

Pengaruh Konsentrasi Bibit Starter dan Lama Penyimpanan terhadap Stabilitas pH dan Tingkat Keasaman Kefir

Adelia Dwi Margaretha, Irfan Fadhlurrohman*

Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

*Email Korespondensi: irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

Abstrak

Kefir merupakan produk fermentasi susu yang mengandung bakteri asam laktat dan khamir dengan karakteristik rasa asam serta memiliki manfaat kesehatan. Stabilitas pH dan tingkat keasaman kefir dipengaruhi oleh konsentrasi bibit starter dan lama penyimpanan selama proses fermentasi maupun penyimpanan produk. Review ini bertujuan mengkaji pengaruh konsentrasi bibit starter dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH serta tingkat keasaman kefir berdasarkan berbagai hasil penelitian ilmiah. Sumber data diperoleh melalui studi literatur terhadap jurnal-jurnal nasional dan internasional terkait fermentasi kefir, aktivitas mikroorganisme, serta perubahan sifat kimia selama penyimpanan. Hasil kajian menunjukkan peningkatan konsentrasi starter menyebabkan aktivitas fermentasi berlangsung lebih cepat sehingga nilai pH menurun dan tingkat keasaman meningkat. Lama penyimpanan juga memengaruhi kualitas kefir karena aktivitas mikroorganisme tetap berlangsung selama disimpan pada suhu rendah. Kondisi tersebut mengakibatkan akumulasi asam laktat yang menurunkan pH serta meningkatkan total asam tertitiasi. Stabilitas pH dan tingkat keasaman terbaik diperoleh pada penggunaan konsentrasi starter yang sesuai dan waktu penyimpanan terkendali sehingga mutu kefir tetap optimal.

Kata kunci: Kefir, Bibit Starter, pH, Keasaman, Lama Penyimpanan

Abstract

Kefir is a fermented milk product containing lactic acid bacteria and yeast, characterized by a sour taste and health benefits. The pH stability and acidity of kefir are influenced by the starter culture concentration and storage time during the fermentation process and product storage. This review aims to examine the effect of starter culture concentration and storage time on changes in the pH and acidity of kefir, based on various scientific research findings. Data sources were obtained through literature studies of national and international journals related to kefir fermentation, microbial activity, and changes in chemical properties during storage. The results showed that increasing starter concentration accelerated fermentation, resulting in a decrease in pH and an increase in acidity. Storage time also affected kefir quality because microbial activity persisted during storage at low temperatures. This condition resulted in the accumulation of lactic acid, which lowered the pH and increased the total titratable acid. The best pH stability and acidity levels were achieved by using the appropriate starter concentration and controlled storage time, thus maintaining optimal kefir quality.

Keywords: Kefir, Starter Culture, pH, Acidity, Storage Time

PENDAHULUAN

Kefir merupakan produk olahan susu hasil fermentasi yang di dalamnya terdapat kandungan starter dan berasal dari kawasan Kaukasus dan Tibet, kemudian berkembang secara global sebagai minuman probiotik yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Kefir dihasilkan melalui proses fermentasi dengan menggunakan biji kefir (*kefir grains*) yang berbentuk butiran, tersusun dari matriks kompleks dan polisakarida yang disebut kefiran sebagai tempat hidup koloni mikroorganisme yang saling menguntungkan (Apalowo *et al.*, 2024). Minuman kefir dicirikan oleh keasamannya, kandungan alkohol yang rendah, dan karbon dioksida alami. Selain itu, kefir juga memiliki kandungan gizi yang melimpah, mencakup protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan.

Minat konsumen terhadap produk kefir terus meningkat, terutama sejak meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi pangan fungsional pascapandemi COVID-19. Kefir diklasifikasikan sebagai minuman fungsional karena mengandung metabolit bioaktif dan mikroorganisme probiotik dalam jumlah yang cukup, seperti asam organik, peptida bioaktif, polisakarida, dan vitamin B, yang dihasilkan selama proses fermentasi (Dahiya dan Nigam, 2023). Berbagai peneliti ilmiah telah membuktikan bahwa konsumsi kefir secara rutin memberikan manfaat kesehatan yang luas, diantaranya adalah perbaikan kesehatan saluran pencernaan, efek antibakteri, penurunan kolesterol darah, pengendalian kadar glukosa, sifat antiinflamasi, dan aktivitas antioksidan (Apalowo *et al.*, 2024).

