

Pengaruh *Eco Enzyme* Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) Dan Kulit Jeruk (*Citrus Sinesis L.*) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara

Zaenab Zaenab*, Nurfitriani Azizah, Syamsuddin S

Program Studi Sanitasi Lingkungan, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar, Jl. Wijaya Kusuma No. 46 Banta-Bantaeng Makassar, Sulawesi Selatan 90222, Indonesia

*Corresponding author: zaenab@poltekkes-mks.ac.id

Info Artikel: Diterima 9 Juli 2024 ; Direvisi 5 Oktober 2024 ; Disetujui 13 Oktober 2024

Tersedia online : 25 Oktober 2024 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2024

Cara sitasi: Zaenab Z, Azizah N, S S. Pengaruh *Eco Enzyme* Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) Dan Kulit Jeruk (*Citrus Sinesis L.*) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara). Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2024 Oct;23(3):341-348. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.3.341-348>.

ABSTRAK

Latar belakang: Aktivitas belajar mengajar di ruangan selama 8-10 jam setiap harinya berpotensi meningkatkan pencemaran udara dalam ruangan, termasuk mikroorganisme. Pengendalian mikroorganisme di dalam ruangan dapat dilakukan dengan disinfeksi menggunakan disinfektan, seperti *eco enzyme*. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh *eco enzyme* dari kulit nanas (*Ananas comosus*) dan kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) terhadap penurunan jumlah kuman udara.

Metode: Jenis penelitian merupakan eksperimen semu dengan rancangan *Pre-Post Test Control Design* dengan masing-masing variasi bahan *eco enzyme* menggunakan konsentrasi 25% dan waktu kontak selama 1 jam. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023 – April 2024. Variabel bebas dalam penelitian adalah *eco enzyme* kulit nanas dan kulit jeruk, variabel terikat yaitu angka kuman udara. Sementara variabel pengganggu yaitu suhu dan kelembaban. Populasi penelitian adalah jumlah kuman udara di ruang kelas SMA Negeri 12 Makassar. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik Purposive Sampling di ruang kelas XII MIPA 4, XII MIPA 5, dan XII MIPA 6. Sampel penelitian terdiri dari jumlah kuman udara yang dihitung menggunakan media plate count agar. Pengukuran berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, di mana angka kuman yang memenuhi syarat adalah <700 CFU/m³. Analisis statistik dilakukan menggunakan Uji One Way ANOVA dan Uji Post Hoc Tukey HSD untuk membandingkan kelompok perlakuan secara spesifik. Keputusan diambil berdasarkan nilai p, di mana p-value > 0,05 menunjukkan tidak ada pengaruh, sedangkan p-value < 0,05 menunjukkan adanya pengaruh.

Hasil: Pada uji pre-test, jumlah kuman udara tercatat sebanyak 214 CFU/m³, sementara setelah perlakuan dengan *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas comosus*), jumlahnya menurun menjadi 107 CFU/m³, dengan persentase penurunan sebesar 50%. Sedangkan pada uji dengan *eco enzyme* kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*), jumlah kuman udara pre-test tercatat 216 CFU/m³ dan menurun menjadi 144 CFU/m³, dengan persentase penurunan sebesar 33,33%. Uji statistik menunjukkan bahwa *eco enzyme* kulit nanas memiliki p-value 0,004 (<0,05), sehingga dinyatakan berpengaruh, sedangkan *eco enzyme* kulit jeruk memiliki p-value 0,057 (>0,05), sehingga dinyatakan tidak berpengaruh signifikan.

Simpulan: Disarankan kepada pengelola sekolah untuk menggunakan *eco enzyme*, terutama *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas comosus*), sebagai alternatif disinfektan guna mengurangi angka kuman udara.

Kata kunci: *Eco Enzyme*; Kulit Nanas; Kulit Jeruk; Disinfektan; Angka Kuman Udara

ABSTRACT**Title: Effect of Eco Enzyme of Pineapple Peel (*Ananas Comosus*) and Orange Peel (*Citrus Sinesis L.*) in Reducing The Number of Air Germs**

Background: Classroom learning activities lasting 8-10 hours each day have the potential to increase indoor air pollution, including microorganisms. Microorganism control indoors can be achieved through disinfection using disinfectants such as eco enzyme. This study aims to evaluate the effects of eco enzymes derived from pineapple peel (*Ananas comosus*) and orange peel (*Citrus Sinesis L.*) on reducing airborne germ counts.

Method: The study is a quasi-experimental with a Pre-Post Test Control Design, using 25% concentrations of eco enzyme variants and a 1-hour contact time. The study was conducted from November 2023 to April 2024. The independent variables were the eco enzymes made from pineapple and orange peels, while the dependent variable was the airborne germ count. Disturbing variables included temperature and humidity. The population of the study consisted of airborne germs in the classrooms of SMA Negeri 12 Makassar. The samples were selected using Purposive Sampling, targeting classes XII MIPA 4, XII MIPA 5, and XII MIPA 6. The sample consisted of the airborne germ count calculated using plate count agar media. Measurements followed Permenkes No. 2 of 2023, where the standard for germ count is <700 CFU/m³. Statistical analysis was carried out using One-Way ANOVA and Post Hoc Tukey HSD to compare the treatment groups in detail. The decision rule was based on p-value, where p-value > 0.05 indicates no effect, while p-value < 0.05 indicates an effect.

