

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi *Eco Enzyme* Menurunkan Angka Kuman

1. Cara membuat *eco enzyme*

Eco enzyme dibuat dengan mencampurkan sisa buah dan sayur yang sudah dipotong-potong dengan gula merah dan air bersih dalam perbandingan 3:1:10. Campuran tersebut disimpan dalam wadah plastik tertutup rapat yang tidak terkena sinar matahari langsung dan difermentasi selama 3 bulan. Wadah harus diaduk secara berkala pada minggu pertama untuk mengeluarkan gas hasil fermentasi dan disimpan di tempat yang berventilasi baik agar proses fermentasi berjalan optimal.

2. Manfaat *eco enzyme*

Eco enzyme merupakan cairan hasil fermentasi limbah organik yang memiliki berbagai manfaat di antaranya sebagai penurun angka kuman alami, pembersih, pupuk alami, dan pestisida ramah lingkungan. *Eco enzyme* efektif mengurangi limbah organik dan mengendalikan mikroorganisme patogen dengan kandungan alkohol dan asam asetat hasil fermentasi.

3. Potensi *eco enzyme* menurunkan angka kuman

Eco enzyme mengandung senyawa aktif seperti alkohol dan asam organik hasil fermentasi yang mampu membunuh mikroorganisme patogen di permukaan dan udara. Bakteri asam laktat yang terkandung juga berperan dalam menurunkan populasi mikroba melalui mekanisme oksidasi sehingga *eco enzyme* efektif untuk menurunkan angka kuman dengan aman dan ramah lingkungan (Azizah *et al.*, 2024).

4. Penelitian *eco enzyme* menurunkan angka kuman

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Mandala Putra (2025) berjudul “Efektivitas Penggunaan Disinfektan *Eco Enzyme* untuk Penurunan Angka Kuman di Udara pada Ruang Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Kesehatan Lingkungan”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *eco enzyme* sebagai disinfektan alami dalam menurunkan angka kuman udara di lingkungan laboratorium. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experimental*) dengan rancangan *pretest–posttest group design*, di mana pengukuran angka kuman dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan disinfeksi.

Pengambilan sampel udara dilakukan menggunakan metode *settle plate* pada delapan titik pengamatan di dalam ruang laboratorium, dengan tiga kali pengulangan untuk setiap perlakuan. Disinfeksi dilakukan menggunakan *eco enzyme* dengan konsentrasi 10%, yang diaplikasikan melalui alat *ultrasonic mist system* selama 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata angka kuman udara sebelum disinfeksi sebesar 171,04 CFU/m³, sedangkan setelah perlakuan *eco enzyme* menurun menjadi 43,54 CFU/m³. Penurunan rata-rata angka kuman mencapai 127,5 CFU/m³, dengan tingkat efektivitas sebesar 75%. Uji statistik menunjukkan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang menandakan adanya perbedaan bermakna antara angka kuman sebelum dan sesudah disinfeksi menggunakan *eco enzyme*.

Nilai angka kuman udara setelah perlakuan *eco enzyme* berada jauh di bawah ambang batas baku mutu angka kuman udara dalam ruangan, sebagaimana ditetapkan dalam acuan pertama Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor

66 Tahun 2014, yaitu sebesar 700 CFU/m³. Dengan demikian, kondisi udara ruang Laboratorium Mikrobiologi setelah disinfeksi dapat dikategorikan memenuhi standar kesehatan lingkungan dan aman dari risiko kontaminasi mikrobiologis.

B. Angka Kuman di Udara

Angka kuman udara merupakan jumlah mikroorganisme, baik patogen maupun non-patogen, yang tersebar di udara dan terbawa oleh droplet atau partikel debu. Angka kuman ini dihitung berdasarkan koloni yang tumbuh pada media agar dan kemudian hasilnya dikonversikan ke dalam satuan *Colony Forming Unit* per meter kubik (CFU/m³). Pengukuran angka kuman udara dapat mencerminkan tingkat kebersihan dan kualitas udara, khususnya dalam ruang pelayanan kesehatan yang rentan terhadap kontaminasi mikroba (Widodo and Cahyono, 2023).

