

Uji Pengaruh Eco Enzyme sebagai Alternatif Alami Pengendalian Kualitas Bakteriologis Udara dalam Ruang

Nurfitriani Azizah^{1a*}, Zaenab¹, Rafidah¹, Muhammad Syukur Abdullah Jufri¹

¹ Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Makassar, Indonesia

^a nurfitrianiazizah00@gmail.com*

*Corresponding author

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Sejarah artikel: Tanggal diterima: 26 Desember 2024 Tanggal revisi: 29 Desember 2024 Diterima: 01 January 2025 Diterbitkan: 03 January 2025</p> <p>Kata Kunci : <i>Eco Enzym</i> Kuman Udara Udara dalam Ruang</p>	<p><i>Air Quality Life Index (AQLI)</i> yang diterbitkan oleh <i>Energy Policy Institute, University of Chicago (EPIC)</i> yang mengemukakan bahwa rata-rata orang Indonesia diperkirakan dapat kehilangan 2,5 tahun dari usia harapan hidupnya akibat kualitas udara yang tidak memenuhi standar baku mutu. Jika pengguna ruangan menghabiskan waktu lebih dari 8 jam setiap hari di ruangan dengan udara yang tidak sehat, hal ini dapat mempengaruhi secara negatif terhadap kesehatan, kinerja, dan produktivitas sehingga untuk mengontrol kualitas mikrobiologis di dalam ruangan, disarankan untuk melakukan disinfeksi menggunakan disinfektan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh variasi konsentrasi <i>eco enzyme</i> dalam menurunkan angka kuman udara. Desain penelitian <i>Quasy Eksperimen</i> berupa <i>Pre-Post Test Control Group Design</i>. Lokasi penelitian yaitu untuk pengambilan sampel di ruang kelas SMA Negeri 12 Kota Makassar dan pemeriksaan sampel di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Kesehatan Lingkungan. Populasi dalam penelitian adalah angka kuman udara pada ruang kelas di SMA Negeri 12 Kota Makassar. Sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik random berupa simple random sampling. Data dianalisis dengan menggunakan uji <i>One Way Anova</i>. Hasil uji <i>One Way Anova</i> terhadap <i>eco enzyme</i> konsentrasi 25%, 50%, dan 75% menunjukkan adanya perbedaan signifikan terhadap variasi konsentrasi <i>eco enzyme</i>. Konsentrasi 75% lebih berpengaruh dalam menurunkan angka kuman udara dengan <i>p value</i> $0,001 < 0,05$. Disarankan masyarakat dapat menggunakan <i>eco enzyme</i> sebagai alternatif disinfektan ramah lingkungan dalam mengendalikan kualitas udara dalam ruang.</p>

Copyright (c) 2022 Care Journal

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Udara merupakan unsur yang penting dalam kehidupan makhluk hidup, khususnya manusia. *United States Environmental Protection Agency (USEPA)* (2020) dalam Ramadhoni S (2023) mengemukakan bahwa paparan terhadap pencemaran udara di dalam ruangan memberikan kontribusi 2-5 kali lebih besar, bahkan 100 kali lebih besar jika dibandingkan dengan pencemaran udara di luar ruangan. Bahri *et al.*, (2021) mengemukakan secara global polusi udara dalam ruang telah menyebabkan stroke (34%), penyakit jantung (26%), penyakit paru obstruktif kronik (22%), pneumonia (12%), dan kanker paru-paru (6%). Menurut laporan *Global Burden of Diseases and Injuries Collaborators* 2019, penyakit yang menyumbang kematian tertinggi meliputi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), pneumonia, kanker paru, tuberkulosis, dan asma. 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 kematian (Rokom, 2023).

Sepuluh penyakit dengan jumlah kasus tertinggi per 100.000 penduduk di Indonesia menunjukkan empat di antaranya merupakan penyakit pernapasan. Seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) mencatat 145 kejadian dengan 78,3 ribu kematian, kanker paru dengan 18 kejadian dan 28,6 ribu kematian, pneumonia dengan 5.900 kejadian dan 52,5 ribu kematian, dan asma dengan 504 kejadian dan 27,6 ribu kematian (Rokom, 2023). Data tersebut didukung oleh laporan *Air Quality Life Index* (AQLI) yang diterbitkan oleh *Energy Policy Institute, University of Chicago* (EPIC) yang mengemukakan bahwa rata-rata orang Indonesia diperkirakan dapat kehilangan 2,5 tahun dari usia harapan hidupnya akibat kualitas udara yang tidak memenuhi standar baku mutu yang diperuntukkan (Humas, 2023).

