *ecoenzyme* memiliki khasiat dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. [28] menjelaskan bahwa prinsip kerja fenol dan tanin sebagai agen antibakteri yaitu dengan mencegah pembentukan dinding sel, merusak dinding sel, mencegah sintesis protein, mengganggu fungsi permeabilitas membran sel dan transport aktif sehingga sel bakteri *S. aureus* menjadi lisis (pecah). Selain itu, adanya flavonoid, alkaloid dan terpenoid mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dengan cara mencegah sintesis asam nukleat, pembentukan energi, menghambat pembentukan enzim FabZ dan fimbriae. Saponin bekerja dengan cara merusak stabilitas membran sel *S. aureus*.

Pada penelitian ini menggunakan kontrol positif antibiotik *amoxicillin* 30 µg yang mampu menghambat pertumbuhan *S.aureus* dengan diameter zona hambat 26 mm dengan kategori sensitif. *Amoxicillin* merupakan antibiotik berspektrum luas dan bersifat bakteristatik. Mekanisme kerja *amoxicillin* yaitu menghambat enzim peptidil transferase yang berperan dalam pembentukan ikatan-ikatan peptida dalam proses sintesis protein bakteri *S.aureus*. Pembentukan ikatan peptida akan terus dihambat selama kloramfenikol tetap terikat pada ribosom bakteri *S. aureus* [29].

Kesimpulan

Uji kemampuan antibakteri nanoemulsi *ecoenzyme* F1 20 %, F2 25%, F3 30% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar 4,3 mm (resisten), 4,3 mm (resisten), dan 6,7 mm (resisten). Berdasarkan hal tersebut nanoemulsi *ecoenzyme* pada penelitian ini belum efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Program Hibah tahun anggaran 2023/2024.

Daftar Pustaka

- [1] Nangoi, R. Paputungan, B. T. Ogie, R. I. Kawuluan, R. Mamarimbing, dan F. J. Paat. 2022. Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Sebagai Eco-Enzyme Untuk Pertumbuhan Dan



- Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *AGROTEKNOLOGI Terapan*, 3(2): 422–428. Diterima Desember 2022. doi: <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44862>.
- [2] Jadid, N. Jannah, L.A. Handiar, P.W.P.B. Nurhidayati, T. Purwani, I.K. Ermavitalini, D. Muslihatin, W. dan Navastara, M.A. 2022. Aplikasi *Eco Enzyme* Sebagai Bahan Pembuatan Sabun Antiseptik. *Sewagati*, vol. 6, no. 1, pp. 69–75. Diterima Tanggal 23 Desember 2021. doi: 10.12962/j26139960.v6i1.168.
- [3] Khasanah, M.A. dan Rosariawari, F. 2022. Efektivitas *Eco-Enzyme* dalam Menurunkan TSS, TDS, Surfaktan pada Limbah Domestik dengan Variasi Proses Anaerob dan Koagulasi - Flokulasi. *ESEC Proc.* vol. 3, no. 1, pp. 65–74. Diterima November 2022. <http://esec.upnvjt.com>
- [4] Yuliono, A. Sofiana, M. S. J. Safitri, I. A. Warsidah, Kushadiwijayanto, A.A. dan Helena, S. 2021. Peningkatan Kesehatan Masyarakat Teluk Batang secara Mandiri melalui pembuatan Handsanitizer dan Desinfektan berbasis *Eco-Enzyme* dari Limbah Sayuran dan Buah. *J. Community Engagem. Heal.*, 4 (2), 371–377. Diterima 1 September 2021. doi: 10.30994/jceh.v4i2.248
- [5] Dewi, S.P. Devi, S. dan Ambarwati, S. Pembuatan dan Uji Organoleptik Eco-enzyme dari Kulit Buah Jeruk. 2021. in *Seminar Nasional HUBISINTEK*, 649–657.
- [6] Viza, Y.R. Uji Organoleptik *Eco-Enzyme* Dari Limbah kulit Buah,” *BIOEDUSAINS J. Pendidik. Biol. dan Sains*, 5 (1), 1–23, 2022, doi: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3387>.
- [7] Nurlaela, A. Puji Astuti, dan E. Tri Wahyuni Maharani, Analisis Pengaruh Penambahan *Eco-Enzyme* Limbah Kubis Terhadap Pengawetan Buah Tomat Dengan Perbandingan Variasi Substrat. 2022. *J. Kependidikan Kim.*, 10 (2), 122–131. Diterima 1 Desember 2022. URL : <http://ojs.undikma.ac.id/index.php/hydrogen/>
- [8] Fatimah, E. A. U. Husna, and P. Santoso, Khasiat Antiinflamasi Eko-enzim Berbasis Kulit Buah Jeruk (*Citrus* sp.) terhadap Mencit yang diinduksi Karagenan, 2022. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.*, 8 (2), 119–126. Diterima Agustus 2022, doi: 10.13057/psnmbi/m080203.
- [9] Ramadana, N. Aktivitas Gel Eco-Enzyme Kulit Buah Jeruk Peras (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) Terhadap Penyembuhan Luka Terbuka Pada Tikus Putih. Skripsi. Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya. URL : <https://repository.unsri.ac.id/>
- [10] Welfalini, T.S. Suartha, N.I. Sudipa, H.P. Uji Daya Hambat Eko-enzim terhadap Perumbuhan Bakteri *Streptococcus* sp . yang Diisolasi dari Jaringan Ektodermal Kulit Anjing. 2023. *Buletin Veteriner Udayana*, 15(8), 169–176. Diterima 1 April 2023. doi: 10.24843/bulvet.2023.v15.i02.p02.
- [11] Ramadani, R. Karima, dan Ningrum, R. S. Antibacterial Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacterias (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*). 2022. *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 9, no. 3, pp. 201–207, Diterima Januari 2022. doi: 10.30598/ijcr.2022.9-nin.
- [12] Akyuni, Q. Putri, F. R. Annisa, N. Putri, D. H. dan Farma. S. A. 2021. Efektivitas antibakteri sabun handmade berbahan dasar Ecoenzyme dan Lidah Buaya sebagai alternatif sabun pencuci tangan. *Pros. SEMNAS BIO 2021 Univ. Negeri Padang*, 1340–1349,
- [13] Imelda, D. Alif, B.A. dan Satriawan, D.A. 2021. Pembuatan Produk Multipurpose Cleaner dengan Pemanfaatan Eco Enzyme dari Limbah Kulit Buah Sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya, Jakarta