Kualitas produk kefir ditentukan oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu konsentrasi bibit starter yang digunakan dan kondisi penyimpanan pascapengolahan. Konsentrasi bibit starter memengaruhi laju fermentasi, komposisi mikrobiologis, serta kandungan kimia kefir yang dihasilkan. Nilai pH dan tingkat keasaman merupakan dua parameter fisikokimia yang paling representatif dalam menggambarkan kualitas produk susu fermentasi, karena keduanya mencerminkan tingkat aktivitas metabolisme mikroorganisme selama fermentasi dan penyimpanan, serta berkaitan langsung dengan keamanan pangan, cita rasa, tekstur, dan viabilitas bakteri probiotik (Wiyanto & Suprijono, 2024).

Berdasarkan SNI 7552:2009 tentang minuman susu fermentasi, produk kefir yang memenuhi standar mutu harus memiliki nilai pH 3,5-4,5 dan total asam tertitrasi sebesar 0,5-2% (dihitung sebagai asam laktat). Penyimpanan dari rentang nilai tersebut dapat

mengindikasikan adanya ketidaknormalan dalam proses fermentasi, gangguan mutu organoleptik, atau bahkan kerusakan produk yang berpotensi merugikan konsumen (BSN, 2009).

METODE

Penelitian ini menerapkan metode kualitatif berbasis studi literatur, dengan mengandalkan data sekunder yang bersumber dari jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional, buku-buku terkait, serta standar yang berlaku seputar kefir. Proses pengumpulan literatur dilakukan dengan menelusuri berbagai sumber ilmiah yang mengkaji topik konsentrasi starter, durasi penyimpanan, tingkat pH, serta derajat keasaman kefir. Selanjutnya, sumber-sumber tersebut ditelaah menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif guna membandingkan sekaligus merangkum temuan-temuan dari penelitian sebelumnya. Fokus kajian ini diarahkan pada bagaimana konsentrasi starter dan durasi penyimpanan memengaruhi kestabilan pH dan keasaman kefir, bagaimana kedua faktor tersebut saling berinteraksi, serta dampaknya terhadap kualitas dan manfaat fungsional produk kefir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kefir: Definisi, Komposisi Mikrobiologis, dan Proses Fermentasi

Kefir merupakan minuman susu fermentasi betekstur cair yang dihasilkan melalui fermentasi susu segar, susu pasteurisasi, susu skim, atau susu rendah lemak menggunakan biji kefir sebagai starter (Wiyanto dan Suprijono, 2024). Biji kefir memiliki bentuk berupa butiran berwarna putih hingga kuning pucat, bertekstur kenyal, berbentuk granula tidak beraturan, berdiameter 0,5 – 3,5 cm, dan tersusun dari matriks tiga dimensi yang terbentuk dari protein kasein dan polisakarida (kefiran) sebagai nutrisi bagi koloni mikroorganisme yang hidup (Margareth *et al.*, 2020). Komposisi mikrobiologis kefir sangat beragam dan dipengaruhi oleh asal geografis, jenis susu yang digunakan, serta kondisi pemeliharaan biji kefir.

Secara umum, butiran kefir mengandung bakteri asam laktat (LAB) dari genus *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, dan *Streptococcus*, serta ragi dari genus *Saccharomyces*, *Candida*, dan *Kluyveromyces* (Xu *et al.*, 2023). Beberapa penelitian juga melaporkan kehadiran bakteri asam asetat dari genus *Acetobacter* dalam biji kefir, yang turut berkontribusi pada pembentukan asam asetat dan aroma kefir yang khas. Interaksi antara berbagai kelompok mikroorganisme tersebut menghasilkan produk fermentasi

dengan karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik yang unik dan berbeda dari produk fermentasi lainnya seperti yoghurt (Guzel *et al.*, 2021).

Proses fermentasi kefir berlangsung melalui dua jalur metabolisme utama yang berjalan secara bersamaan. Pertama, fermentasi asam laktat yang dilakukan oleh BAL yang mengubah laktosa menjadi asam laktat sebagai produk utama, sehingga menyebabkan penurunan pH dan peningkatan asam keasaman produk secara progresif. Kedua, fermentasi alkohol yang dilakukan oleh khamir yang mengubah gula menjadi etanol dan karbon dioksida, membuat kefir memiliki cita rasa dan sifat karbonat yang khas (Anggraeni dan Rosida, 2023). Selain asam laktat, BAL juga menghasilkan asam asetat, diasetil, dan asetaldehida sebagai produk metabolisme sekunder yang turut membentuk profil aroma kefir.