Pengaruh kondisi udara di dalam ruangan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan dan kesehatan penghuni, khususnya di tempat umum seperti sekolah. Jika pengguna ruangan menghabiskan waktu lebih dari 8 jam setiap hari di ruangan dengan udara yang tidak sehat, hal ini dapat mempengaruhi secara negatif terhadap kesehatan, kinerja, dan produktivitas mereka (Windi et al, 2015). Menurut penelitian Ramadhoni S (2023), proses belajar mengajar berlangsung sekitar 8-10 jam per hari, memerlukan adaptasi interior untuk menyesuaikan dengan perubahan kebutuhan dan lingkungan sekitar bangunan, sehingga berpotensi meningkatkan pencemaran dalam ruangan, termasuk yang berasal dari mikroorganisme. Cahyono T (2017) menyatakan faktor seperti suhu, kelembapan, dan penggunaan disinfektan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme di udara. 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 yang digunakan sebagai disinfektan alami yaitu *eco enzyme* (Eco-Enzyme, 2021). *Eco enzyme* sebagai disinfektan telah digunakan pegiat lingkungan di Buleleng dengan menyemprotkan cairan *eco enzyme* ke udara sebagai salah satu alternatif mencegah penyebaran covid-19 (Radar Bali, 2021). Penggunaan *eco enzyme* sebagai disinfektan juga dimanfaatkan masyarakat Kabupaten Klaten melalui kegiatan penyemprotan serentak untuk meminimalisir polutan pencemar udara (Prokopim, 2022).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan Chamida IF (2022) tentang Efektivitas Eco Enzyme Dalam Mengurangi Jumlah Kuman Udara Di Ruang Kuliah Kampus 7 Poltekkes Kemenkes Semarang, penggunaan *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%. Penelitian tersebut menunjukkan penurunan angka kuman udara sehingga diindikasikan *eco enzyme* mampu untuk menurunkan angka kuman udara. Sementara penelitian lain yang telah dilakukan oleh Imelda D, Lubena L, Satriawan BD (2022) mengenai uji efektivitas antimikroba pada produk *multipurpose sanitizer* dengan perlakuan *eco enzyme* berbahan dominan pepaya atau nanas menggunakan konsentrasi 25% memiliki keefektifan dalam membunuh mikroorganisme dengan persentase penurunan sebesar 91%. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah peneliti menggunakan konsentrasi yang berbeda-beda dalam pengaplikasian *eco enzyme*, di mana konsentrasi yang digunakan yaitu konsentrasi 25%, 50% dan 75%. Penggunaan variasi konsentrasi *eco enzyme* diharapkan dapat diketahui konsentrasi yang berpengaruh terhadap pengendalian angka kuman udara sehingga mampu mengatasi kebutuhan produk disinfektan yang ramah lingkungan dikalangan masyarakat. Sehingga atas dasar tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Uji Pengaruh Variasi Konsentrasi *Eco Enzyme* Dalam Menurunkan Angka Kuman Udara".

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini adalah penelitian *Quasy Eksperimen* berupa *Pre-Post Test Control Group Design*. Lokasi penelitian yaitu untuk pengambilan sampel di ruang kelas SMA Negeri 12 Kota Makassar dan pemeriksaan sampel di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan

Kesehatan Lingkungan. Populasi dalam penelitian adalah angka kuman udara pada ruang kelas di SMA Negeri 12 Kota Makassar. Sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik random berupa simple random sampling. Variabel dalam penelitian terdiri dari variabel independent yaitu variasi konsentrasi *eco enzyme* diantaranya 25%, 50%, dan 75%, variabel dependen yaitu angka kuman udara dalam ruang kelas, variabel pengganggu yaitu suhu dan kelembapan. Data diolah dengan komputer dan disajikan dalam bentuk tabel. Analisis data dalam penelitian ini akan dianalisis secara univariat yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik lalu dinarasikan serta akan dianalisis secara bivariat dengan menggunakan *Uji One Way ANOVA* dengan dasar pengambilan keputusan yaitu jika *p value* > 0,05 maka dinyatakan tidak berpengaruh sedangkan jika *p value* < 0,05 maka dinyatakan berpengaruh.

