

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Terites

Terites dalam bahasa Karo berarti “pahit,” yang merupakan salah satu ciri khas budaya suku Karo pedalaman. Hidangan terites biasanya disajikan untuk memenuhi persyaratan upacara “Merda-merdun,” yang menandai dimulainya penanaman padi. Bahan baku utama terites berasal dari isi lambung hewan ruminansia atau isi perut sapi yang belum digunakan sebagai kotoran. Secara umum, isi lambung ini tidak melalui proses pengolahan yang panjang, sehingga kualitasnya masih tergolong kurang baik. Karena itu, teksturnya mirip rumput yang mudah dipisahkan dari sari-patinya. Air perasan inilah yang akan digunakan sebagai bahan utama untuk membuat terites.

Terites tidak bisa diartikan dalam bahasa Indonesia sebagai "kaldu kotoran sapi" karena bukan merupakan kotoran sapi dan belum ada terjemahan dalam Bahasa Indonesia yang dapat mewakili arti yang sebenarnya. Agar tidak salah dalam menafsirkan, karena menyangkut menu makanan, dapat diusulkan dalam bahasa Indonesia sebagai "Soto Karo" karena penampilannya yang mirip dengan soto. Dalam kehidupan masyarakat Karo, terites dikategorikan sebagai makanan khas tradisional yang sering disajikan dalam berbagai acara besar tradisional, seperti misalnya pada acara pesta pernikahan, pesta memasuki rumah baru, dan pesta kerja tahunan. Jenis masakan ini merupakan makanan favorit yang suguhan pertama diberikan kepada yang dihormati (Hasairin and Nasution, 2021).



Gambar 2.1 Terites Makanan Budaya Suku batak Karo

B. Bakteri Asam Laktat

Bakteri gram-positif yang bersifat anaerob fakultatif, negatif katalase, dan tidak menghasilkan spora dikenal sebagai bakteri asam laktat. Fungsi utamanya adalah memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat (Kadir *et al.*, 2025). Spesies dari genus *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella* termasuk dalam bakteri asam laktat yang kini dikaitkan dengan makanan (Anindita, 2022).

Bakteri asam laktat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif atau heterofermentatif, berdasarkan cara mereka memetabolisme karbohidrat. Sementara bakteri asam laktat heterofermentatif, seperti *Leuconostoc mesenteroides*, menghasilkan asam laktat, etanol, dan CO₂, LAB homofermentatif, seperti *L. plantarum*, hanya menghasilkan asam laktat (Popova-Krumova *et al.*, 2024). Kondisi optimal untuk pertumbuhan bakteri asam laktat umumnya terjadi pada pH 5–6 dan suhu 35–40°C dengan sumber karbon sederhana seperti glukosa dan sukrosa (Jones, Cochrane, & Steven, 2015).

C. Mekanisme Aktivitas Antimikroba Oleh Bakteri Asam Laktat

Banyak jenis metabolit alami telah diidentifikasi sebagai agen antimikroba dan antioksidan. Mikroorganisme patogen dan pembusuk dapat dihambat oleh agen antimikroba yang diproduksi oleh bakteri laktat melalui aktivitas antagonistik yang kuat. Bakteri ini dapat memproduksi metabolit bioaktif seperti bakteriocin, reutericyclin, reuterin, hidrogen peroksida, karbon dioksida, acetoin, diacetyl, etanol, acetaldehida, dan senyawa organik (asam asetat dan asam laktat) sebagai agen antimikroba (AlavI, Rai, & Menezes, 2022).

Selain itu, beberapa spesies bakteri yang terkait dengan tubuh manusia diketahui dapat memproduksi hidrogen peroksida. Dalam kehadiran oksigen, bakteri asam laktat probiotik *Lactobacillus johnsonii* NCC 533 melepaskan hingga 1 mM H₂O₂ yang merangsang pertumbuhan (Shi and Li, 2016). Contoh bakteriocin meliputi nisin yang diproduksi oleh *Lactococcus lactis*, plantaricin oleh *L. plantarum*, dan pediocin oleh *Pediococcus acidilactici*. Studi empiris

melaporkan bahwa *L. plantarum* menunjukkan zona penghambatan sebesar 18–22 mm terhadap *S. aureus* dan *Salmonella sp* (Maunatin and Khanifa, 2013).

D. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Antimikroba Bakteri

Asam Laktat

Banyak faktor yang secara signifikan memengaruhi efektivitas aktivitas antimikroba bakteri asam laktat. Kondisi fermentasi seperti pH, suhu, lama fermentasi, dan sumber karbon menentukan jenis metabolit yang dihasilkan. Berbagai galur bakteri asam laktat memiliki variasi genetik dalam menghasilkan asam organik dan bacterial (Yi *et al.*, 2013).

Selain itu, media kultur sangat penting; misalnya, *MRS broth* dengan pH 5–6 mendorong produksi plantaricin oleh *L. plantarum*. Selain itu, kondisi seperti metode difusi sumur agar, konsentrasi supernatan, dan jenis bakteri target akan memengaruhi hasil pengukuran zona hambat. Akibatnya, aktivitas antimikroba bakteri asam laktat bersifat multifaset, tidak hanya memengaruhi spesies bakteri tetapi juga lingkungan biokimia di mana mereka ditemukan (Yang *et al.*, 2018).

E. Terites Sebagai Sumber Potensial Isolat Bakteri Asam Laktat

Suku batak Karo di Sumatera Utara membuat terites, sebuah hidangan tradisional fermentasi ekstrem yang dibuat dari rumen sapi yang belum tercerna dan difermentasi secara alami (Isnainy Fazryn and Nuriza Dora, 2024). Selain memiliki nilai budaya, terites mengandung senyawa bioaktif seperti asam amino, peptida, dan produk degradasi protein yang mudah menguap, yang memiliki aroma kuat dan potensi bioaktivitas yang tinggi.

Menurut penelitian Fachrial, Ismawati, Jati Nugroho, & Saryono (2025) bakteri asam laktat dari terites dapat menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya seperti *S. aureus* dan *E. coli* serta menghasilkan volume besar asam laktat.

F. Bakteri Patogen

Meskipun sebagian besar bakteri bersifat tidak berbahaya atau bermanfaat, bakteri patogen merupakan subkelompok bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Terdapat ribuan mikroorganisme flora usus dalam tubuh

manusia (Rolhion and Chassaing, 2016). Mikroorganisme ini berinteraksi dengan mikroorganisme komensal dan saprofit, di antara mikroorganisme lainnya. Pertahanan alami terhadap invasi mikroorganisme disediakan oleh sistem pertahanan tubuh. Untuk menembus pertahanan ini dan masuk ke dalam tubuh, mikroorganisme patogen telah mengembangkan strategi. Infeksi biasanya terjadi ketika sistem pertahanan tubuh melemah akibat trauma atau penyakit mendasar. Derajat di mana spesies bakteri dapat menyebabkan penyakit dan gejala bergantung pada virulensinya, yang menentukan patogenisitasnya (Shapiro-Ilan *et al.*, 2005).

Meskipun beberapa bakteri bersifat avirulen dan tidak berdampak pada kesehatan, bakteri lain yang secara aktif mengekspresikan gen virulensi di dalam sel inang dapat menyebabkan masalah serius. Toksin (seperti enterotoksin), lapisan permukaan, dan reseptor permukaan yang menempel pada sel inang merupakan contoh faktor virulensi. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bakteri sangat penting bagi tubuh manusia yang sehat, dan ketidakseimbangan dalam jumlahnya dapat menyebabkan penyakit. Aktivitas dan fungsi bakteri serta inangnya saling mempengaruhi. Kecenderungan inang terhadap faktor virulensi bakteri dan ketahanan patogen terhadap sistem pertahanan inang menentukan patogenisitas. Banyak proses penting terlibat dalam patogenesis bakteri, termasuk kontak, kolonisasi, invasi, penghindaran sistem pertahanan inang, dan infeksi (Soni, Sinha, & Pandey, 2024).