Kandungan gizi kefir dipengaruhi oleh jenis susu yang digunakan sebagai bahan baku. (Wiyanto & Suprijono, 2024) melaporkan bahwa kefir susu kerbau memiliki kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi daripada kefir susu sapi atau susu kambing, karena secara umum komposisi gizi susu kerbau lebih kaya. Di sisi lain, kadar laktosa susu kerbau yang lebih tinggi juga menyebabkan laju produksi asam laktat selama fermentasi lebih besar, sehingga kefir susu kerbau cenderung memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan kefir dari susu sapi atau kambing pada kondisi fermentasi yang sama.

Pengaruh Konsentrasi Bibit Starter Terhadap pH dan Keasaman Kefir

Konsentrasi bibit starter merupakan salah satu faktor yang paling menentukan laju dan intensitas fermentasi kefir. Bibit starter yang dimaksud dalam konteks produksi kefir adalah biji kefir yang ditambahkan ke dalam susu dalam persentase tertentu berdasarkan banyaknya susu yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi bibit starter yang ditambahkan, semakin banyak pula jumlah populasi mikroorganisme yang bermetabolisme dalam media susu, sehingga produksi asam organik berlangsung lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih besar (Prastujati *et al.*, 2018)

Tabel 1. Rangkuman Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi Bibit Starter dan Lama Penyimpanan terhadap Nilai pH dan Tingkat Keasaman Kefir

Bahan baku	Konsentrasi bibit (%)	Lama penyimpanan (Hari)	Nilai pH	Keasaman (% Asam Laktat)	Referensi
Susu UHT	2,5-10	0	3,43-4,46	0,75-1,32	Fitrianingsih <i>et al.</i> (2022)
Whey susu	5-9	0	3,92-4,35	0,80-1,25	Prastujati <i>et al.</i> (2018)

Bahan baku	Konsentrasi bibit (%)	Lama penyimpanan (Hari)	Nilai pH	Keasaman (% Asam Laktat)	Referensi
Susu Kambing	5	0	3,41-2,94	0,47-1,44	Anggraeni dan Rosida (2023)
Susu Kerbau	3-9	0	4,30-4,02	0,94-1,27	Margareth <i>et al.</i> (2022); Manurung <i>et al.</i> (2022)
Susu Sapi	5	7, 14, 21	4,43-4,35	0,33-0,60	Setiawati dan Yuniarta (2018)
Susu Sapi	2-5	0, 7, 21, 28	4,35-4,02	0,77-0, 92	Akan (2020)

Fitrianingsih *et al.* (2022) melaporkan bahwa hasil penelitiannya menggunakan susu UHT sebagai bahan baku kefir dengan variasi konsentrasi biji kefir sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Temuan dari penelitian tersebut memperlihatkan bahwa konsentrasi biji kefir memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH kefir yang dihasilkan. Konsentrasi bibit 2,5% menghasilkan nilai pH sebesar 4,46, sedangkan konsentrasi bibit 10% menghasilkan nilai pH yang signifikan sejalan dengan meningkatnya total asam tertitrasi dari 0,75% menjadi 1,32% asam laktat seiring peningkatan konsentrasi bibit starter.

Hasil yang konsisten juga dilaporkan oleh Margareth *et al.* (2020) dan Manurung *et al.* (2022) dalam penelitiannya menggunakan susu kerbau dengan variasi konsentrasi biji kefir 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Margareth *et al.* (2020) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi biji kefir memengaruhi karakteristik kefir yang ditandai dengan penurunan pH dari 4,30 menjadi 4,02, sedangkan Manurung *et al.* (2022) melaporkan peningkatan konsentrasi biji kefir menyebabkan peningkatan total asam dari 0,94% menjadi 1,27%.

Prastujati *et al.* (2018) dalam penelitiannya menggunakan whey susu sebagai bahan baku kefir dengan variasi konsentrasi starter 5%, 7%, dan 9% menunjukan bahwa peningkatan konsentrasi starter yang digunakan akan diikuti dengan penurunan nilai pH serta kenaikan total asam tertitrasi yang dihasilkan. Kefir dengan starter 9% menghasilkan pH terendah sebesar 3,92 dan kadar asam laktat tertinggi sebesar 1,25% dibandingkan dengan starter 5% yang menghasilkan pH 4,35 dan kadar asam laktat 0,80%. Fenomena tersebut dijelaskan oleh meningkatnya jumlah sel BAL aktif pada konsentrasi starter yang lebih tinggi, yang secara proporsional menghasilkan lebih banyak asam organik melalui jalur glikolisis dan metabolisme laktosa.