Result: In the pre-test, the airborne germ count was recorded at 214 CFU/m³, while after treatment with pineapple peel eco enzyme (*Ananas comosus*), the count decreased to 107 CFU/m³, showing a reduction of 50%. Meanwhile, in the test using orange peel eco enzyme (*Citrus Sinesis L.*), the pre-test airborne germ count was recorded at 216 CFU/m³ and decreased to 144 CFU/m³, with a reduction of 33.33%. Statistical tests showed that the pineapple peel eco enzyme had a p-value of 0.004 (<0.05), indicating a significant effect, while the orange peel eco enzyme had a p-value of 0.057 (>0.05), indicating no significant effect.

Conclusion: It is recommended that school administrators use eco enzymes, especially pineapple peel eco enzyme (*Ananas comosus*), as an alternative disinfectant to minimize airborne germ counts.

Keywords: Eco Enzyme; Pineapple Peel; Orange Peel; Disinfectant; Number of Air Germs

PENDAHULUAN

Udara memainkan peran penting dalam kehidupan makhluk hidup, khususnya manusia. *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) (2020) melaporkan paparan polusi udara dalam ruangan menyumbang 2 hingga 5 kali lipat, dibandingkan polusi udara di luar ruangan. Sementara Menurut Ramadhoni (2023) polusi udara dalam ruangan menjadi permasalahan yang kompleks, menjadi penyebab 4,5 juta kematian setiap tahunnya¹. Polusi udara dalam ruang telah menyebabkan stroke (34%), penyakit jantung (26%), penyakit paru obstruktif kronik (22%), pneumonia (12%), dan kanker paru-paru (6%)². Menurut laporan *Global Burden of Diseases and Injuries Collaborators* 2019, penyakit yang menyumbang kematian tertinggi meliputi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), PPOK tercatat dengan 209 kejadian dan 3,2 juta kematian, pneumonia dengan 6.300 kejadian dan 2,6 juta kematian, kanker paru dengan 29 kejadian dan 1,8 juta kematian, TBC dengan 109 kejadian dan 1,2 juta kematian, serta asma dengan 477 kejadian dan 455 ribu kematian³.

Sepuluh penyakit di Indonesia dengan jumlah kasus tertinggi per 100.000 penduduk, empat di antaranya merupakan penyakit pernapasan. Seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) mencatat 145 kejadian dengan 78,3 ribu kematian, pneumonia dengan 5.900 kejadian dan 52,5 ribu kematian, dan asma dengan 504 kejadian dan 27,6 ribu kematian³. Data tersebut didukung oleh *Air Quality Life Index* (AQLI) menyatakan rata-rata masyarakat Indonesia

kehilangan 2,5 tahun harapan hidup disebabkan kualitas udara tidak memenuhi standar baku mutu⁴.

Pencemaran udara dalam ruangan ini umumnya berasal dari lingkungan sekitar⁵. Kondisi udara di dalam ruangan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan dan kesehatan penghuni, khususnya di tempat umum seperti sekolah. Apabila pengguna ruangan berada pada waktu lebih dari 8 jam setiap hari di ruangan dengan udara yang tidak sehat, maka mempengaruhi kesehatan, kinerja, dan produktivitas⁶. Menurut Ramadhoni (2023), proses belajar mengajar berlangsung sekitar 8-10 jam per hari, sehingga berpotensi meningkatkan pencemaran dalam ruangan, termasuk yang berasal dari mikroorganisme¹. Faktor seperti suhu, kelembapan, dan penggunaan disinfektan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme di udara⁷. Oleh karena itu, untuk mengontrol kualitas mikrobiologis di dalam ruangan, disarankan untuk melakukan disinfeksi menggunakan disinfektan.

Disinfektan secara umum digunakan adalah disinfektan berbahan non alami dan alami. Salah satu bahan disinfektan alami yaitu *eco enzyme*⁸. *Eco enzyme* telah dimanfaatkan oleh aktivis lingkungan di Buleleng melalui program penyemprotan ke udara sebagai salah satu alternatif untuk mencegah penyebaran covid-19⁹. Selain itu, pemanfaatan lain *eco enzyme* masyarakat Kabupaten Klaten melalui kegiatan penyemprotan secara serentak meminimalisir polutan udara¹⁰. *Eco enzyme* dengan pH <4 , seperti pada penelitian Putra dan Suyasa (2022) di mana diperoleh

pH 2.94 yang menunjukkan bersifat asam sehingga mampu membunuh mikroorganisme¹¹.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Chamida (2022) menunjukkan *eco enzyme* sebagai disinfektan dengan waktu kontak 30 menit menghasilkan penurunan jumlah kuman udara sebesar 32,66% pada kelompok kontrol, sementara pada kelompok perlakuan rata-rata penurunannya mencapai 9,25%¹². Penelitian sebelumnya menunjukkan penurunan jumlah kuman udara, sehingga diindikasikan *eco enzyme* mampu menurunkan angka kuman udara. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini terletak pada penggunaan variasi waktu kontak yaitu 1 jam dan penggunaan eko-enzim kulit nanas (*Ananas comosus*) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis L.*). Teori yang mendukung penelitian ini adalah *eco enzyme* dari kulit nanas (*Ananas comosus*) mengandung enzim bromelin, sedangkan kulit jeruk (*Citrus sinensis L.*) menghasilkan enzim asam askorbat oksidase, karena kedua bahan tersebut memiliki sifat antimikroba dan anti inflamasi¹³. Sehingga kedua bahan tersebut mampu menjadi alternatif disinfektan.