HASIL DAN DISKUSI

Pelaksanaan uji pengaruh variasi dan waktu kontak *eco enzyme* dalam penelitian ini menggunakan variasi bahan kulit nenas dan kulit jeruk dengan masing-masing bahan menggunakan konsentrasi 25%, 50% dan 75% dengan waktu kontak setelah pengaplikasian selama 1 jam. Pengambilan sampel kuman udara dalam penelitian ini bertempat di ruang kelas yang berada di SMA Negeri 12 Makassar, Jl. Moha Lasuro 57, Antang, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Sesuai dengan pelaksanaan penelitian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Angka Kuman Udara Terhadap Konsentrasi 25% *Eco Enzyme*

No	Kelompok Perlakuan (Replikasi)	Hasil Pemeriksaan (CFU/m ³)	
		Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan
1	R1	512	471
2	R2	483	358
3	R3	471	231
4	R4	542	437
5	R5	536	369
6	R6	491	324
Jumlah		3.035	2.190
Rerata		506	365

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 1 menunjukkan pengaruh *eco enzyme* konsentrasi 25% dengan rerata sebelum perlakuan sebanyak 506 CFU/m³ sedangkan setelah perlakuan sebanyak 365 CFU/m³.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Angka Kuman Udara Terhadap Konsentrasi 50% *Eco Enzyme*

No	Kelompok Perlakuan (Replikasi)	Hasil Pemeriksaan (CFU/m ³)	
		Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan
1	R1	631	439
2	R2	662	528
3	R3	567	327
4	R4	538	215
5	R5	421	199
6	R6	601	368
Jumlah		3.420	2.076
Rerata		570	346

Tabel 2 menunjukkan pengaruh *eco enzyme* konsentrasi 50% dengan rerata sebelum perlakuan sebanyak 570 CFU/m³ sedangkan setelah perlakuan sebanyak 346 CFU/m³.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Angka Kuman Udara Terhadap Konsentrasi 75% *Eco Enzyme*

No	Kelompok Perlakuan (Replikasi)	Hasil Pemeriksaan (CFU/m ³)	
		Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan
1	R1	692	316
2	R2	671	409
3	R3	712	417
4	R4	698	293
5	R5	437	112
6	R6	307	138
Jumlah		3.517	1.685
Rerata		586	281

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 3 menunjukkan pengaruh *eco enzyme* konsentrasi 75% dengan rerata sebelum perlakuan sebanyak 586 CFU/m³ sedangkan setelah perlakuan sebanyak 281 CFU/m³.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Angka Kuman Udara Terhadap Kontrol

No	Kelompok Perlakuan (Replikasi)	Hasil Pemeriksaan (CFU/m ³)	
		Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan
1	R1	691	705
2	R2	703	719
3	R3	689	739
4	R4	712	787
5	R5	729	741
6	R6	731	786
Jumlah		4.255	4.477
Rerata		709	746

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 4 menunjukkan kelompok kontrol dengan rerata sebelum perlakuan sebanyak 709 CFU/m³ sedangkan setelah perlakuan sebanyak 746 CFU/m³.

Tabel 5. Perbandingan Angka Kuman Udara Terhadap Kelompok Perlakuan

No	Kelompok Perlakuan	Rerata Sebelum (CFU/m ³)	Rerata Setelah (CFU/m ³)	Penurunan	Persentase (%)
1	<i>Eco Enzyme</i> Konsentrasi 25%	506	365	141	72,13
2	<i>Eco Enzyme</i> Konsentrasi 50%	570	346	224	60,70
	<i>Eco Enzyme</i> Konsentrasi 75%	586	281	305	47,95
	Kelompok Perlakuan	Rerata Sebelum	Rerata Setelah	Peningkatan	Persentase (%)

		(CFU/m ³)	(CFU/m ³)		
1	Kontrol	709	746	37	5,21

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 5 menunjukkan perbandingan angka kuman udara pada setiap kelompok perlakuan diperoleh *eco enzyme* konsentrasi 25% sebesar 72,13%, konsentrasi 50% sebesar 60,70%, konsentrasi 75% sebesar 47,95%, dan kelompok kontrol sebesar 5,21%.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Suhu Ruang Kelas

