

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diare dapat diderita oleh berbagai kalangan usia dengan angka kematian 443.832 juta tahunnya sehingga penyakit ini masuk dalam kategori Kejadian Luar Biasa (KLB) di seluruh dunia. Berdasarkan data World Health Organization (WHO) adanya peningkatan angka kejadian diare pada tahun 2015 hingga 2017. Tahun 2015 terjadi 688 juta kasus kejadian diare dan menyebabkan 499.000 kematian pada balita dan pada tahun 2017 kasus kejadian diare menjadi 1,7 miliar dan kasus kematian akibat diare hingga 525.000 pada balita (Hamijah, 2019).

Kasus diare di Indonesia berdasarkan Lembaga Survei Kesehatan Indonesia (SKI) pada tahun 2017 hingga 2021 dan setiap tahunnya mencapai 4,5 juta, terjadi peningkatan 4,9% pada tahun 2022 hingga 2023 (Sabira dkk., 2025). Diare dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu kondisi air bersih yang kurang, kondisi sanitasi yang buruk dan kurangnya kesadaran akan nutrisi yang dikonsumsi (Akbar, 2017).

E. coli merupakan flora normal yang berada di usus manusia, *E. coli* umumnya berada dibagian usus manusia dan sudah ada sejak bayi. *E. coli* merupakan bakteri yang paling umum dalam jenis bakteri aerob yang dapat melengkapi serangkaian ekosistem mikroba dalam saluran cerna. *S. aureus* merupakan bakteri umum yang dapat dijumpai pada kulit, lubang hidung, tenggorokan dan saluran cerna. Flora normal pada manusia memiliki efek

menguntungkan karena dapat melakukan sintesis vitamin seperti vitamin K dan B kompleks dan memiliki potensi dalam menghasilkan bakteriosin yang dapat menghambat atau membunuh bakteri lain (Najmah dkk., 2024).

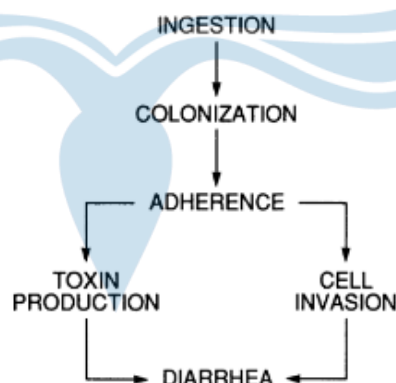
Sebagain besar *strain* bakteri *E.coli* dan *S. aureus* merupakan flora normal bagi manusia, akan tetapi *E.coli* dengan *strain serotipe* O157:H7 dapat menjadi *strain* patogen bagi manusia dan penggolongan *S. aureus* penyebab diare adalah *S. aureus* penghasil toksin *Staphylococcal* enterotoksin A (Shalaby dkk., 2019) . Bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit diare adalah bakteri *E. coli* dan *S. aureus*, apabila terdapat dalam jumlah berlebih akan menyebabkan penyakit diare. *S. aureus* merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan adanya infeksi pada pencernaan manusia. *E. coli* dapat menyebabkan diare akut pada balita, *strain* bakteri tersebut disebut dengan *low birth weight infants*. Kontaminasi bakteri penyebab diare dapat terjadi pada makanan, minuman dan air (Kulla dan Herrani, 2022).

Dosis infeksi toksin yang dihasilkan *E. coli* untuk menyebabkan diare adalah 10^8 hingga 10^{10} (Lim dkk., 2023). Dosis infeksi toksin *S. aureus* untuk menyebabkan diare sebesar 20 ng hingga 1 μ g (Pexara dkk., 2018). Persentase diare yang diakibatkan oleh bakteri *E. coli* sebesar 20 hingga 30% (Widyanti dan Maryati, 2023), sedangkan persentase diare yang diakibatkan oleh bakteri *S. aureus* adalah 40% (Latifah dkk., 2022).

Mekanisme *E. coli* dan *S. aureus* dapat menyebabkan diare adalah dengan penempelan bakteri patogen pada dinding usus. Bakteri yang menempel tersebut akan mengeluarkan suatu toksin seperti enterotoksin yang

dapat menyebabkan diare (Nolitriani dkk., 2020). Mekanisme secara osmotik diawali dengan zat tidak dapat diabsorpsi oleh usus yang menyebabkan peningkatan volume lumen usus sehingga menyebabkan adanya gerakan peristaltik pada usus sehingga terjadi proses buang air besar dengan konsentrasi feses yang cair.