Uji efektivitas produk *multipurpose sanitizer* dengan *eco enzyme* berbahan dominan pepaya atau nanas menggunakan konsentrasi 25% memiliki keefektifan dalam membunuh mikroorganisme dengan penurunan sebesar 91%¹⁶. *Eco enzyme* memiliki sifat antibakteri dan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri terkait dengan kandungan asam asetatnya¹³. Mengacu pada penelitian sebelumnya telah menunjukkan *eco enzyme* mampu menjadi alternatif disinfektan alami untuk menurunkan angka kuman di udara. Namun, belum ada kajian yang secara langsung membandingkan pengaruh *eco enzyme* dari segi variasi bahan (kulit nanas dan kulit jeruk) di ruang tertutup seperti sekolah, serta penggunaan waktu kontak 1 jam yang lebih panjang daripada yang digunakan pada penelitian terdahulu yang rata-rata waktu kontak hanya 30 menit.

Penggunaan variasi bahan *eco enzyme* diharapkan dapat menjadi alternatif dalam mengatasi kebutuhan produk disinfektan yang ramah lingkungan dikalangan masyarakat. Sehingga atas dasar tersebut penelitian terkait "Pengaruh *Eco Enzyme* Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) dan Kulit Jeruk (*Citrus Sinesis L.*) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara" perlu dilakukan sebagai salah satu bentuk pengembangan dalam pengendalian kualitas udara dalam ruang. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh variasi *eco enzyme* serta menganalisis penggunaan *eco enzyme* sebagai alternatif disinfektan alami dalam pengendalian kualitas udara di ruang publik, seperti sekolah. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan masukan bagi instansi Kesehatan dalam pengendalian kualitas udara dalam ruang dengan menggunakan disinfektan alami serta sebagai penunjang bagi masyarakat dalam mengimplementasikan salah satu manfaat *eco enzyme* sebagai produk disinfektan alami yang ramah lingkungan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Eksperimen* dengan desain *Pre-Post Test Control Group*, di mana variasi bahan *eco enzyme* akan diuji. Penelitian berlangsung dari November 2023 hingga April 2024. Variabel independen dalam penelitian ini adalah dari kulit nanas (*Ananas comosus*) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis L.*). Variabel dependen yang diukur adalah jumlah kuman udara, sementara suhu dan kelembaban berperan sebagai variabel pengganggu.

Populasi dalam penelitian adalah angka kuman udara pada ruang kelas di SMA Negeri 12 Makassar. Pengambilan sampel menggunakan teknik *Purposive Sampling* yang dilakukan atas dasar pertimbangan karakteristik objek yang ditetapkan peneliti¹⁴. Ruang kelas yang menjadi objek yaitu ruang kelas XII MIPA 4, XII MIPA 5, dan XII MIPA 6 dengan Karakteristik objek pengambilan angka kuman udara memiliki karakteristik ruangan yang sama dengan luas 24 m², jumlah penghuni ruangan sama dengan setiap kelas memiliki jumlah penghuni sebanyak 35 orang, ruangan yang digunakan mewakili seluruh populasi ruangan serta ruangan dalam keadaan telah digunakan beraktivitas. Sampel dalam penelitian ini yakni angka kuman udara yang terhitung dalam media *plate count agar*. Ruang kelas lokasi objek pengambilan sampel angka kuman udara yaitu ruang kelas XII MIPA 4 dan XII MIPA 5 yang diberi perlakuan berupa *eco enzyme* dengan metode disinfeksi menggunakan spayer, sementara untuk ruangan yang menjadi kelompok kontrol dalam penelitian ini adalah ruangan XII MIPA 6.

Instrumen penelitian meliputi tahap persiapan ruangan dengan kondisi pintu dan jendela tertutup, kipas angin tidak dinyalakan, dan kondisi ruangan dalam keadaan normal tanpa adanya pembersihan khusus untuk menjaga keaslian lingkungan penelitian. Sampel angka kuman udara diambil di masing-masing ruang kelas (ruang perlakuan dan kontrol) sebelum aplikasi *eco enzyme*, menggunakan metode PCA. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan angka dasar jumlah kuman udara sebelum perlakuan. Pada ruang perlakuan, *eco enzyme* dari disemprotkan ke udara menggunakan sprayer dengan konsentrasi 25%. Aplikasi dilakukan secara merata di seluruh ruangan dengan waktu kontak selama 1 jam. Ruang kontrol tidak diberikan perlakuan apapun. Setelah waktu kontak 1 jam, sampel angka kuman udara kembali diambil dari semua ruangan (perlakuan dan kontrol) menggunakan metode yang sama. Hasil ini akan dibandingkan dengan angka kuman udara sebelum perlakuan.