1. *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri batang, anaerobik, gram-negatif yang termasuk dalam keluarga *Enterobacteriaceae*. Beberapa strain patogen dapat menyebabkan infeksi serius, seperti pada saluran pencernaan manusia (misalnya EPEC, EHEC) dan saluran kemih (UPEC), meskipun sebagian besar strain bersifat tidak berbahaya atau bahkan bermanfaat sebagai komensal dalam saluran pencernaan manusia. (Anueyiagu, Agu, Umar, & Lopes, 2024). Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) menyebabkan adhesi mukosa yang kuat dan produksi enterotoksin melalui mekanisme virulensi spesifik. Karena *Escherichia coli* dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan,

bakteri ini digunakan sebagai organisme model dalam pengujian aktivitas antibiotik dan sebagai indikator utama kontaminasi feses (Haryani, Susanti, & Amelia. 2019).



Gambar 2.2 Hasil pewarnaan Gram *Escherichia coli* 100×
(Vidal, Chamorro and Girón, 2016)

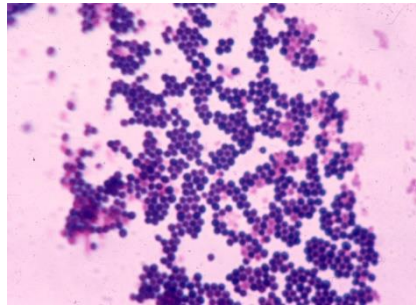
Berdasarkan urutan tingkat taksonnya, maka klasifikasi dari *Escherichia coli* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Prokarotae</i>
Devisi	: <i>Gracilicutes</i>
Kelas	: <i>Scotobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Familia	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

2. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram-positif yang merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas yang terkait dengan penyakit menstruasi. Patogen ini dapat menyebabkan berbagai penyakit, mulai dari pneumonia dan sepsis hingga infeksi ginjal yang parah dan kadang-kadang mematikan (Kadir *et al.*, 2025). Jenis bakteri ini bersifat anaerobik dan menghasilkan banyak faktor virulensi, termasuk hemolisin, koagulase, eksotoksin, dan enzim proteolitik (Collins *et al.*, 2021). *Staphylococcus aureus* merupakan penyebab utama pneumonia, sepsis, abses, dan infeksi kulit. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) merupakan masalah kesehatan global karena resistensinya yang tinggi terhadap antibiotik β -laktam. Oleh karena

itu, penelitian tentang agen antimikroba alternatif terhadap strain ini sangat penting.



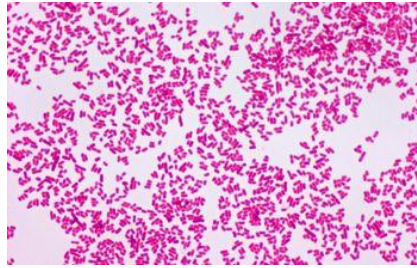
Gambar 2.3 Hasil pewarnaan Gram *Staphylococcus aureus* 100x
(Syahputri *et al.*, 2023)

Berdasarkan urutan tingkat taksonnya, maka klasifikasi dari *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Firmicutes</i>
Kelas	: <i>Bacilli</i>
Ordo	: <i>Bacillales</i>
Family	: <i>Staphylococcaceae</i>
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i>

3. *Salmonella typhimurium*

Salmonella typhimurium adalah bakteri Gram negatif yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini bersifat motil dengan flagela peritrik dan dapat menyebabkan gastroenteritis pada manusia dan hewan. Penularan bakteri ini biasanya terjadi melalui makanan yang terkontaminasi.(Qamar, Hussain and Qureshi, 2022). Selain itu, *Salmonella typhimurium* dapat bertahan hidup dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga sering digunakan sebagai indikator patogen dalam penelitian mengenai keamanan pangan dan aktivitas antibakteri. Bakteri ini juga diketahui menghasilkan hidrogen sulfida (H_2O_2), yang dapat digunakan sebagai ciri khas untuk identifikasi di laboratorium..