No	Kelompok Perlakuan	Hasil Pengukuran						Rerata
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
1	Ruang 1 (Konsentrasi 25%)	27 °c	27 °c	26 °c	28 °c	26 °c	28 °c	27 °c
2	Ruang 2 (Konsentrasi 50%)	31 °c	29 °c	29 °c	29 °c	26 °c	28 °c	28,6°c
3	Ruang 3 (Konsentrasi 75%)	26 °c	26 °c	28 °c	26 °c	28 °c	27 °c	26,8 °c
4	Ruang 4 (Kontrol)	28 °c	25 °c	28 °c	28 °c	27 °c	29 °c	27,5 °c

Sumber: *Data Primer, 2024*

Tabel 6 menunjukkan bahwa rerata suhu ruangan pada perlakuan dalam penelitian ini yaitu pada ruangan 1 dengan rerata 27 °c, ruangan 2 dengan rerata 28,6 °c, ruangan 3 dengan rerata 26,8°c dan ruangan 4 dengan rerata 27,5 °c.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kelembapan Ruang Kelas

No	Kelompok Perlakuan	Hasil Pengukuran						Rerata
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
1	Ruang 1 (Konsentrasi 25%)	80%	82%	79%	76%	80%	73%	78,3%
2	Ruang 2 (Konsentrasi 50%)	75%	80%	79%	72%	70%	65%	73,5%
3	Ruang 3 (Konsentrasi 75%)	69%	74%	79%	68%	80%	69%	73,1%
4	Ruang 4 (Kontrol)	83%	80%	80%	82%	82%	79%	81%

Sumber: *Data Primer, 2024*

Tabel 7 menunjukkan bahwa rerata kelembapan ruangan pada perlakuan dalam penelitian ini yaitu pada ruangan 1 dengan rerata 78,3%, ruangan 2 dengan rerata 73,5%, ruangan 3 dengan rerata 73,1%, dan ruangan 4 dengan rerata 81%.

Tabel 8. Hasil Uji One Way Anova

Hasil Perlakuan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	p value
Between Group	1231156.813	7	175879.545	17.690	0,001
Within Group	397700.167	40	9942.504		
Total	1628856.979	47			

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 8 menunjukkan nilai *p value* sebesar $0,001 < 0,05$ sehingga dinyatakan rerata kelompok perlakuan dalam penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan.

Tabel 9. Hasil Uji *Post Hoc Tukey HSD*

Kelompok Perlakuan		Mean Difference	<i>p value</i>
Pre <i>Eco Enzyme</i> 25%	Post <i>Eco Enzyme</i> 25%	140.833	0,246
Pre <i>Eco Enzyme</i> 50%	Post <i>Eco Enzyme</i> 50%	224.000*	0,008
Pre <i>Eco Enzyme</i> 75%	Post <i>Eco Enzyme</i> 75%	305.333*	0,001
Pre Kontrol	Post Kontrol	-37.000	0,998

Sumber : *Data Primer, 2024*

Tabel 9 menunjukkan uji *Post Hoc Tukey HSD* dalam penelitian ini menunjukkan variasi *eco enzyme* konsentrasi 25% menunjukkan *p value* $0,246 > 0,05$, *eco enzyme* konsentrasi 50% menunjukkan *p value* $0,008 < 0,05$, *eco enzyme* konsentrasi 75% menunjukkan *p value* $0,001 < 0,05$ dan kelompok kontrol menunjukkan *p value* $0,998 > 0,05$.

Eco enzyme dikenal sebagai produk ramah lingkungan karena bahan dasarnya yang berasal dari limbah organik, seperti kulit buah, yang diolah melalui proses fermentasi. Penelitian ini memperkuat klaim bahwa *eco enzyme* merupakan alternatif yang efektif dan ramah lingkungan dibandingkan dengan disinfektan kimiawi yang umum digunakan. Disinfektan kimiawi umumnya mengandung bahan-bahan yang dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan memiliki dampak negatif jangka panjang pada lingkungan, seperti klorin dan senyawa berbasis ammonium kuarterner, yang berpotensi mencemari air dan tanah.