Pengukuran angka kuman udara dilakukan menggunakan metode Plate Count Agar (PCA), di mana hasilnya dinyatakan dalam CFU/m³ (*Colony Forming Units per cubic meter*). Standar yang digunakan merujuk pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023, menunjukkan udara dalam ruang fasilitas umum dinyatakan memenuhi syarat jika angka

kuman udara <700 CFU/m³. Selain itu, suhu ruangan yang diukur berkisar antara 18°C hingga 30°C dan kelembapan tidak boleh melebihi 65%. Pengukuran ini penting untuk memastikan bahwa faktor lingkungan tidak mempengaruhi secara signifikan pertumbuhan kuman udara dalam ruang kelas yang diuji.

Data penelitian diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, kajian-kajian dari literatur berupa artikel ilmiah, dan buku yang relevan dengan penelitian. Data diolah secara manual dengan menggunakan komputerisasi. Analisis data menggunakan uji statistik berupa *Uji One Way ANOVA* menggunakan Program SPSS (*Statistical Program for Social Science*) versi 25, sementara Uji Post Hoc Tukey HSD digunakan untuk menganalisis perbedaan antar kelompok perlakuan secara lebih spesifik. Dasar pengambilan keputusan yaitu jika *p-value* > 0,05 maka dinyatakan tidak berpengaruh sedangkan jika *p-value* < 0,05 maka dinyatakan berpengaruh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan uji *eco enzyme* dalam penelitian ini menggunakan konsentrasi 25% dengan waktu kontak

setelah pengaplikasian selama 1 jam. *Eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH 2,36 sedangkan kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) memiliki pH 2,41 yang mengindikasikan bahwa variasi bahan *eco enzyme* yang digunakan memiliki karakterisasi asam. Uji organoleptik untuk pH *eco enzyme* yang baik adalah <4, di mana semakin asam pH maka semakin baik pula kualitas *eco enzyme* yang dihasilkan¹⁵. Pengambilan sampel kuman udara bertempat di ruang kelas yang berada di SMA Negeri 12 Makassar, Jl. Moha Lasuro 57, Antang, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Pada pelaksanaan pengambilan sampel kuman udara, dilakukan setelah proses belajar mengajar selesai, pintu tertutup, kipas angin tidak menyala, jendela yang tertutup oleh gordena, kondisi ruang kelas yang tidak terlalu bersih, tata letak meja dan bangku siswa yang tidak beraturan serta terdapat beberapa furnitur didalam ruang kelas yang terlihat berdebu. Sesuai dengan pelaksanaan penelitian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan Hasil *Eco Enzyme* Kulit Nanas (*Ananas Comosus*), Kulit Jeruk (*Citrus Sinesis L.*), dan Kelompok Kontrol Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara

No	Kelompok Perlakuan	Rerata Sebelum (CFU/m ³)	Rerata Setelah (CFU/m ³)	Penurunan	Persentase (%)
1	<i>Eco Enzyme</i> Nanas	214	107	107	50
2	<i>Eco Enzyme</i> Jeruk	216	144	72	33,33

No	Kelompok Perlakuan	Rerata Sebelum (CFU/m ³)	Rerata Setelah (CFU/m ³)	Peningkatan	Persentase (%)
1	Kontrol	218	233	15	6,88

Tabel 2. Hasil Uji *One-Way* Anova

Hasil Perlakuan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	<i>p-value</i>
Between Group	38642,667	5	7728,533	10,632	0,001
Within Group	8723,333	12	726,944		
Total	47366,000	17			

Tabel 3. Hasil Uji *Post Hoc* Tukey HSD

Kelompok Perlakuan	Mean Difference	<i>p-value</i>	
Pre <i>Eco Enzyme</i> Nanas	Post <i>Eco Enzyme</i> Nanas	106,667*	0,004
Pre <i>Eco Enzyme</i> Jeruk	Post <i>Eco Enzyme</i> Jeruk	72,333	0,057
Pre Kontrol	Post Kontrol	-15,000	0,981

Tabel 4. Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruangan

No	Kelompok Perlakuan	Rerata Pengukuran Suhu	Rerata Pengukuran Kelembaban
1	Ruang 1 (Nanas)	26,6 °c	81,3%
2	Ruang 2 (Jeruk)	29,6 °c	79%
3	Ruang 3 (Kontrol)	26,6 °c	82,6%

Hasil penelitian (tabel 1) menunjukkan perbandingan angka kuman udara pada setiap replikasi diperoleh penurunan *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) sebanyak 107 CFU/m³, kulit jeruk (*Citrus*

Sinesis L.) sebanyak 72 CFU/m³ dan kelompok kontrol dalam penelitian ini mengalami peningkatan sebanyak 15 CFU/m³.

Hasil uji *One-Way Anova* (tabel 2) menunjukkan *p-value* sebesar 0,001 < 0,05 sehingga dinyatakan rerata kelompok perlakuan dalam penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan.

Hasil uji *Post Hoc Tukey HSD* (tabel 3) dalam penelitian ini menunjukkan variasi *eco enzyme* nanas (*Ananas Comosus*) menunjukkan *p value* 0,004 < 0,05, kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) menunjukkan *p value* 0,0057 > 0,05, dan kelompok kontrol menunjukkan *p-value* 0,981 > 0,05.

Hasil pengukuran (tabel 4) diperoleh rerata suhu pada setiap ruangan yaitu pada ruangan 1 dengan rerata suhu 26,6°C, ruangan 2 dengan rerata suhu 29,6°C, dan ruangan 3 dengan rerata suhu 26,6°C. Sedangkan hasil rata-rata pengukuran kelambaban diperoleh rata-rata pada ruangan 1 sebesar 81,3%, ruangan 2 sebesar 79%, dan ruangan 3 sebesar 82,6%.