Kualitas udara di dalam ruangan pelayanan kesehatan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan ventilasi. Faktor ini mempengaruhi penyebaran dan pertumbuhan mikroorganisme di udara. Penelitian menunjukkan bahwa udara dalam ruangan seperti ruang rawat inap dan ruang isolasi memiliki angka kuman yang bervariasi, tergantung pada kondisi lingkungan tersebut. Suhu dan kelembaban yang tidak sesuai dapat meningkatkan angka kuman udara, sehingga pengendalian lingkungan fisik sangat diperlukan untuk menurunkan risiko infeksi nosokomial (Amri, Ikhtiar and Baharuddin, 2022).

Sebagai standar dalam pelaksanaan pengukuran angka kuman khususnya di dalam ruangan (*indoor*), dilakukan untuk mengetahui apakah udara di ruangan tersebut memenuhi persyaratan atau standar baku mutu angka kuman. Acuan

utamanya adalah Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintahan Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Peraturan ini menjadi dasar dalam menentukan standar baku mutu media udara untuk meminimalisir pencemaran udara, baik yang berasal dari faktor fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Khusus untuk keadaan udara dalam ruangan atau indoor, parameter mikrobiologi yang digunakan adalah perhitungan angka kuman dengan ambang batas indeks angka kuman sebesar 700 CFU/m³. Dengan demikian, udara dalam ruangan dinyatakan memenuhi standar apabila angka kuman di udara tidak melebihi batas tersebut, yang sangat penting untuk menjaga kualitas udara di ruang pelayanan kesehatan seperti ruang inap puskesmas (Alvika *et al.*, 2024).

Untuk pemeriksaan jumlah mikroba pada udara menggunakan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah mikroba } \text{CFU}/\text{m}^3 = \frac{\text{Rata-rata koloni} \times 0,015 \times 1000}{\text{Kecepatan aliran} \times \text{waktu dalam menit}}$$

C. Faktor Mempengaruhi Angka Kuman

Meningkat atau menurunnya angka kuman di udara khususnya pada ruangan (*indoor*) dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, beberapa faktor tersebut meliputi:

1. Bangunan

Faktor ruangan merupakan elemen penting yang memengaruhi jumlah kuman udara di ruang pelayanan kesehatan. Kondisi fisik ruangan seperti suhu, kelembaban, ventilasi, pencahayaan, dan kepadatan penghuni secara langsung memengaruhi kualitas udara dan kemampuan mikroorganisme untuk bertahan hidup atau menyebar. Misalnya, suhu dan kelembaban yang tidak sesuai standar

dapat menciptakan lingkungan yang mempermudah pertumbuhan bioaerosol, sedangkan ventilasi yang buruk menghambat pertukaran udara sehingga meningkatkan akumulasi kuman di udara. Selain itu, jumlah orang yang berada dalam ruangan serta intensitas pencahayaan turut berperan dalam variasi mikroba udara yang terukur di lingkungan pelayanan kesehatan.

2. Jumlah pasien

Jumlah pasien dalam ruangan pelayanan kesehatan sangat berpengaruh terhadap angka kuman udara. Semakin banyak pasien yang berada dalam satu ruang, maka potensi peningkatan angka kuman udara akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh aktivitas pernapasan, bersin, batuk, dan interaksi fisik yang menyebabkan penyebaran mikroorganisme di udara. Studi di Rumah Sakit Manado menunjukkan bahwa ruangan dengan jumlah pasien dan penjaga pasien lebih banyak memiliki angka kuman udara yang melebihi standar yang ditetapkan, sedangkan ruangan dengan jumlah pasien sedikit cenderung memiliki angka kuman lebih rendah ($\leq 200 \text{ CFU/m}^3$) (Sulu *et al.*, 2024).