Mekanisme diare secara sekresi dimulai dengan bakteri melakukan invasi pada mukosa usus sehingga terjadi inflamasi dan adanya stimulasi mediator kimia setelahnya akan terjadi hipersekresi sehingga terjadi sekresi cairan berlebih. Bakteri patogen yang tumbuh menyebabkan adanya peningkatan tekanan osmotik sehingga penyerapan nutrisi akan terhalang dan rongga usus penuh dengan cairan sehingga usus akan meningkatkan gerakan peristaltik yang cepat (Farida dkk., 2023). Berdasarkan penjelasan tersebut mekanisme diare dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Mekanisme Diare (Thomson dan Shaffer, 1992)

Pengobatan menggunakan antibiotik umum digunakan untuk mengobati penyakit yang diakibatkan oleh infeksi bakteri (Anggraini dkk., 2020). Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dengan resep dokter atau

penghentian penggunaan antibiotik sebelum jangka waktu dan penggunaan antibiotik secara berlebihan akan menyebabkan resistensi antibiotik (Fatmah dkk., 2019). Resistensi bakteri terjadi diawali dengan inaktivasi bakteri yang dilakukan oleh enzim mekanisme selanjutnya adalah dengan menghambat masuknya antibiotik dan memompa antibiotik untuk keluar dari sel, adanya modifikasi pada sel target dengan melakukan mutasi, modifikasi enzimatik dan substitusi target (Nugraheni dk., 2025).

Resistensi antibiotik menyebabkan peningkatan dosis penggunaan obat (Fatmah dkk., 2019). Bakteri *E. coli* sudah mengalami resistensi terhadap antibiotik tetrasiklin sebesar 97,3%, antibiotik ampicilin sebesar 64,8%, terhadap *sulfamethoxazole* sebesar 74,3%. Bakteri *S. aureus* sudah mengalami resistensi terhadap antibiotik metisilin sebesar 82% (Ivan dkk., 2021)

Diare dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan mikroflora yang ada di dalam usus. Diare dapat diatasi dengan mengonsumsi probiotik. Probiotik dapat diartikan sebagai suatu mikroorganisme hidup yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh (Masrikhiyah dkk., 2020). Probiotik dapat ditemukan dan dapat dikonsumsi dalam bentuk makanan atau minuman seperti yoghurt, kombucha, kefir dan kimchi (Nurita dkk., 2023).

Tanaman herbal saat ini sudah banyak jenisnya dan dapat digunakan untuk mengatasi penyakit. Rosemary adalah salah satu tanaman herbal yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti antidepresan, pencegahan alzheimer dan antikanker. Tanaman rosemary dapat dimanfaatkan baik dari

bagian daun, pucuk bunga hingga rantingnya apabila dijadikan minuman dalam bentuk rebusan (Suryandari dkk., 2022). Tanaman rosemary dijadikan sebagai bahan tambahan fermentasi seperti kombucha (Ranitović dkk., 2022).

Rosemary memiliki kandungan antioksidan dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan pada proses fermentasi kombucha. Aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh rosemary kuat karena adanya pengaruh dari senyawa fenolik (Rahayu dkk., 2024). Rosemary juga memiliki asam rosmarinate yang juga memiliki fungsi sebagai antioksidan dan antibiotik (Kusuma, 2025). Kandungan fenol yang dimiliki oleh rosemary berada pada rentang 74,15-146, 63 GAE/mg dengan metode dekok (Gokkaya dkk., 2025).

Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi kombucha diantaranya adalah pemilihan jenis bahan, suhu lingkungan, konsentrasi gula, lama waktu fermentasi dan kebutuhan aerasi (Hasfiani 2025). Faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi pada kombucha secara khusus adalah konsentrasi gula dan waktu fermentasi. Konsentrasi gula memberikan pengaruh pada pertumbuhan khamir, bakteri pada *scooby* dan kandungan asam organik sehingga kadar asam pada kombucha menjadi tinggi dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Yanti dkk., 2020). Lamanya waktu fermentasi menyebabkan total asam asetat menjadi meningkat dapat terlihat dari pH yang dihasilkan. Asam asetat yang dihasilkan selama melakukan fermentasi kombucha memiliki fungsi dalam aktivitas antibakteri (Cholidah dkk., 2020).