Pengaruh Eco Enzyme Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara

Tabel 1 menunjukkan angka kuman udara dengan menggunakan variasi bahan *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) menunjukkan penurunan sebanyak 107 CFU/m³ dengan persentase penurunan sebesar 50%. Hasil penelitian yang diperoleh sejalan dengan penelitian Mavani *et al.*, (2020) di mana dalam penelitiannya membuktikan *eco enzyme* variasi kulit pepaya dan kulit nanas dengan konsentrasi 50% sebagai alternatif pengganti NaOCl dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme *Enterococcus faecalis*¹³, *eco enzyme* dengan bahan utama dari kulit nanas (*Ananas Comosus*) dalam penelitian ini juga terbukti memiliki pengaruh terhadap penurunan jumlah kuman udara, seperti yang terlihat dari hasil penelitian ini.

Penelitian Imelda *et al.*, (2021) mengenai uji efektivitas antimikroba produk *multipurpose sanitizer* dengan perlakuan *eco enzyme* berbahan dominan pepaya atau nanas dengan konsentrasi 25% memiliki keefektifan membunuh mikroorganisme dengan penurunan sebesar 91%¹⁶. Diperoleh kesamaan yang sejalan dengan hasil dalam penelitian ini yaitu ada pengaruh *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) dengan konsentrasi 25%. Meski terdapat perbedaan persentase penurunan angka kuman udara yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian sebelumnya tetapi ditinjau dari segi pengaruh bahan yang digunakan mengindikasikan bahwa bahan tersebut memiliki pengaruh terhadap penurunan angka kuman udara¹⁶. Bahan dominan pepaya atau nanas memiliki senyawa yang memiliki peran dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme yaitu senyawa fenolik dan polifenol sehingga memiliki efek sinergis dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sehingga bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan *eco enzyme*.

Senyawa fenolik yang terkandung dalam *eco enzyme* bersifat bakterisida. Senyawa ini berinteraksi dengan dinding sel mikroorganisme, menyebabkan denaturasi protein, yang kemudian memicu perubahan struktur sel dan peningkatan permeabilitas sel, sehingga menghambat pertumbuhan dan merusak sel. Sementara *eco enzyme* dengan variasi bahan dominan kulit nanas (*Ananas Comosus*) juga memiliki kandungan enzim bromelin, menurut Caesarita (2011) enzim bromelain, yang terdapat dalam nanas, memiliki sifat antibakteri yang berperan penting dalam buah tersebut¹⁷. Studi menunjukkan ekstrak nanas pada konsentrasi 100% efektif dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Bromelain bertindak memecah

salah satu protein pada membran bakteri *Staphylococcus aureus*, menghambat pertumbuhannya dan pada akhirnya menyebabkan kematian bakteri tersebut.

Enzim bromelain memiliki sifat katalitik yang memungkinkan menguraikan protein dengan berat molekul yang jauh lebih besar. Konsentrasi enzim bromelain dalam kulit nanas berkisar antara 0,05 hingga 0,08%. Protein merupakan salah satu komponen penting dalam struktur membran sel bakteri. Sehingga kemampuan bromelain dalam memecah protein ini dapat menghentikan pertumbuhan mikroorganisme. Efektivitas enzim bromelin dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme didukung oleh teori Wibowo *et al.*, (2021) yang mengemukakan bahwa enzim bromelain menguraikan protein menjadi komponen asam amino melalui proses hidrolisis, bromelain memungkinkan konversi molekul besar menjadi molekul yang lebih kecil ketika bereaksi dengan air¹⁸. Sehingga dapat diindikasikan *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) dengan konsentrasi 25% dan waktu kontak 1 jam dengan persentase penurunan sebesar 50% menunjukkan ada pengaruh *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) terhadap penurunan angka kuman udara di mana masih memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Kualitas Udara Dalam Ruang Tempat Fasilitas Umum < 700 CFU/m³¹⁹.

Pengaruh Eco Enzyme Kulit Jeruk (*Citrus Sinesis L.*) Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan *eco enzyme* dari kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) konsentrasi 25% menghasilkan penurunan angka kuman udara sebanyak 72 CFU/m³, dengan penurunan sebesar 33,33%. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ana *et al.*, (2018), yang menyatakan bahwa kulit jeruk memiliki sifat antioksidan dan mengandung senyawa fenolik, sehingga efektif dalam membunuh mikroorganisme. Teori yang mendukung dalam penelitian ini terdapat dalam penelitian Mavani *et al.*, (2020) yang mengklaim bahwa *eco enzyme* yang berasal dari kulit nanas dan jeruk memiliki sifat antibakteri dan anti-inflamasi¹³.

Kandungan *eco enzyme* dominan kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) yaitu enzim *Ascorbic Acid Oxidase*. Enzim tersebut termasuk turunan vitamin C yang umum ditemukan dan terkandung dalam buah jeruk yang mampu mengkatalisis berbagai proses kimia. *Eco enzyme* yang berasal dari kulit buah-buahan seperti jeruk, nanas, dan buah-buahan lain memiliki berbagai aktivitas enzim seperti lipase, tripsin, amilase, serta oksidase asam askorbat²⁰. Enzim-enzim ini berperan dalam merusak dinding sel bakteri dan mengatur metabolisme sel, sehingga mengakibatkan kematian atau penurunan kelangsungan hidup bakteri.

