

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah pencernaan pada manusia sering kali dipicu oleh paparan bakteri *Staphylococcus aureus* serta *Escherichia coli*. Sebagaimana dinyatakan dalam penelitian Hamida *et al.* (2019), tercatat bahwa bakteri *E. coli* ialah penyebab paling sering dari infeksi saluran pencernaan. Azizah *et al.* (2020) melaporkan bahwa *S. aureus* merupakan agen infeksi paling umum yang menyebabkan kematian sekitar 19.000 orang di dunia setiap tahunnya. Di Indonesia, pada tahun 2014, tercatat 148.703 kasus infeksi rumah sakit yang disebabkan oleh bakteri ini. Tingginya angka kejadian infeksi ini disebabkan oleh rendahnya tingkat kebersihan makanan dan minuman, serta kondisi lingkungan yang kurang baik.

Berdasarkan data laporan Balai Besar/Balai/Loka Pengawas Obat dan Makanan (POM) tahun 2022, tercatat sebanyak 72 kasus Kejadian Luar Biasa Keracunan Pangan (KLB KP) yang memapar 5.505 orang di seluruh Indonesia, dengan rincian 2.788 orang korban mengalami sakit dan 5 orang meninggal dunia. Faktor mikrobiologi mendominasi penyebab keracunan dengan total 55 kasus. Meskipun mayoritas agen mikrobiologi pada 50 kasus tidak terkonfirmasi, patogen spesifik seperti *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli* berhasil diidentifikasi sebagai agen kausatif pada 5 kasus sisanya.

Penggunaan antibiotik secara terus-menerus akan menyebabkan adanya resistensi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Anggita *et al.* (2022), *E. coli* menunjukkan resistensi yang cukup mengkhawatirkan terhadap beberapa antibiotik diantaranya tingkat resistensi paling tinggi terhadap antibiotik penicillin (100%), steptomisin (70%), trimethoprim sulfametoksazol (60%) dan tetrasiklin (30%). Selain itu, Penelitian oleh Rahman *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa *S. aureus* yang diisolasi dari sampel daging ayam menunjukkan resistensi terhadap beberapa antibiotik. Dalam penelitian tersebut, bakteri ini menunjukkan tingkat resistensi yang signifikan terhadap oksitetrasiklin (71,79%), azitromisin (64,10%), dan eritromisin (58,97%). Namun, bakteri ini masih menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap beberapa antibiotik, seperti amikasin (100%), neomisin (100%), amoksisilin (94,87%), gentamisin (82,05%), dan siprofloksasin (71,79%). Peristiwa resistensi antibiotik ini merupakan masalah yang sangat mengkhawatirkan. Untuk mengatasi isu tersebut, diperlukan pencarian kandidat antibakteri alami yang efektif. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan produk fermentasi, seperti tempe.

Tempe gembus merupakan tempe yang menggunakan ampas tahu sebagai substratnya. Di Indonesia, tahu merupakan komoditas pangan yang sangat populer, dengan rata-rata tingkat konsumsi penduduk mencapai 0,152 kg per kapita setiap minggunya pada tahun 2025 menurut catatan data BPS. Konsumsi tahu yang tinggi ini menghasilkan limbah tahu dalam jumlah yang signifikan. Terdapat lebih dari 84.000 perusahaan penghasil tahu di

Indonesia. Industri tahu Indonesia diperkirakan memproduksi 2,56 juta ton kedelai setiap tahunnya. Angka-angka ini menunjukkan bahwa setiap sektor industri tahu menghasilkan sekitar 1.024 juta ton limbah produksi tahu setiap tahunnya (Suharyani *et al.*, 2024). Jika limbah tahu tidak ditangani dengan benar atau dibuang secara sembarangan, hal ini dapat mencemari lingkungan, menyebabkan berbagai penyakit, dan menimbulkan ketidaknyamanan di masyarakat. Masyhura *et al.* (2019) mengemukakan bahwa terdapat nilai gizi yang cukup besar di dalam ampas tahu, dengan 26,6% protein, 18,3% lemak, 41,3% karbohidrat, 0,29% fosfor, 0,19% kalsium, 0,04% besi, 0,09% air, dan 36,41% serat. Berdasarkan data tersebut, ampas tahu masih layak untuk diolah menjadi sumber pangan. Pengolahan limbah ampas tahu melalui proses fermentasi dapat menghasilkan produk olahan baru sebagai sumber pangan, yaitu tempe gembus.