Penelitian ini menguji pengaruh variasi konsentrasi *eco enzyme* terhadap penurunan angka kuman udara di ruang kelas, dengan menggunakan tiga konsentrasi berbeda (25%, 50%, dan 75%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua konsentrasi *eco enzyme* mampu menurunkan angka kuman udara secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol, di mana konsentrasi tertinggi, yaitu 75%, menunjukkan penurunan yang paling besar. Potensi *eco enzyme* sebagai disinfektan alami yang ramah lingkungan, sekaligus memberikan alternatif yang efektif dalam meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, khususnya di lingkungan sekolah yang sering dihuni oleh banyak orang dalam waktu yang lama.

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa penggunaan *eco enzyme* dengan konsentrasi 75% memberikan hasil paling signifikan dalam menurunkan angka kuman udara, yaitu sebesar 305 CFU/m³, dengan nilai *p-value* $0,001 < 0,05$, yang menegaskan perbedaan signifikan dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Konsentrasi *eco enzyme* sebesar 25% dan 50% juga menunjukkan penurunan angka kuman yang signifikan, masing-masing sebesar 141 CFU/m³ dan 224 CFU/m³, tetapi hasilnya tidak seefektif konsentrasi 75%.

Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi *eco enzyme* yang lebih tinggi memiliki kemampuan lebih besar dalam menurunkan jumlah mikroorganisme patogen di udara. Sebagai hasil fermentasi bahan organik seperti kulit nanas dan jeruk, *eco enzyme* mengandung senyawa bioaktif yang bersifat antimikroba, seperti bromelain dari nanas dan limonene dari jeruk. Senyawa ini telah dikenal luas memiliki sifat antimikroba yang mampu memecah dinding sel mikroba patogen, menghambat pertumbuhan, dan membunuhnya. Teori yang mendukung dalam penelitian ini juga terdapat dalam penelitian Mavani HAK, Tew IM, Wong L & Mahyuddin A, Ghazali RA (2020) yang mengklaim bahwa *eco enzyme* yang berasal dari kulit nanas dan jeruk memiliki sifat antibakteri dan anti-inflamasi. Dalam hal ini, penelitian ini sejalan dengan penelitian Mavani HAK, Tew IM, Wong L & Mahyuddin A, Ghazali RA (2020) di mana dalam penelitiannya membuktikan *eco enzyme* variasi kulit

papaya dan kulit nanas dengan konsentrasi 50% sebagai alternatif pengganti NaOCl dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme *Enterococcus faecalis*.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi 25% dan 50% mampu menurunkan angka kuman, perbedaannya tidak sebesar konsentrasi 75%. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh kandungan enzim dan senyawa bioaktif yang lebih rendah dalam eco enzyme dengan konsentrasi yang lebih kecil, sehingga efek antimikrobanya juga berkurang. Ini menandakan bahwa efektivitas eco enzyme sebagai disinfektan bergantung pada konsentrasinya, dan konsentrasi yang lebih tinggi memberikan hasil yang lebih optimal. Sejalan dengan penelitian Mavani HAK, Tew IM, Wong L & Mahyuddin A, Ghazali RA (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.

Pada kelompok kontrol, yang tidak diberi perlakuan eco enzyme, ditemukan bahwa angka kuman udara justru mengalami peningkatan dari 709 CFU/m³ menjadi 746 CFU/m³ setelah pengamatan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa tanpa adanya intervensi disinfektan, angka kuman udara cenderung meningkat, terutama dalam ruang tertutup seperti kelas, yang banyak dihuni dan memiliki sirkulasi udara terbatas. Kondisi ini menjadi faktor penting yang harus diperhatikan dalam pengelolaan kualitas udara di ruangan tertutup.

Penelitian ini juga menekankan pentingnya melakukan disinfeksi secara rutin untuk mencegah peningkatan jumlah mikroorganisme patogen di udara. Meskipun udara dalam ruangan terlihat bersih, mikroorganisme yang tidak terlihat dapat terus berkembang biak tanpa pengendalian. Peningkatan angka kuman di kelompok kontrol ini bisa jadi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelembapan tinggi, sirkulasi udara yang buruk, atau aktivitas manusia yang berpotensi menyebarkan mikroorganisme.

Hasil ini konsisten dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa kualitas udara dalam ruangan cenderung lebih buruk daripada kualitas udara luar karena terbatasnya ventilasi dan adanya sumber polusi mikroba seperti manusia dan hewan peliharaan. United States Environmental Protection Agency (EPA) menyatakan bahwa polusi udara dalam ruangan bisa mencapai 2 hingga 5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan udara luar, yang pada gilirannya meningkatkan risiko gangguan kesehatan seperti infeksi saluran pernapasan dan alergi.