Teori sekaitan dengan kinerja enzim dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme menurut Suryani dan Taufiqurrahman (2021) enzim memiliki

selektivitas dan spesifitas dalam mengkatalisasi²¹. Sejalan dengan penelitian Mavani *et al.*, (2020) juga mengemukakan bahwa *eco enzyme* memiliki sifat antibakteri dan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri terkait dengan kandungan asam asetatnya. Sementara itu, tekanan osmotik yang tinggi mengakibatkan air masuk ke dalam sel melalui proses yang disebut osmosis sel. Sehingga *eco enzyme* kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) dengan konsentrasi 25% dan waktu kontak 1 jam dengan persentase penurunan sebesar 33,33% memenuhi kriteria objektif dalam penelitian ini di mana hasil yang diperoleh masih memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Kualitas Udara Dalam Ruang Tempat Fasilitas Umum < 700 CFU/m³¹⁹.

Kecenderungan penurunan angka kuman udara setelah dilakukan perlakuan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pencahayaan dan aktivitas penghuni dapat menjadi faktor dalam pertumbuhan mikroorganisme dalam ruangan²². Hal ini dikarenakan pencahayaan langsung dari sinar matahari dapat menyebabkan kematian pada bakteri, serta aktivitas penghuni juga berpotensi dalam pertumbuhan bakteri. Sedangkan kecenderungan angka kuman udara yang diperoleh dalam kelompok kontrol mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan tidak dilakukannya perlakuan berupa disinfeksi pada ruangan serta karakteristik ruangan yang juga berpotensi menjadi faktor yang menyebabkan mikroorganisme pada kelompok kontrol mengalami peningkatan. Faktor suhu, kelembaban, cahaya matahari dan sirkulasi udara melalui ventilasi dalam ruang juga menjadi faktor yang menyebabkan peningkatan angka kuman udara pada kelompok kontrol. Ditinjau dari kondisi ruangan, sinar matahari tidak memancar masuk kedalam ruangan karena tertutupi oleh gorden sehingga kurang dalam mengurangi kelembapan di dalam ruangan yang memicu mikroorganisme berkembangbiak. Sementara ventilasi pada ruangan tersebut jarang dibuka sehingga sirkulasi udara dalam ruangan tidak bersirkulasi dengan baik. Hal inilah yang menyebabkan adanya kipas angin yang berfungsi sebagai ventilasi buatan untuk membantu sirkulasi udara dalam ruangan. Akan tetapi, kebersihan kipas angin yang tidak rutin dibersihkan juga berkontribusi terhadap mikroorganisme udara dalam ruangan. Selain faktor tersebut, keberadaan *furniture* atau barang-barang yang berada didalam kelas juga memicu peningkatan angka kuman udara pada kelompok kontrol, di mana mikroorganisme yang menempel pada barang tersebut dibawa oleh udara yang bersirkulasi didalam ruangan, terlebih lagi apabila barang-barang yang berada didalam ruangan tidak rutin dibersihkan, khususnya barang-barang yang sulit dijangkau untuk dilakukan pembersihan.

Hasil uji one-way ANOVA diperoleh *p-value* sebesar 0,0001 < 0,05 yang menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap penurunan angka kuman di udara antara kelompok perlakuan. Sedangkan uji Post Hoc Tukey HSD ditunjukkan pada Tabel 3, *p-value*

sebesar 0,004 < 0,05 menunjukkan *eco enzyme* dari kulit nanas (*Ananas comosus*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan angka kuman di udara. Sedangkan perlakuan dengan ekoenzim dari kulit jeruk (*Citrus sinensis L.*) menunjukkan *p-value* 0,057 > 0,05 yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penurunan angka kuman di udara. Kelompok kontrol memiliki *p-value* 0,981 > 0,05, menunjukkan tidak ada pengaruh terhadap penurunan angka kuman udara. Berdasarkan analisis tersebut menunjukkan eksoenzim dari kulit nanas (*Ananas comosus*) lebih efektif dalam menurunkan angka kuman udara dibandingkan dengan kulit jeruk (*Citrus sinensis L.* Obbeck) dan kelompok kontrol.

Selain faktor kimia, faktor lingkungan juga turut berpengaruh terhadap penurunan angka kuman dalam penelitian ini yaitu suhu dan kelembaban. Berdasarkan Suhu yang diperoleh tersebut memenuhi persyaratan bila suhu ruang untuk tempat umum yaitu 18-30°C¹⁹. Berdasarkan hasil pengukuran suhu dalam penelitian menunjukkan bahwa suhu yang diperoleh termasuk kategori suhu optimum dalam pertumbuhan mikroorganisme. Korelasi antara suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme disebabkan suhu ruangan menaikkan suhu air sehingga mempercepat proses penguapan air dan terjadi peningkatan partikel air yang memindahkan sel-sel kecil seperti debu dipermukaan, sedangkan bakteri bias terbawa oleh angin bersama debu. Sejalan dengan penelitian Datau *et al.*, (2020) menjelaskan suhu yang melebihi standar kesehatan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme²³. Meninjau hasil pengukuran suhu dapat diindikasikan fakta di lapangan menunjukkan angka kuman udara termasuk ke dalam kategori mikroorganisme mesofilik yang memiliki suhu pertumbuhan optimum berkisar 20-45°C.