Tempe adalah bahan makanan hasil fermentasi dari kacang kedelai atau jenis kacang-kacangan lainnya, yang dilakukan dengan bantuan jamur *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* (Bani *et al.*, 2019). Proses fermentasi tempe melibatkan kultur mikroba yang kompleks, termasuk kapang, kamir, bakteri asam laktat, dan berbagai jenis bakteri lainnya (Kristiadi & Lunggani, 2022). Selain kedelai, tempe juga dapat dibuat dari pengolahan ampas tahu menjadi tempe gembus dengan proses fermentasi. Di Indonesia, sekitar 90% kedelai diolah sebagai bahan pangan, dengan tempe menyumbang sekitar 50% dari pemanfaatan kedelai tersebut (Kristiadi & Lunggani, 2022). Selain berfungsi sebagai sumber protein, tempe juga kaya

akan vitamin B12 serta senyawa bioaktif, seperti isoflavon, yang terkandung dalam jumlah signifikan. Proses fermentasi tempe tidak hanya mempertahankan kandungan senyawa aktif, tetapi juga dapat meningkatkannya serta mengurangi zat anti-nutrisi seperti asam fitat dan polifenol (Barus *et al.*, 2019).

Tempe juga mengandung antioksidan yang penting dalam makanan, berperan dalam menangkap radikal bebas di dalam tubuh. Senyawa bioaktif ini berasal dari jamur *Rhizopus sp.* (Permata Sari *et al.*, 2024), yang mengandung daidzein, glikitin, dan genistein, tiga isoflavon dengan struktur kimia serupa. Isoflavon merupakan komponen utama dalam antioksidan, sehingga pertumbuhan jamur selama fermentasi dapat meningkatkan kadar isoflavon secara signifikan. Keberadaan senyawa fenol dalam tempe berfungsi merusak membran sitoplasma dan mengubah struktur protein, yang berakibat pada terganggunya permeabilitas selektif serta terjadinya lisis bakteri. Tempe gembus juga berpotensi sebagai antioksidan, antihemolitik, antikolesterol, antikanker, maupun antibakteri dengan komponen isoflavon yang dimiliki dalam bentuk genistein sebesar 57.1 µg/g dan deidzein sebesar 33.1 µg/g (Kurniasari *et al.*, 2017).

Berdasarkan pada penelitian Mawaddah *et al.* (2018), ekstrak etil asetat tempe dengan konsentrasi 25% menghasilkan daya hambat terhadap *S. aureus* sebesar 6,6 mm, penggunaan amoksisilin sebagai kontrol positif menghasilkan zona hambat dengan diameter 31,6 mm. Ada pula penelitian Noviana *et al.* (2018) yang terfokus pada aktivitas antibakteri tempe gembus

terhadap *S. aureus*, *E. coli*, *Bacillus subtilis*, dan *Streptococcus mutans* menunjukkan tempe gembus memperlihatkan daya hambat yang lebih kuat terhadap bakteri Gram Positif, di antaranya adalah *S. aureus*, *S. mutans*, dan *B. subtilis* sebesar 0.089 mm, 2.40 mm, dan 7,33 mm secara berurutan. Namun tidak ditemukan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* sebagai perwakilan bakteri Gram Negatif. Penelitian ini memperkuat bukti bahwa tempe berpotensi sebagai agen antibakteri alami, walau tingkat efikasinya belum melampaui antibiotik standar, yakni amoksisilin. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Safitry *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ekstrak tempe berbahan baku kedelai, kacang tanah, maupun kacang merah memiliki aktivitas antibakteri yang lebih lemah terhadap *E. coli* dan *Salmonella typhi* jika dibandingkan dengan kontrol. Oleh karena itu, dilakukan uji aktivitas antibakteri pada tempe gembus terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* untuk mengetahui potensinya dalam menghambat pertumbuhan kedua bakteri patogen tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana potensi antibakteri ekstrak tempe gembus dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?
2. Pada tingkat konsentrasi berapakah ekstrak tempe gembus menunjukkan daya hambat maksimal terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui potensi antibakteri ekstrak tempe gembus dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Mengetahui tingkat konsentrasi ekstrak tempe gembus yang menunjukkan daya hambat maksimal terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menyumbangkan data ilmiah terkait potensi antibakteri ekstrak tempe gembus agar dapat diimplementasikan dalam disiplin ilmu yang relevan.