Penelitian ini juga mengukur faktor lingkungan lainnya, yaitu suhu dan kelembapan ruangan, yang dapat memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Dari hasil pengukuran, suhu di ruangan berkisar antara 26°C hingga 28°C, sejalan dengan penelitian Datau SY, Irwan D (2020) menjelaskan suhu yang melebihi standar kesehatan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme. Sedangkan kelembapan bervariasi antara 73% hingga 81%, sejalan dengan penelitian Hou J, Sun Y, Dai X, Liu J, Shen X, Tan H (2021) menjelaskan bahwa lingkungan dalam ruangan dengan kelembapan yang tinggi dapat meningkatkan keberadaan jamur dan mikroorganisme yang lebih tinggi dalam ruangan tersebut. Teori yang mendukung hasil pengukuran kelembapan dalam penelitian ini menurut Kurniawan A (2019) mengemukakan bahwa kelembapan mampu mempercepat pertumbuhan jamur dan penggumpalan debu sedangkan ketika kelembapan relatif melebihi 60%. Suhu dan kelembapan merupakan dua faktor penting yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme di udara, terutama di ruangan dengan ventilasi terbatas. Mikroorganisme seperti bakteri dan jamur biasanya tumbuh dengan cepat pada kelembapan tinggi, terutama di atas 70%, seperti yang terlihat pada kelompok kontrol yang memiliki kelembapan tinggi sebesar 81%.

Meskipun faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan dapat memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh eco enzyme dalam menurunkan angka kuman udara jauh lebih signifikan. Pada konsentrasi tinggi (75%), eco enzyme mampu menurunkan angka kuman udara secara efektif,

meskipun kondisi suhu dan kelembapan dalam ruangan tetap tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa eco enzyme mampu bekerja secara efektif bahkan dalam kondisi lingkungan yang kurang ideal untuk disinfeksi. Eco enzyme tidak hanya aman bagi kesehatan manusia, tetapi juga mendukung upaya pengurangan limbah organik. Dengan menggunakan limbah seperti kulit nanas dan jeruk, produk ini memberikan solusi terhadap masalah penumpukan sampah organik sekaligus memanfaatkan potensi antibakteri alami dari bahan-bahan tersebut. Dalam jangka panjang, penggunaan eco enzyme sebagai disinfektan juga dapat mengurangi ketergantungan pada produk-produk kimia, sekaligus memberikan dampak positif bagi lingkungan.

Hasil penelitian ini memiliki relevansi yang luas, terutama bagi institusi pendidikan seperti sekolah yang berusaha menjaga kualitas udara dalam ruangan. Di ruang kelas, siswa dan guru menghabiskan waktu selama 8 hingga 10 jam sehari, sehingga kualitas udara yang baik sangat penting untuk kesehatan dan produktivitas mereka. Penurunan angka kuman udara yang signifikan menggunakan eco enzyme, terutama pada konsentrasi 75%, menunjukkan bahwa produk ini dapat diandalkan untuk menjaga kebersihan udara dalam ruangan.