Jenis mikroorganisme mesofilik yang mampu menimbulkan dampak bagi kesehatan yaitu *Streptococcus pneumoniae* yang mampu menyebabkan penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dan *Mycobacterium tuberculosis* penyebab penyakit TBC (*Tuberculosis*). Korelasi antara mikroorganisme udara dalam ruangan dan suhu, dipengaruhi oleh pertumbuhan, reproduksi, dan kelangsungan hidup mikroorganisme. Suhu di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh fasilitas sirkulasi udara serta waktu pengukuran, seperti pengukuran siang hari yang mencerminkan suhu yang berbeda pada pagi atau malam hari.

Kelembaban udara termasuk faktor yang berperan dalam pertumbuhan mikroorganisme. Secara teoritis, mikroorganisme hidup pada kelembaban berkisar sekitar 55%-65% dan bertahan dalam bentuk aerosol (bioaerosol). Sejalan dengan penelitian Hou *et al.*, (2021) menjelaskan lingkungan dalam ruangan dengan kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan keberadaan jamur dan mikroorganisme yang lebih tinggi dalam ruangan tersebut²⁴. Teori yang mendukung hasil pengukuran kelembaban dalam penelitian ini menurut Kurniawan (2019) kelembaban

mampu mempercepat pertumbuhan jamur dan penggumpalan debu sedangkan ketika kelembapan relatif melebihi 60%²⁵, keberlangsungan hidup mikroorganisme di area permukaan meningkat dan dapat menyebabkan penyakit pernapasan seperti asma. Dengan demikian, berdasarkan hasil pengukuran kelembapan yang diperoleh dalam penelitian ini diketahui mendukung pertumbuhan mikroorganisme dalam ruangan pada saat dilakukan uji terhadap kedua variasi bahan *eco enzyme* yang diaplikasikan. Dengan adanya penurunan angka kuman udara yang diperoleh dalam penelitian ini terhadap uji variasi bahan *eco enzyme* menunjukkan bahwa kedua variasi bahan tersebut memiliki pengaruh dalam menurunkan mikroorganisme dalam ruangan sehingga variasi bahan yang tergolong bahan alami atau organik tersebut dapat dijadikan bahan alternatif disinfektan alami yang memiliki potensi dalam mengendalikan kualitas mikroorganisme dalam ruangan.

Berdasarkan temuan penelitian, peneliti berpendapat bahwa *eco enzyme* yang terbuat dari kulit nanas (*Ananas Comosus*) dan kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*) menunjukkan potensi signifikan menjadi alternatif disinfektan alami. Penggunaan bahan-bahan alami ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga menawarkan alternatif yang efektif dan ekonomis untuk disinfektan kimia sintetis yang umumnya digunakan. Temuan ini menyoroti penerapan *eco enzyme* dalam skala lebih luas, sebagai bagian dari upaya menjaga kualitas udara dan mengurangi risiko infeksi akibat mikroorganisme patogen. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan formulasi dan aplikasi *eco enzyme* ini agar dapat mencapai efektivitas maksimal dalam berbagai kondisi lingkungan.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan: 1) Ada pengaruh *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) terhadap penurunan angka kuman udara dengan *p value* 0,004 < 0,05, 2) Tidak ada pengaruh *eco enzyme* kulit jeruk (*Citrus Sinesis L. Obbeck*) terhadap penurunan angka kuman udara dengan *p value* 0,057 > 0,05, 3) *Eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) merupakan variasi bahan disinfektan alami yang lebih berpengaruh terhadap penurunan angka kuman udara dibandingkan kulit jeruk (*Citrus Sinesis L.*). Pengelola sekolah direkomendasikan menggunakan *eco enzyme*, khususnya *eco enzyme* kulit nanas (*Ananas Comosus*) sebagai alternatif disinfektan guna meminimalisasi angka kuman udara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ramadhoni S. Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan di Kawasan Permukiman Kota Surabaya [Internet]. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel; 2023. Available from: <http://digilib.uinsa.ac.id/64487/>
2. Bahri B, Raharjo M, Suhartono S. Dampak Polusi