Anggraeni dan Rosida (2023) melaporkan hasil serupa pada penelitian kefir susu kambing dengan konsentrasi bibit starter 5% dan variasi lama fermentasi 12,16, dan 20 jam. Kefir dengan lama fermentasi 20 jam menghasilkan nilai pH terendah sebesar 2,94 dengan total keasaman 1,44%. Sementara itu, Sulmiyati *et al.* (2019) menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi kefir grain mempercepat proses fermentasi karena jumlah mikroorganisme awal yang lebih tinggi meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam laktat. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan pH dan peningkatan keasaman berlangsung lebih cepat.

Mekanisme penurunan pH dan peningkatan keasaman akibat peningkatan konsentrasi bibit starter dapat dijelaskan melalui perspektif kinetika pertumbuhan mikroorganisme. Ketika jumlah inokulum awal lebih besar, laju pertumbuhan BAL selama fase adaptasi berlangsung lebih singkat, sehingga fase produksi asam aktif dicapai lebih cepat (Wiyanto & Suprijono, 2024). Selain itu, senyawa eugenol, *cinnamaldehyde*, dan berbagai enzim dalam biji kefir turut berperan dalam menguraikan protein susu menjadi peptida serta asam amino bebas yang selanjutnya berfungsi sebagai substrat bagi proses metabolisme khamir dan bakteri asam laktat, sehingga secara keseluruhan proses pengasaman berlangsung lebih intensif pada konsentrasi starter yang lebih tinggi.

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap pH dan Keasaman Kefir

Penyimpanan merupakan tahap pascaproduksi yang tidak terpisahkan dari rantai distribusi produk kefir. Selama masa penyimpanan, perubahan kimiawi dan mikrobiologis dalam produk terus berlangsung, meskipun dengan laju yang lebih rendah dibandingkan selama fermentasi. Aktivitas metabolisme BAL mesofil yang masih *viable* dalam produk terus menurun dan keasaman terus meningkat secara bertahap seiring berjalannya waktu penyimpanan (Setiawati dan Yuniarta, 2018).

Setiawati dan Yuniarta (2018) mengkaji dampak suhu serta lama penyimpanan terhadap kadar karakteristik kefir susu sapi. Secara implisit, penelitian tersebut juga melaporkan perubahan nilai pH yang terjadi selama perlakuan penyimpanan dengan durasi 7, 14, dan 21 hari pada suhu *refrigerator* (15°C) dan suhu beku. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan pada suhu 15°C, nilai pH kefir mengalami penurunan yang nyata dari 4,43 (hari ke-7) menjadi 4,35 (hari ke-21), sedangkan total asam meningkat dari 0,33% menjadi 0,60%. Penyimpanan pada suhu yang lebih rendah terbukti menghambat laju perubahan pH dan keasaman tersebut secara signifikan, karena suhu rendah menekan aktivitas metabolisme BAL.

Data dari Akan (2020) menunjukkan bahwa nilai pH kefir mengalami penurunan secara konsisten dari 4,25 menjadi 4,02 selama penyimpanan 7 hari pada suhu 4°C. Adapun keasaman kefir berada pada rentang 0,77-0,92 g asam laktat/100mL dan mengalami fluktuasi selama masa penyimpanan, dengan perbedaan yang signifikan antara awal dan akhir periode penyimpanan. Laju perubahan pH terbesar terjadi antara hari ke-5 dan ke-6, yang menunjukkan aktivitas fermentasi masih berlangsung selama penyimpanan pada suhu rendah.

Mekanisme perubahan pH dan keasaman kefir selama penyimpanan dingin berkaitan erat dengan aktivitas sisa (*post-acidification*) dan mikroorganisme yang masih viable dalam produk. Meskipun suhu *refrigerator* (4°C) telah menekan laju pertumbuhan BAL secara signifikan, sejumlah BAL psikotrofik yang terdapat dalam biji kefir tetap mampu melakukan metabolisme terbatas pada suhu tersebut (Wiyanto & Suprijono, 2024). Selain itu, enzim proteolitik dan lipolitik yang dihasilkan oleh BAL dan khamir selama fermentasi tetap aktif pada suhu dingin, sehingga turut berkontribusi pada perubahan komposisi kimia kefir selama penyimpanan meskipun dalam intensitas yang lebih rendah dibandingkan selama fermentasi.