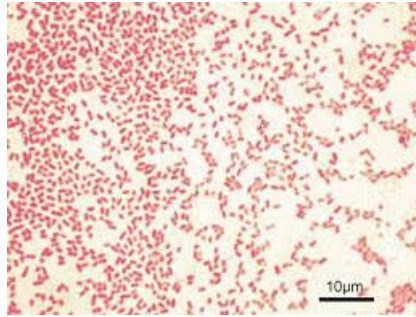
Gambar 2.4 Hasil pewarnaan Gram *Salmonella typhimurium* 100x
(Lu *et al.*, 2025)

Berdasarkan urutan tingkat taksonnya, maka klasifikasi dari *Salmonella typhimurium* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacterales</i>
Family	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Salmonella</i>
Spesies	: <i>Salmonella typhimurium</i>

4. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri Gram negatif yang umumnya ditemukan di lingkungan seperti udara, tanah, dan tempat yang lembap. Bakteri ini bersifat aerobik obligat. Bakteri ini dikenal sebagai patogen oportunistik yang dapat menyebabkan penyakit pada orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, seperti infeksi paru-paru, pneumonia, dan infeksi saluran kemih. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan pigmen berwarna biru (pyocyanin) dan resisten terhadap banyak antibiotik. Karena itu, *Pseudomonas aeruginosa* sering digunakan sebagai bakteri uji dalam penelitian aktivitas antimikroba untuk menentukan efektivitas agen antibakteri terhadap bakteri Gram negatif yang resisten. (Hafi and Alocilja, 2025).



Gambar 2.5 Hasil pewarnaan Gram *Pseudomonas aeruginosa* 100x
(Nathalie, 2013)

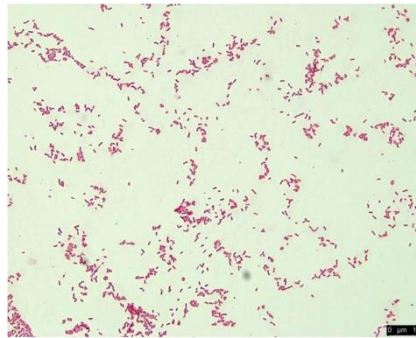
Berdasarkan urutan tingkat taksonnya, maka klasifikasi dari *Pseudomonas Pseudomonas* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	: <i>Pseudomonadales</i>
Family	: <i>Pseudomonadales</i>
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Spesies	: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

5. *Klebsiella aerogenes*

Klebsiella aerogenes yang juga dikenal sebagai bakteri Gram-negatif berbentuk batang, anaerob fakultatif, dan anggota keluarga *Enterobacteriaceae* (Galatiuk *et al.*, 2020). Bakteri-bakteri ini termasuk patogen oportunistik yang sering ditemukan pada infeksi nosokomial seperti pneumonia, infeksi saluran kemih, dan sepsis pada pasien rawat inap. *Klebsiella aerogenes* memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm, memproduksi enzim β -laktamase, dan menunjukkan resistensi tinggi terhadap banyak antibiotik, termasuk karbapenem (Jin *et al.*, 2024). *Klebsiella* merupakan salah satu genus bakteri yang paling umum ditemukan dan dikenal memiliki resistensi antibiotik yang tinggi, serta menjadi penyebab utama beberapa penyakit nosokomial. Bakteri yang resisten terhadap banyak pengobatan merupakan masalah global, dan sangat penting untuk menemukan alternatif, seperti senyawa fitokimia

antibakteri yang efektif melawan *Klebsiella aerogenes* (Tuz Zohora *et al.*, 2022).



Gambar 2.6 Hasil pewarnaan Gram *Klebsiella aerogenes* 100x
(Sembiring, Herman and Suwanto, 2025)

Berdasarkan urutan tingkat taksonnya, maka klasifikasi dari *Klebsiella aerogenes* adalah sebagai berikut :

