

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konsumsi pangan yang sehat mendorong tingginya preferensi pada pangan fungsional, yaitu pangan yang tidak hanya menyediakan zat gizi tetapi juga berpotensi menunjang kesehatan dan menurunkan risiko penyakit. Salah satu pangan fungsional yang erat kaitannya dengan kesehatan adalah kefir. Kefir merupakan susu yang difermentasi menggunakan kefir grain sebagai starter alami yang terdiri atas konsorsium bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan yeast. Pemilihan substrat susu sangat memengaruhi kualitas kefir yang dihasilkan. Susu kambing memiliki potensi yang unggul karena kandungan asam lemak rantai menengah yang lebih tinggi, peptida bioaktif serta profil mineral yang khas. Komposisi nutrisi tersebut mendukung proliferasi mikroba dalam dinamika fermentasi sehingga terbentuk komunitas mikroba yang stabil dan berkontribusi pada peningkatan karakteristik fungsional kefir.

Kefir diproduksi menggunakan starter kefir grain yang tersusun oleh kompleks simbiosis mikrobiota yang berjumlah sekitar 300 spesies dari bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan yeast. Kefir grain secara fisik terlihat hampir menyerupai bunga kol berukuran diameter 0,3 sampai 1,3 cm, berwarna putih dan putih kekuningan dengan tekstur berlendir yang apabila ditekan bersifat elastis (Van Wyk, 2019). Kefir grain terdiri dari sekitar 83% air, 4-5% protein dan 9-10% polisakarida (kefiran) (Bengoa *et al.*, 2018). Sementara itu, Motoshima *et al.* (2025) menyatakan bahwa komunitas mikroba dalam kefir grain umumnya didominasi oleh bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., dan *Leuconostoc* spp., disertai juga dengan bakteri asam asetat dan yeast seperti *Saccharomyces*, *Kluyveromyces* dan *Monosporozyma* yang berkontribusi pada fermentasi laktosa, produksi asam organik dan metabolit fungsional lainnya.

Komposisi fisikokimia dan mikrobiota kefir grain bervariasi antar sumber dan kondisi fermentasi. Menurut Alves *et al.* (2021) variasi kondisi ini juga menentukan sifat fisikokimia kefir, termasuk pH, viskositas, kadar senyawa

bioaktif, serta profil nutrisi dan sensorik yang dihasilkan selama fermentasi. Lebih lanjut Ströher *et al.* (2025), menyatakan bahwa komposisi fisikokimia ini dipengaruhi oleh jenis susu, kondisi fermentasi serta sanitasi dan penanganan selama produksi dan penyimpanan. Variasi ini juga mencerminkan adaptasi komunitas mikroba terhadap lingkungan fermentasi dan sumber nutrisi yang tersedia.

Kefir memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk aktivitas antikanker, hipokolesterolemik, antihipertensi, neuroprotektif terhadap alzheimer serta pencegahan osteoporosis (Vieira *et al.*, 2021). Namun demikian, efektivitas kefir dalam menurunkan kadar glukosa darah pada kondisi hiperglikemia masih memerlukan kajian lebih lanjut untuk memperoleh bukti yang lebih konklusif mengenai mekanisme dan manfaat fisiologisnya. Sementara itu, Yilmaz *et al.* (2022) menyatakan bahwa hiperglikemia pada diabetes mellitus dapat terjadi akibat penurunan respons jaringan terhadap insulin (resistensi insulin) dan/atau gangguan fungsi sel β pankreas dalam mensekresikan insulin, sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Kondisi glukotoksitas akibat paparan glukosa berlebih dapat memicu stres oksidatif, inflamasi dan apoptosis sel β pankreas, yang berdampak pada progresivitas diabetes mellitus.

Komponen bioaktif kefir, seperti eksopolisakarida, peptida bioaktif dan antioksidan, berpotensi memberikan efek hipoglikemik melalui peningkatan sensitivitas insulin, penurunan stres oksidatif dan respons inflamasi, serta penghambatan aktivitas enzim pencernaan terutama α -glukosidase. Penghambatan enzim tersebut dapat memperlambat proses hidrolisis karbohidrat dan penyerapan glukosa, sehingga berpotensi menekan peningkatan kadar glukosa darah postprandial (Yen *et al.*, 2025). Selain itu, eksopolisakarida berpotensi sebagai antioksidan yang memberikan efek protektif terhadap sel β pankreas melalui pengurangan kerusakan oksidatif akibat akumulasi radikal bebas (Athira *et al.*, 2026). Oleh karena itu, uji *in vivo* pada tikus Wistar jantan (*Rattus norvegicus*) diperlukan untuk mengetahui secara sistematis kemampuan kefir susu kambing dalam menurunkan kadar gula darah, sekaligus memverifikasi mekanisme biologis yang terlibat. Uji ini diharapkan dapat memberikan data empiris yang kuat, mendukung pengembangan kefir sebagai produk fungsional antidiabetik

serta memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatannya dalam terapi pengendalian diabetes.