Lestari *et al.* (2018) melaporkan dalam penelitiannya mengenai kefir air kelapa bahwa lamanya waktu fermentasi sangat memengaruhi keasaman dan viskositas produk. Meskipun konteks penelitian tersebut adalah variasi lama fermentasi, temuan mengenai pola peningkatan keasaman yang progresif memberikan gambaran yang relevan mengenai dinamika perubahan asam organik dalam produk kefir selama proses fermentasi maupun penyimpanan.

Interaksi Konsentrasi Bibit Starter dan Lama Penyimpanan Terhadap Stabilitas pH dan Keasaman Kefir

Interaksi antara konsentrasi bibit starter dan lama penyimpanan merupakan aspek yang kompleks namun sangat penting dalam penentuan profil akhir kualitas kefir secara menyeluruh. Konsentrasi bibit starter yang lebih tinggi menghasilkan populasi awal mikroorganisme yang lebih besar, sehingga pada saat produk memasuki fase penyimpanan, jumlah sel viable yang masih mampu bermetabolisme juga lebih banyak. Kondisi tersebut menyebabkan kefir yang diproduksi dengan konsentrasi starter lebih tinggi cenderung mengalami *post-acidification* yang lebih intensif selama penyimpanan dibandingkan kefir dengan konsentrasi starter rendah (Wiyanto & Suprijono, 2024).

Secara praktis, penggunaan konsentrasi bibit starter perlu disesuaikan dengan tujuan penyimpanan kefir. Produk kefir yang ditujukan untuk konsumsi cepat dalam rentang 0-3 hari dapat menggunakan starter kefir sebesar 7,5-10% agar menghasilkan tingkat keasaman tinggi. Sebaliknya, kefir dengan masa distribusi lebih panjang sekitar 7-14 hari lebih sesuai menggunakan starter 2,5-5% supaya nilai pH dan keasaman akhir tetap memenuhi standar mutu serta preferensi konsumen (Setiawati dan Yunianta, 2018). Selain itu, jenis susu yang digunakan sebagai bahan baku turut memengaruhi karakteristik kefir. Wiyanto & Suprijono (2024) melaporkan bahwa kefir berbahan dasar susu kerbau cenderung memiliki tingkat keasaman lebih tinggi dibandingkan kefir susu sapi maupun kambing pada konsentrasi starter yang sama, karena kandungan laktosa pada susu kerbau lebih besar.

Implikasi Stabilitas pH dan Keasaman Terhadap Mutu dan Nilai Fungsional Kefir

Stabilitas pH dan tingkat keasaman kefir berpengaruh penting terhadap kualitas produk, terutama pada viabilitas bakteri asam laktat (BAL) probiotik, keamanan pangan, karakteristik organoleptik, dan nilai fungsionalnya bagi kesehatan. Nilai pH kefir pada kisaran 3,8-4,6 dinilai paling sesuai untuk mempertahankan kelangsungan hidup BAL probiotik sehingga manfaat kesehatan produk dapat tetap optimal saat dikonsumsi (Dahiya dan Nigam, 2023). Selain itu, kondisi asam pada kefir juga membantu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, dan *Escherichia coli*.

Meskipun demikian, penurunan pH yang terlalu rendah hingga di bawah 3,5 akibat penggunaan starter berlebih atau penyimpanan terlalu lama dapat menurunkan viabilitas BAL probiotik karena kondisi asam ekstrem melebihi batas toleransi sebagian besar bakteri tersebut (Apalowo *et al.*, 2024). Dari sisi organoleptik, tingkat keasaman kefir sangat menentukan cita rasa dan penerimaan konsumen. Kefir dengan keasaman terlalu tinggi menghasilkan rasa terlalu tajam dan menyengat, sedangkan keasaman yang terlalu rendah membuat cita rasa khas kefir kurang terasa (Fitrianingsih *et al.*, 2022).

Aryanta (2021) menegaskan dalam ulasannya bahwa kefir yang memiliki nilai pH dan keasaman dalam rentang optimal, yakni pH 3,8-4,5 dan total asam 0,6-1,0% asam laktat, menunjukkan aktivitas probiotik yang paling efektif bagi kesehatan saluran pencernaan. Senyawa bioaktif yang dihasilkan BAL dalam kondisi pH optimal, seperti bakteriosin, eksopolisakarida, dan peptida bioaktif, memiliki efektivitas biologis yang lebih tinggi dibandingkan yang dihasilkan pada kondisi pH ekstrem. Oleh karena itu, pengendal

pH dan tingkat keasaman melalui pengaturan konsentrasi bibit starter serta lama penyimpanan menjadi faktor penting untuk menjaga mutu dan nilai fungsional kefir selama masa simpan.

