

STUDI LITERATUR PERBANDINGAN MUTU MIKROBIOLOGIS DAN FISIKOKIMIA MINUMAN FERMENTASI KEFIR DARI BEBERAPA JENIS SUSU

Meily Tania¹, Adolf J. N. Parhusip^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang

ABSTRAK: Kefir merupakan produk olahan susu terfermentasi yang menggunakan bibit kefir dan sering menggunakan susu sapi dalam proses pembuatannya. Pemanfaatan susu kambing dan susu kerbau dapat menjadi alternatif dari susu sapi karena memiliki kandungan nutrisi yang lebih unggul. Susu dari jenis hewan ternak yang berbeda memiliki komposisi nutrisi yang berbeda sehingga memengaruhi karakteristik kefir secara mikrobiologis dan fisikokimia. Tujuan dari kajian pustaka ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan karakteristik kefir secara mikrobiologis dan fisikokimia yang dihasilkan dengan penggunaan susu sapi, susu kambing dan susu kerbau. Penelitian yang dilakukan berbentuk kajian pustaka dengan menggunakan referensi jurnal terakreditasi nasional minimal SINTA 4 serta terakreditasi internasional minimal Scopus Q4 hasil terbitan selama 10 tahun terakhir yang terkait dengan kefir. Penggunaan jenis susu yang berbeda berpengaruh terhadap mutu mikrobiologis dan fisikokimia kefir. Kefir dengan menggunakan susu kerbau memiliki pH (4,2-4,6) yang lebih rendah, kandungan CO₂ (0,95%) yang lebih tinggi serta mutu mikrobiologis yang baik terutama terhadap kandungan khamir ($5,37 \times 10^5$ CFU/ml) dibandingkan dengan kefir yang menggunakan susu sapi dan susu kambing serta memiliki tekstur yang sangat kental (355,00 mPa.s). Kefir dengan menggunakan susu kambing memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kefir susu sapi dan susu kerbau, memiliki kandungan abu yang tinggi dan tinggi akan mineral yaitu kalsium, fosfor, kalium, sodium dan magnesium bila dibanding dengan kefir susu kambing serta memiliki tekstur yang cair (9,46-15,81 mPa.s). Kefir dengan menggunakan susu sapi memiliki kandungan mineral tembaga, besi dan seng yang lebih tinggi dibandingkan dengan kefir susu kambing, serta memiliki tekstur yang sedikit kental (64,80-161,00 mPa.s). Berdasarkan mutu mikrobiologis dan fisikokimia, dapat disimpulkan bahwa kefir susu kerbau menghasilkan karakteristik kefir paling baik.

Kata Kunci: kefir, jenis susu, mikrobiologis, fisikokimia

ABSTRACT: Kefir is a fermented dairy product that uses kefir grain and usually cow milk in the production process. Milk from different types of cattle has different nutritional composition that affects the microbiological and physicochemical of kefir. The utilization of goat and buffalo milk can be an alternative to cow milk because of their high nutritional content. Milk from different types of cattle has different nutritional composition that affects the microbiological and physicochemical of kefir. The purpose of this literature review is to determine and compare the microbiological and physicochemical of kefir produced from cow, goat, and buffalo milk. The study is carried out in the form of a literature review by using references from nationally accredited journals at least SINTA 4 and internationally accredited journals at least Scopus Q4. The use of different types of milk affects the microbiological and physicochemical of kefir. Kefir from buffalo milk has lower pH (4,2-4,6), high content of CO₂ (0,95%), and good microbiological quality especially in yeast content ($5,37 \times 10^5$ CFU/ml) with a very thick texture (355,00 mPa.s) compared to kefir made from cow and goat milk. Kefir from goat milk has higher pH than kefir from cow and buffalo milk, with higher ash content and higher mineral content of calcium, phosphor, potassium, sodium, and magnesium compared to cow milk kefir and has a thin texture (9,46-15,81 mPa.s). Kefir from cow milk has a higher mineral content of copper, zinc, and iron compared to goat milk kefir and has a slightly thick texture (64,80-161,00 mPa.s). Kefir from buffalo milk has the best microbiological and physicochemical quality.

Keywords: kefir, types of milk, microbiological, physicochemical

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan pangan yang memiliki peran penting terhadap kesehatan masyarakat karena kaya akan komponen-komponen nutrisi (Tomar *et al.*, 2019). Produksi susu sapi di Indonesia pada tahun 2019 yaitu 957,22 ribu ton dan meningkat sebanyak 4,19% menjadi 997,35 ribu ton pada tahun 2020. Konsumsi susu dan produk berbahan susu selama periode tahun 2019-2020 meningkat sebesar 1,22% dengan konsumsi susu pada tahun 2019 mencapai 4332,88 ribu ton dan pada tahun 2020 mencapai 4406,94 ton. Produksi susu sapi walaupun

meningkat, namun belum dapat memenuhi konsumsi susu dan produksi berbahan susu. Oleh karena itu diperlukan produksi susu dari sumber lain seperti susu kambing dan kerbau (Badan Pusat Statistik, 2020).