- Udara Dalam Ruangan Pada Kejadian Kasus Pneumonia: Sebuah Review. Jurnal Link. 2021;17(2):99–104.
<https://doi.org/10.31983/link.v17i2.6833>
3. Rokom. Polusi Udara Sebabkan Angka Penyakit Respirasi Tinggi [Internet]. 2023. Available from: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20230404/2642721/polusi-udara-sebabkan-angka-penyakit-respirasi-tinggi/>
 4. Humas. Peningkatan Polusi Udara di Indonesia : Perspektif Ekonomi Berdasarkan Teori Freakonomics [Internet]. 2023. Available from: <https://setkab.go.id/peningkatan-polusi-udara-di-indonesia-perspektif-ekonomi-berdasarkan-teori-freakonomics/>
 5. Amoatey P, Omidvarborna H, Baawain MS, Al-Mamun A. Indoor air pollution and exposure assessment of the gulf cooperation council countries: A critical review. Environ Int. 2018;121(September):491–506.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.043>
 6. Putri E, Hedy S, Purnama CI, Studi P, Interior D, Petra UK. Studi Kualitas Udara Dalam Ruang (Indoor Air Quality) ada Ruang Kelas Sekolah Bangunan Cagar Budaya di Surabaya. Dimens Inter [Internet]. 2016;14(2):65–71. DOI : <https://doi.org/10.9744/interior.14.2.57-64>
 7. Cahyono T. Penyehatan Udara [Internet]. Risanto E, editor. Yogyakarta: Penerbit ANDI; 2017. 3–4 p. Available from: <https://books.google.co.id/books?id=dCpLDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>
 8. Alkadri SPA, Asmara KD. Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Hand sanitizer dan Desinfektan Pada Masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga Dalam Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Tangguh Covid-19 Berbasis Eco-Community. J Bul Al-Ribaath [Internet]. 2020;17(2):98.
<https://doi.org/10.29406/br.v17i2.2387>
 9. Pratono DD. Cegah Penyebaran Covid-19, Gedung Kejati Bali Disemprot Eco Enzyme [Internet]. Bali; 2021. Available from: <https://radarbali.jawapos.com/bali/70851176/cegah-penyebaran-covid19-gedung-kejati-bali-disemprot-eco-enzyme>
 10. Prokopim. Kabupaten Klaten Kembali Catatkan Rekor Muri Dengan Penyemprotan Eco Enzyme Menggunakan 60.000 Sprayer ke Udara Serentak [Internet]. Klaten; 2022. Available from: <https://prokopim.klaten.go.id/kabupaten-klaten-kembali-catatkan-rekor-muri-dengan-penyemprotan-eco-enzyme-menggunakan-60000-sprayer-ke-udara-serentak>
 11. Putra IGNBSD, Suyasa ING. Perbedaan Kualitas Cairan Eco Enzyme Berbahan Dasar Kulit Jeruk, Kulit Mangga Dan Kulit Apel. J Skala Husada J Heal. 2022;19(1):1–4.
<https://doi.org/10.33992/jsh:tjoh.v19i1.1847>

12. Chamida IF. Efektivitas Eco Enzyme Dalam Menurunkan Angka Kuman Udara di Ruang Kuliah Kampus 7 Poltekkes Kemenkes Makassar. Poltekkes Kemenkes Semarang; 2022.
13. Mavani HAK, Tew IM, Wong L, Yew HZ, Mahyuddin A, Ghazali RA, et al. Antimicrobial efficacy of fruit peels eco-enzyme against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145107>
14. Haidah N. Metodologi Penelitian. Poltekkes Kemenkes Makassar; 2021. 41–59 p.
15. Rusdianasari, Syakdani A, Zaman M, Sari FF, Nasyta NP, Amalia R. Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *Int J Res Vocat Stud [Internet]*. 2021;1(3):01–7. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v1i3.53>
16. Imelda D, Lubena L, Satriawan BD, Brilianti A. Formulasi Bahan Aktif Antimikroba Alami Dari Larutan Eco-Enzyme Limbah Kulit Buah Dalam Pembuatan Multipurpose Sanitizer. *Pros Semin Nas Univ Pgrri Palangka Raya [Internet]*. 2022;1:106–13. <https://doi.org/10.54683/puppr.v1i0.14>
17. Caesarita DP. Pengaruh Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus*) 100 % Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dari Pioderma. *Univ Diponegoro [Internet]*. 2011;1–10. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ina.12810>
18. Wibowo RSA, Yuliatmo R, Maryati T, Pahlawan I. *Enzym E for Leather*. Yogyakarta: PT Sepadan Putra Mandiri; 2021. 48–49 p.
19. Kemenkes RI. Permenkes No. 2 Tahun 2023. *Kemenkes Republik Indonesia*. 2023;(55):1–175.
20. Silaban S, Simamora P. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Amilase dari Sampel Air Tawar Danau Toba. *EduChemia (Jurnal Kim dan Pendidikan)*. 2018;3(2):222. <https://doi.org/10.30870/educemia.v3i2.3438>
21. Suryani Y, Taupiqurrahman O. Mikrobiologi Dasar. LP2M UIN SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG. LP2M UIN SGD Bandung Gedung; 2021. 54–56 p.
22. Fatma F, Ramadhani R. Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Berdasarkan Hari Dalam Ruangan Di Puskesmas Guguk Panjang. *Hum Care J [Internet]*. 2020;5(3):777. DOI: <https://doi.org/10.32883/hcj.v5i3.828>
23. Datau SY, Irwan D, Lalu N ayini S. Gambaran Kualitas Fisik Udara dan Identifikasi Jamur Udara. *J Heal Sci [Internet]*. 2020;4(2):68–75. <https://doi.org/10.35971/gojhes.v4i2.7735>
24. Hou J, Sun Y, Dai X, Liu J, Shen X, Tan H, et al. Associations of indoor carbon dioxide concentrations, air temperature and humidity with perceived air quality and sick building syndrome symptoms in Chinese homes. *J Indoor Ai*. 2021;1–15. <https://doi.org/10.1111/ina.12810>
25. Kurniawan A. *Dasar-Dasar Analisis Kualitas Lingkungan [Internet]*. Malang: Penerbit Wineka Media; 2019. 1–262 p. Available from: <https://fik.um.ac.id/wp-content/uploads/2020/10/12.-DASAR-DASAR-ANALISIS-KUALITAS-LINGKUNGAN.pdf>.



©2024. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.