KESIMPULAN

Konsentrasi bibit starter dan lama penyimpanan terbukti memengaruhi stabilitas pH serta tingkat keasaman kefir. Semakin tinggi konsentrasi starter dan semakin lama penyimpanan, maka pH kefir cenderung menurun sedangkan total asam meningkat akibat aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi dan penyimpanan. Konsentrasi starter optimal berkisar 2,5-5% dengan lama penyimpanan 7-14 hari pada suhu 4°C, karena mampu menghasilkan kefir dengan pH dan keasaman yang masih sesuai standar mutu SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Akan, S. (2020). Impact of storage time on the content of kefir. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 82–90. <https://izlik.org/JA84NM35SU>
- Anggraeni, Z. D., & Rosida, D. F. (2023). Kajian lama fermentasi dan konsentrasi ekstrak daun maja (*Crescentia cujete* Linn.) terhadap karakteristik kefir susu kambing. *Jurnal Sains Peternakan*, 11(1), 31–44. <https://doi.org/10.21067/jsp.v11i1.8035>
- Apalowo, O. E., Adegoye, G. A., Mbogori, T., Kandiah, J., & Obuotor, T. M. (2024). Nutritional characteristics, health impact, and applications of kefir. *Foods*, 13(7), Article 1026. <https://doi.org/10.3390/foods13071026>
- Aryanta, I. W. R. (2021). Kefir dan manfaatnya bagi kesehatan. *Widya Kesehatan*, 3(1), 35–38. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v3i1.1657>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7552:2009 Minuman susu fermentasi berperisa*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dahiya, D., & Nigam, P. S. (2023). Therapeutic and dietary support for gastrointestinal tract using kefir as a nutraceutical beverage: Dairy-milk-based or plant-sourced kefir probiotic products for vegan and lactose-intolerant populations. *Fermentation*, 9(4), Article 388. <https://doi.org/10.3390/fermentation9040388>
- Fitrianingsih, F., Hafid, H., Kimestri, A. B., Sulfitriana, A., & Toba, R. D. S. (2022). The effect of different kefir grain starter concentration on pH, alcohol percentage, and organoleptic properties of Ultra High Temperature (UHT) milk kefir. *Atlantis Highlights in Engineering*, 22, 41–46. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220309.078>
- Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>

- Lestari, M. W., Bintoro, V. P., & Rizqiaty, H. (2018). Pengaruh lama fermentasi terhadap tingkat keasaman, viskositas, kadar alkohol, dan mutu hedonik kefir air kelapa. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 8–13.
- Manurung, J. R., Rizqiaty, H., & Bintoro, V. P. (2022). Viscosity, total acid, protein and hedonic level of kefir made from buffalo milk with different concentration of kefir grain. *Journal of Applied Food Technology*, 9(1), 1–4. <https://doi.org/10.17728/jaft.6777>
- Margareth, L. L., Nurwantoro, N., & Rizqiaty, H. (2020). Effect of different kefir grain starter concentration on yield, pH, CO₂ content, and organoleptic properties of buffalo milk kefir. *Journal of Applied Food Technology*, 7(1), 15–18. <https://doi.org/10.17728/jaft.6513>
- Prastujati, A. U., Hilmi, M., & Khirzin, M. H. (2018). Pengaruh konsentrasi starter terhadap kadar alkohol, pH, dan total asam tertitrisasi (TAT) whey kefir. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 1(2), 63–69. <https://publikasi.polije.ac.id/jipt/article/view/893>
- Setiawati, A. E., & Yuniarta, Y. (2018). Kajian analisis suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik kadar alkohol kefir susu sapi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(4), 77–86. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.04.9>
- Sulmiyati, Said, N. S., Fahrodi, D. U., Malaka, R., & Maruddin, F. (2019). The physicochemical, microbiology, and sensory characteristics of kefir goat milk with different levels of kefir grain. *Tropical Animal Science Journal*, 42(2), 152–158. <https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.2.152>
- Wiyanto, T. A., & Suprijono, M. (2024). Karakteristik kefir susu. *Zigma*, 39(1), 49–60.
- Xu, Y., Shu, G., Liu, Y., Ma, L., Li, Y., Chen, H., & Shan, C. (2023). Lactic acid bacteria and yeasts from milk kefir grains: Isolation, characterization, screening, and identification. *Acta Universitatis Cibiniensis*, 27(1), 71–82.