- [14] Rochyani, N. Utpalasari, R. L. dan Dahliana, I. 2020. Analisis Hasil Konversi Ecoenzyme menggunakan Nanas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya* L. *J. Redoks*, 5(2), 135–140. Diterima Bulan Desember 2020. doi: 10.31851/redoks.v5i2.5060.
- [15] Larasati, D. A. P. Astuti, and Maharani, E.T. Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus Di Kota Semarang. in *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2020*, 2020, 278–283.
- [16] Rismarika, Maharini, I. dan Yusnelti. Pengaruh konsentrasi PEG 400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. 2020. *Chempublish J.*, 5(1), 1–14. doi: 10.22437/chp.v5i1.7604.
- [17] Priani, S.E. Somantri, S.Y. and Aryani,R. Formulasi dan Karakterisasi SNEDDS (*Self Nanoemulsifying Drug Delivery System*) Mengandung Minyak Jintan Hitam dan Minyak Zaitun. 2020. *J. Sains Farm. Klin.*, vol. 7 (1), 31. Diterima April 2020. doi: 10.25077/jsfk.7.1.31-38.2020.
- [18] Jusnita, N. and Syurya, W. Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk). 2019. *J. Sains Farm. Klin.*, 6(1), 16–24. Diterima April 2019. URL : file:///C:/Users/HP/Downloads/369-1167-5-PB.pdf
- [19] Gayanti, A.N.S. Suartha, I. N. and Sudipa, P. H. Uji Aktivitas Antibakteri Ekoenzim Terhadap Bakteri *Escherichia coli* yang Diisolasi Dari Kulit Anjing. 2023. *Bul. Vet. Udayana*, 158-667. Diterima Bulan Agustus 2023. doi: 10.24843/bulvet.2023.v15.i04.p19.
- [20] Rahayu, M.R. Nengah, M. dan Situmeang, Y. P. Acceleration of Production Natural Disinfectants from the Combination of Eco-Enzyme Domestic Organic Waste and Frangipani Flowers (*Plumeria alba*). 2021. *SEAS (Sustainable Environ. Agric. Sci.*, 5(1), 15–21. Diterima Bulan April 2021. doi: 10.22225/seas.5.1.3165.15-21.
- [21] CLSI, *CLSI M100-ED29: 2021 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 30th Edition*, vol. 40, no. 1. 2020.
- [22] Mavani, K.A.H. Tew ,I.M., Wong, L. Yew, Z.H. Mahyuddin, A. Ghazali, A.R. and Ho Nang Pow, E. Antimicrobial efficacy of fruit peels eco-enzyme against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. 2020. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17 (14), 1–12. Diterima 13 Juli 2020. doi: 10.3390/ijerph17145107.
- [23] Tallei, E.T. Fatimawali, Niode, J.N. Alsaihati, M.W. Salaki,L.C. Alissa, M. Kamagi,M. and Rabaan, A.A.2023.Antibacterial and Antioxidant Activity of Ecoenzyme Solution Prepared from Papaya, Pineapple, and Kasturi Orange Fruits: Experimental and Molecular Docking Studies, *J. Food Process. Preserv.* 1–11. Retrieved March , 11th, 2023. doi: 10.1155/2023/5826420.
- [24] Ginting, N. Hasnudi, H. and Y. Yunilas. 2021. Eco-enzyme Disinfection in Pig Housing as an Effort to Suppress *Escherichia coli* Population. *J. Sain Peternak. Indones.*, 16 (3), 283–287. Diterima Juli 2021. doi: 10.31186/jspi.id.16.3.283-287.
- [25] Suariani, M. Winarti, S. Syamsul, A. Alpian, and Firlianty. Diversity Of Decomposer Bacteria In Eco Enzyme Fermentation Process Of Organic Materials Using Oxford Nanopore Technology (Ont) And Its Effectiveness In Inhibiting E-Coli In Fish Pond With Water Mineral Soil 1 Introduction Reuse of fruit peels and veget, *RGSA Rev. Gestae Soc. E Ambient.* 17(8), 1–20. Retrieved July, 28th, 2023. doi: https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n8-009.
- [26] Vama, L. and Cherekar, M.N. Production, Extraction Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. *Biotech. Env. Sc*, 22(2), 346–351. Retrieved February, 28th, 2020.



- [27] Permatananda, K. N. A. P. Pandit, S. G. I. Cahyawati, N. P. and Aryastuti, A. S. A. A. *Bioscientia Medicina : Journal of Biomedicine & Translational Research Antibiotics Used in Leptospirosis : A Narrative Literature Review*, *Biosci. Med. J. Biomed. Transl. Res.*, pp. 2465–2472.
- [28] Anindita, R. Yolanda, H. and Inggraini, M. Skrining Fitokimia dan Uji Antibakteri Senyawa Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L .) Osbeck) Terhadap *Staphylococcus aureus*. 2022. *J. Bioshell*, 11(2), 100–112. Diterima September 2022. doi: <https://doi.org/10.56013/bio.v11i2.1644>.
- [29] Jamilah. Evaluasi Keberadaan Gen catP terhadap Resistensi Kloramfenikol Pada Penderita Demam Tifoid. 2015. *Pros. Semin. Nas. Mikrobiol. Kesehat. dan Lingkung. Makassar 29 januari* 146–152.