Eco enzyme dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai jenis ruangan, seperti perkantoran, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya. Dengan biayanya yang relatif rendah, eco enzyme juga merupakan pilihan yang ekonomis dan dapat dengan mudah diproduksi secara lokal oleh masyarakat atau institusi yang peduli terhadap lingkungan. Penggunaan eco enzyme dalam konsentrasi tinggi direkomendasikan untuk aplikasi di ruang publik yang berisiko tinggi terhadap penyebaran penyakit menular melalui udara, seperti ruang kelas atau rumah sakit. Melalui pendekatan ini, eco enzyme tidak hanya membantu menjaga kesehatan, tetapi juga mendukung program keberlanjutan dan pelestarian lingkungan. Penelitian ini menyoroti pentingnya menjaga kualitas udara dalam ruangan untuk mencegah berbagai penyakit yang ditularkan melalui udara, seperti infeksi saluran pernapasan, alergi, dan penyakit kronis lainnya. Eco enzyme, yang terbukti efektif dalam menurunkan angka kuman udara, dapat menjadi bagian dari strategi pengendalian kualitas udara dalam ruangan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dalam konteks kesehatan masyarakat, disinfeksi udara yang efektif sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit menular di ruang publik. Penurunan angka kuman udara di ruang kelas, seperti yang ditemukan dalam penelitian ini, berpotensi menurunkan risiko penyebaran penyakit infeksi di kalangan siswa dan staf pengajar. Mengingat banyaknya waktu yang dihabiskan di ruang kelas, kualitas udara yang buruk dapat berdampak negatif terhadap kesehatan, kinerja, dan konsentrasi siswa. Oleh karena itu, penggunaan eco enzyme sebagai disinfektan udara alami dapat menjadi bagian dari upaya untuk menciptakan lingkungan belajar yang sehat dan produktif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa eco enzyme, khususnya pada konsentrasi tinggi yakni 75% dapat dimanfaatkan sebagai disinfektan udara alami yang efektif, ramah lingkungan, dan ekonomis, yang sangat relevan untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan serta kesehatan masyarakat di ruang publik seperti sekolah. Peneliti menyarankan masyarakat agar menggunakan eco enzyme sebagai disinfektan alami dalam pengendalian pencemaran udara dalam ruangan khususnya mikroorganisme.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran kegiatan penelitian ini. Penelitian ini tidak akan berjalan lancar tanpa ada kontribusi berbagai pihak.

REFERENSI

- Cahyono T. (2017). *Penyehatan Udara*. ANDI.
- Chamida IF. (2022). *Efektivitas Eco Enzyme Dalam Menurunkan Angka Kuman Udara di Ruang Kuliah Kampus 7 Poltekkes Kemenkes Makassar*. Poltekkes Kemenkes Semarang.
- Datau SY, Irwan D, L. N. ayini S. (2020). Gambaran Kualitas Fisik Udara dan Identifikasi Jamur Udara. *J Heal Sci*, 4(2), 68–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.35971/gojhes.v4i2.7735>
- Eco-Enzyme, M. B. P. (2021). Pembuatan Eco enzyme. *Eco Enzyme Nusantara*, 2.
- Hou J, Sun Y, Dai X, Liu J, Shen X, Tan H, et al. (2021). 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*, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ina.12810>
- Humas. (2023). *Peningkatan Polusi Udara di Indonesia : Perspektif Ekonomi Berdasarkan Teori Freakonomics*.
- Imelda D, Lubena L, Satriawan BD, B. A. (2022). Formulasi Bahan Aktif Antimikroba Alami Dari Larutan Eco-Enzyme Limbah Kulit Buah Dalam Pembuatan Multipurpose Sanitizer. *Pros Semin Nas Univ PGRI Palangka Raya*, 1.
- Kurniawan A. (2019). *Dasar-Dasar Analisis Kualitas Lingkungan*. Penerbit Wineka Media.
- Mavani HAK, Tew IM, Wong L, Y. H., & Mahyuddin A, Ghazali RA, et al. (2020). Antimicrobial efficacy of fruit peels eco-enzyme against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Int J Environ Res Public Health*, 17(14), 1–12.
- Prokopim. (2022). *Kabupaten Klaten Kembali Catatkan Rekor Muri Dengan Penyemprotan Eco Eznyme Menggunakan 60.000 Sprayer ke Udara Serentak*. <https://prokopim.klaten.go.id/kabupaten-klaten-kembali-catatkan-rekor-muri-dengan-penyemprotan-eco-enzyme-menggunakan-60000-sprayer-ke-udara-serentak>
- Radar Bali. (2021). *Cegah Penyebaran Covid-19, Gedung Kejati Bali Disemprot Eco Enzyme*. <https://radarbali.jawapos.com/bali/70851176/cegah-penyebaran-covid19-gedung-kejati-bali-disemprot-eco-enzyme>
- Ramadhoni S. (2023). *Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan di Kawasan Permukiman Kota Surabaya*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. <http://digilib.uinsa.ac.id/64487/>
- Rokom. (2023). *Polusi Udara Sebabkan Angka Penyakit Respirasi Tinggi*. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20230404/2642721/polusi-udara-sebabkan-angka-penyakit-respirasi-tinggi/>
- Windi et al. (2015). *Angka kuman Udara dan Lantai Ruang Perawatan Inap Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta*. Universitas Lambung Mangkurat.