Menurut *British Columbia Centre for Disease Control-Enviromental Health Services* dari prespektif keamanan pangan, pH kombucha menurun

dari sekitar 5 sebelum fermentasi menjadi 2,5–4,2 setelah fermentasi (Yanti dkk., 2020). Total asam tertitrasi dapat berbeda-beda tergantung kepada jenis bahan utama seperti teh atau gula yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wati dkk (2024) pada kombucha kulit nanas dan air kelapa dengan penambahan madu galo-galo didapatkan total asam pada rentang 0,63 – 1,33. Pada penelitian yang dilakukan Puspaningrum dkk (2022) tentang fermentasi kombucha cascara kopi arabika yang difermentasi dengan menggunakan gula pasir putih didapatkan total asam dengan rentang 1,02-1,51%.

Penelitian yang dilakukan oleh Yanti dkk (2020) tentang aktivitas antibakteri kombucha daun sirsak (*Annona muricata* L.) dengan konsentrasi gula yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi gula pada kombucha berpengaruh terhadap daya antibakteri. Konsentrasi gula yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi 10, 20, 30, 40%. Konsentrasi gula yang paling tinggi aktivitas antibakterinya adalah konsentrasi gula 20%. Fermentasi dilakukan selama 12 hari dengan kadar total asam 0,097% dan pH sebesar 3,48.

Penelitian yang dilakukan Rezaldi dkk (2022) menunjukkan bahwa pada kombucha nanas dapat memberikan efek antibakteri yang paling baik berdasarkan luas zona hambat terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Konsentrasi gula pasir yang diberikan adalah 15%, 25% dan 35% dan fermentasi dilakukan selama 14 hari. Konsentrasi gula yang paling tinggi

aktivitas antibakterinya berdasarkan luas zona hambat adalah konsentrasi gula 35%. Fermentasi dilakukan selama 14 hari pada suhu ruang.

Penelitian yang dilakukan oleh Ma'ruf dkk (2022) menunjukkan bahwa pada fermentasi kombucha telang (*Citoria ternatea* L) memberikan efek antibakteri yang paling baik terhadap Gram negatif dan Gram positif. Konsentrasi gula yang diberikan adalah 20%, 30% dan 40%. Konsentrasi gula yang paling tinggi aktivitas antibakterinya berdasarkan luas zona hambat adalah konsentrasi gula 40%. Fermentasi dilakukan selama 12 hari pada suhu ruang.

Keterbaharuan penelitian ini terletak pada penggunaan rosemary dan penambahan gula aren dengan variasi konsentrasi 10, 20, 30, dan 40%. Penelitian tentang kombucha umumnya menggunakan bahan dasar teh hijau, teh hitam, bunga telang dan rosella.

Gula aren memiliki keunggulan dari segi kandungan sukrosa, yaitu 84,31%, yang lebih tinggi dibandingkan gula putih sebesar 71,89%, sehingga berpotensi memberikan rasa manis yang lebih kuat (Gardjito dkk.,2025). Sukrosa yang terdapat pada gula aren dimanfaatkan sebagai energi pada fermentasi. Gula yang diberikan pada saat fermentasi akan dipecah oleh bakteri dan khamir *scooby* dengan cara memecah sukrosa menjadi beberapa jenis asam organik seperti asam setat, asam laktat dan asam glukonat (Zubaidah dkk., 2021). Gula aren memiliki indeks glikemik 35 sedangkan gula putih sebesar 60-65 sehingga lebih aman menggunakan gula aren dibandingkan dengan gula putih (Rahmadhani, 2019).

B. Rumusan Masalah

1. Berapakah konsentrasi gula yang diperlukan agar fermentasi kombucha rosemary menghasilkan total asam dan pH dalam rentang 2,5-4,2?
2. Berapakah konsentrasi gula pada kombucha rosemary yang menghasilkan aktivitas antibakteri tertinggi terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* berdasarkan zona hambat dan konsentrasi hambat minimum?

C. Tujuan Penelitian

1. Menentukan konsentrasi gula yang optimal untuk menghasilkan total asam dan pH dalam rentang 2,5–4,2 selama proses fermentasi kombucha rosemary.
2. Mengetahui konsentrasi gula pada kombucha rosemary yang memiliki aktivitas antibakteri tertinggi terhadap *E. coli* dan *S. aureus* berdasarkan zona hambat dan konsentrasi hambat minimum.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat penelitian bagi masyarakat adalah memberikan solusi dalam menekan angka penyakit diare dengan menggunakan minuman probiotik.
2. Manfaat penelitian bagi dunia akademik adalah diharapkan untuk pengembangan alternatif dalam obat diare serta menyumbangkan ilmu pengetahuan dan ide penelitian.