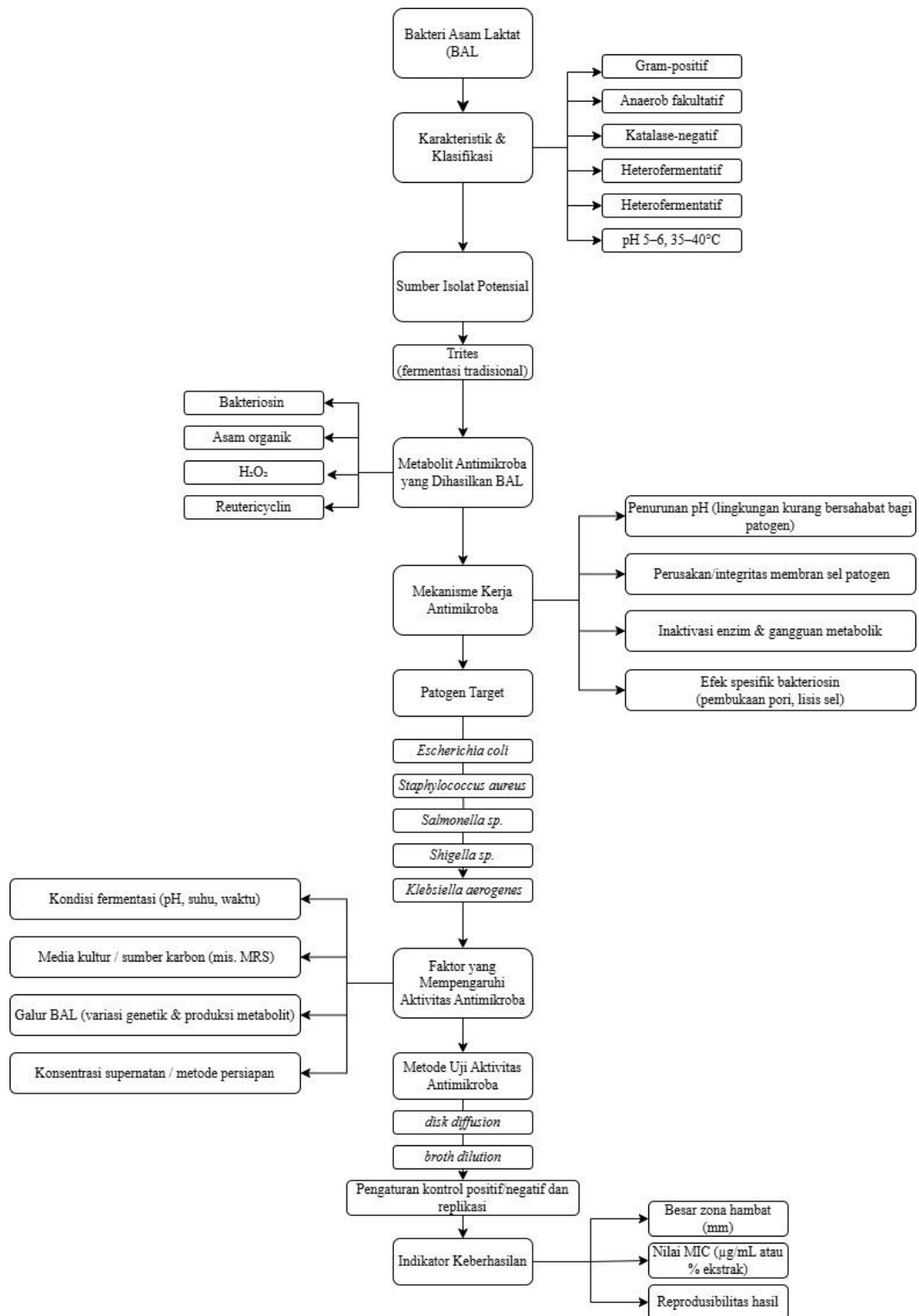
Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	: <i>Eubacteriales</i>
Family	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Klebsiella</i>
Spesies	: <i>Klebsiella aerogenes</i>

G. Metode Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat

Metode sumuran dilakukan dengan membuat lubang yang dibuat tegak lurus pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diisi dengan sampel yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang (Pelzcar, 2006). Metode sumuran memiliki kelebihan yaitu lebih mudah mengukur luas zona hambat yang terbentuk karena bakteri beraktivitas tidak hanya di permukaan atas nutrisi agar tetapi juga sampai ke bawah. Pembuatan sumuran memiliki beberapa kesulitan seperti terdapatnya sisa-sisa agar pada suatu media yang digunakan untuk membuat sumuran, selain itu

juga besar kemungkinan media agar retak atau pecah disekitar lokasi sumuran sehingga dapat mengganggu proses peresapan antibiotik ke dalam media yang akan memengaruhi terbentuknya diameter zona bening saat melakukan uji sensitivitas (Nurhayati, Yahdiyani and Hidayatulloh, 2020).

I. Kerangka Teori



Gambar 2.7 Kerangka Teori