3. Kegiatan dalam ruangan

Kegiatan yang berlangsung dalam ruangan pelayanan kesehatan, seperti pemeriksaan pasien, penggunaan alat medis, dan mobilitas petugas serta pasien, memicu peningkatan angka kuman. Tingkat aktivitas yang tinggi akan menyebabkan udara dalam ruangan menjadi lebih tercemar mikroorganisme. Penelitian juga mencatat bahwa ruang dengan aktivitas pemeriksaan lebih intensif menunjukkan angka kuman yang lebih tinggi dibandingkan ruang yang lebih sedikit aktivitasnya (Handayani, 2020).

4. Personal hygiene

Kebersihan pribadi petugas, pasien, dan pengunjung sangat penting untuk mengendalikan angka kuman udara. Mencuci tangan dan memakai masker dapat mengurangi penyebaran kuman, sementara personal hygiene yang buruk meningkatkan risiko penularan mikroorganisme dalam ruangan tertutup.

5. Disinfeksi

Proses disinfeksi pada ruangan, alat, serta sarana didalamnya sebagai cara utama untuk mencegah kontaminasi dari kuman di udara.

6. Kualitas udara dan ventilasi udara

Ventilasi yang baik membantu sirkulasi udara agar kuman tidak menumpuk. Udara yang stagnan dengan ventilasi buruk meningkatkan kelembaban dan suhu yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme sehingga angka kuman udara naik.

7. Kebersihan dan keadaan barang

Kebersihan lingkungan dan barang sangat mempengaruhi angka kuman udara. Barang kotor dan debu menjadi tempat berkembang biak mikroba yang dapat terlepas ke udara, sehingga kebersihan rutin penting untuk mencegah infeksi silang.

D. Pemeriksaan Bakteri Udara

Pemeriksaan bakteri di udara dilakukan untuk mengetahui keberadaan dan jumlah mikroorganisme yang terdapat di lingkungan udara, khususnya di dalam ruangan pelayanan kesehatan seperti ruang inap puskesmas. Mikroorganisme

tersebut dapat menjadi indikator kualitas udara dan potensi gangguan kesehatan bagi pasien dan tenaga medis.

Bakteri yang terperangkap di udara dapat diperiksa menggunakan media agar sebagai media tumbuh. Koloni bakteri terbentuk sebagai kumpulan mikroorganisme yang sama dan saling bergantung satu sama lain. Bentuk koloni pada media agar dapat bervariasi mulai dari titik-titik kecil, lingkaran, berserat seperti benang, hingga bentuk kumparan yang tidak teratur (Surahman, 2022).

1. Metode pasif *settle plate*

Metode pasif settle plate adalah teknik pengambilan sampel mikroorganisme dari udara secara langsung dengan memaparkan cawan petri berisi media agar di udara. Teknik ini mengandalkan proses settling di mana partikel-partikel udara yang mengandung mikroorganisme jatuh dan mengendap pada permukaan media agar di dalam cawan petri yang terbuka selama periode waktu tertentu (Ningrum, Sulistyawati and Sari, 2025). Langkah-langkah umum metode pasif settle plate meliputi:

a. Persiapan media kultur

Media yang digunakan biasanya nutrient agar, dituangkan dalam cawan petri yang steril sebagai media tumbuh mikroorganisme yang mengendap dari udara.

b. Penempatan settle plate

Cawan petri diletakkan pada lokasi yang ingin diukur kadar mikroorganismenya dengan posisi strategis agar dapat menangkap kuman di udara.

c. Penutupan *settle plate*

Setelah periode penempatan selesai, cawan petri ditutup untuk menghindari kontaminasi tambahan dari mikroorganisme lain.

d. Inkubasi

Cawan petri yang telah ditutup kemudian diinkubasi pada suhu yang sesuai (biasanya sekitar 30°C) agar mikroorganisme yang terjebak dapat tumbuh membentuk koloni.

e. Pengamatan dan perhitungan

Setelah inkubasi, koloni yang tumbuh diamati dan dihitung. Jumlah koloni memberikan gambaran tentang konsentrasi bakteri dan jenis mikroorganisme yang ada di udara lokasi pengambilan sampel.