Penelitian mengenai kualitas kefir yang tersebar di Indonesia masih terbatas. Kefir yang berkualitas baik secara umum didefinisikan memenuhi standar mutu kefir (CODEX STAN 243-2003), memiliki komunitas mikrobiota yang lengkap dan menunjukkan sifat fungsional yang mendukung kesehatan konsumen. Profil mikroba pada kefir dapat diketahui melalui studi metagenomik. Walsh *et al.* (2023), menyatakan bahwa metagenomik merupakan pendekatan utama untuk mendeteksi komposisi mikroba kompleks dengan cara menganalisis materi genetik langsung dari suatu sampel tanpa isolasi kultur, sehingga memungkinkan identifikasi taksa yang tidak mudah ditangkap oleh metode kultur tradisional.

Teknologi *next-generation sequencing* (NGS) telah merevolusi penelitian genomik dan metagenomik dengan kemampuannya untuk menghasilkan data sekuens dalam jumlah besar secara paralel (*high-throughput*) dan dalam waktu relatif singkat, sehingga memungkinkan pemetaan genom, identifikasi gen serta analisis komunitas mikroba. Sesuai dengan pernyataan Pervez *et al.* (2022) bahwa NGS merupakan teknik penting dalam studi biodiversitas mikroba dan profil taksonomi melalui marker gen seperti 16S rRNA dan ITS (*Internal Transcribed Spacer*). Sementara itu, Hajnajafi dan Iqbal (2025) menyatakan bahwa metabolomik merupakan pendekatan sistematis untuk menganalisis semua metabolit yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau yang terdapat pada komunitas biologis tertentu serta merepresentasikan jalur metabolik aktif dan respons biokimia. Teknik *ultra-performance liquid chromatography* (UPLC-MS) menjadi metode utama dalam penelitian metabolomik karena mampu memberikan resolusi, sensitivitas dan akurasi tinggi dalam identifikasi serta kuantifikasi metabolit secara komprehensif. Dengan demikian, integrasi metagenomik dan metabolomik pada penelitian ini penting untuk mengetahui interaksi antara komunitas mikroba dan metabolit dalam kefir susu kambing yang menentukan potensi aktivitas antidiabetik.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian mengenai kajian potensi kefir sebagai pangan fungsional antidiabetik dengan pendekatan

metagenomik dan metabolomik. Penelitian ini menggunakan kefir grain dari penggiat kefir diberbagai daerah meliputi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Kalimantan Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah kefir di Indonesia telah memenuhi standar CODEX STAN 243-2003 dan menunjukkan potensi antidiabetik melalui aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase?
2. Bagaimana efektivitas kefir sebagai pangan antidiabetik berdasarkan uji *in vivo*?
3. Bagaimana keragaman metagenomik komunitas bakteri dan yeast pada kefir serta keterkaitannya dengan profil metabolomik dalam aktivitas antidiabetik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menemukan kefir di Indonesia yang telah memenuhi standar CODEX STAN 243-2003 dan menunjukkan potensi antidiabetik melalui aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase.
2. Menemukan kefir yang memiliki efektivitas yang tinggi sebagai pangan antidiabetik.
3. Mengidentifikasi keragaman metagenomik komunitas bakteri dan yeast pada kefir serta keterkaitannya dengan profil metabolomik dalam aktivitas antidiabetik.

1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kefir yang beredar di Indonesia telah memenuhi standar CODEX STAN 243-2003 dan menunjukkan potensi antidiabetik melalui aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase.
2. Kefir memiliki efektivitas tinggi sebagai pangan antidiabetik.

3. Terdapat keragaman metagenomik komunitas bakteri dan yeast pada kefir dan memiliki relevansi dengan profil metabolomik dalam menunjang aktivitas antidiabetik.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain, sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai kualitas kefir di Indonesia sehingga memperkuat dasar penelitian pangan fungsional.
2. Memberikan bukti ilmiah melalui uji *in-vivo* bahwa kefir efektif sebagai pangan antidiabetik melalui mekanisme biologis dan bioaktivitas kefir.
3. Memperkaya khasanah pengetahuan tentang keragaman bakteri dan yeast serta profil metabolit kefir sebagai pangan fungsional antidiabetik.
4. Memberikan masukan bagi pemerintah dalam penentuan standar mutu kefir sebagai produk pangan fermentasi.

1.6. Kebaharuan Penelitian (*Novelty*)

1. Ditemukannya kefir grain yang sudah terseleksi dan berpotensi sebagai pangan fungsional antidiabetik dari Indonesia dan telah memenuhi standar mutu kefir (CODEX STAN 243-2003).
2. Ditemukannya bukti ilmiah mengenai efektivitas kefir sebagai pangan fungsional antidiabetik berdasarkan uji *in-vivo*.
3. Ditemukannya integrasi hubungan antara komunitas mikroba pada kefir dan kefir grain dengan metabolit hasil fermentasi dan aktivitas antidiabetik kefir berdasarkan analisis metagenomik dan metabolomik.