Penggunaan susu kambing dan kerbau dapat menjadi alternatif dari susu sapi. Protein pada susu sapi memiliki efek alergi yang lebih kuat dibanding susu kambing dan susu kerbau (Anggraini *et al.*, 2018). Susu kambing dan susu kerbau juga memiliki keunggulan secara nutrisi dibanding susu sapi. Susu kambing lebih mudah dicerna serta mengandung mineral dan vitamin

dalam jumlah yang lebih tinggi dibanding susu sapi (Turker *et al.*, 2013) Susu kerbau mengandung lemak, kalori, mineral, vitamin dan mikroelemen yang lebih banyak dibanding susu sapi. Hal ini dikarenakan kandungan lemak, protein dan mineral nya yang tinggi serta rasio kolesterol yang rendah (Tomar *et al.*, 2019)

Komponen nutrisi yang berlimpah pada susu menyebabkan mikroba dengan mudah menjadikan susu sebagai media untuk tumbuh dan berkembang, sehingga susu dapat mengalami kerusakan dalam waktu yang singkat (Susanti dan Utami, 2014). Pengolahan susu dengan fermentasi dapat memperpanjang masa simpan susu. Fermentasi pada susu dapat memberikan perubahan secara fisik dan komponen nutrisi serta memproduksi senyawa metabolit primer dan sekunder. Hal ini dapat meningkatkan nutrisi pada susu yang difermentasi sehingga memberikan manfaat bagi kesehatan (Hidayat *et al.*, 2015). Pengolahan susu secara fermentasi juga dapat mengurangi alergenitas dengan memecah dan mengubah senyawa alergen dalam susu (Angraini *et al.*, 2018).

Kefir merupakan salah satu diversifikasi produk olahan susu terfermentasi yang menggunakan bibit kefir dalam proses pembuatannya. Bibit kefir mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus delbrueckii*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*) dan khamir (*Kluyveromyces* spp., *Candida* spp., dan *Saccharomyces* spp.). Bakteri asam laktat dan khamir dalam kefir akan bekerja secara simbiosis memecah laktosa dalam susu untuk menghasilkan asam laktat, etanol, karbon dioksida dan senyawa-senyawa lainnya yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Kualitas kefir dipengaruhi campuran senyawa *flavor* seperti asam laktat, asetaldehida, etanol, karbon dioksida, aseton dan diasetil yang diproduksi oleh mikroflora pada bibit kefir (Triwibowo *et al.*, 2020; Hidayat *et al.*, 2015; Hecer *et al.*, 2019). Senyawa yang dihasilkan selama fermentasi memberikan rasa khas pada kefir yaitu asam, masam dan *creamy* dengan sensasi berkarbonasi serta tekstur yang kental (Gul *et al.*, 2015; Turker *et al.*, 2013). Kefir mengandung bakteri probiotik yang dapat meningkatkan proses pencernaan dengan menyediakan mikroflora dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan (Triwibowo *et al.*, 2020). Beberapa manfaat kesehatan dari mengonsumsi kefir antara lain yaitu antibakteri, antioksidan, antimutagenik, antifungal dan antitumor (Gamba *et al.*, 2020).

Kualitas kefir dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti bibit kefir, jenis susu, waktu dan suhu fermentasi (Gamba *et al.*, 2020). Penggunaan jenis susu yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik kefir yang berbeda karena kandungan komponen nutrisi yang berbeda (Tomar *et al.*, 2019). Oleh karena itu diperlukan kajian pustaka terhadap karakteristik kefir secara mikrobiologis dan fisikokimia dengan penggunaan jenis susu yang berbeda.

METODE

Penelitian yang dilakukan berbentuk kajian pustaka dengan mengumpulkan dan mengkaji jurnal dari berbagai sumber pustaka terkait. Jurnal yang digunakan merupakan hasil terbitan selama 10 tahun terakhir dengan akreditasi nasional minimal SINTA 4 maupun minimal Scopus Q4 yang terkait dengan subtopik pada penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Susu terhadap Kandungan Proksimat Kefir

Susu dari jenis hewan yang berbeda memiliki komponen nutrisi yang berbeda. Penggunaan jenis susu yang berbeda dapat memengaruhi kandungan pada kefir yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 1, kefir dengan penggunaan susu sapi, susu kambing dan susu kerbau telah memenuhi syarat mutu kandungan kefir berdasarkan CODEX dengan syarat kandungan lemak di bawah 10% dan protein minimal 2,8%. Kefir dengan penggunaan susu kambing memiliki jumlah lemak tertinggi, kefir susu kerbau memiliki jumlah lemak tertinggi sedangkan kefir susu sapi memiliki kandungan protein dan lemak terendah. Menurut hasil penelitian Tomar *et al.* (2019), penggunaan jenis susu berupa susu sapi dan kerbau berpengaruh terhadap kadar protein pada kefir. Hal ini dikarenakan susu kerbau mengandung total padatan, laktosa dan protein yang lebih tinggi.

Kandungan kefir dapat dipengaruhi komposisi susu yang digunakan sebagai bahan bakunya. Berdasarkan hasil penelitian Melia *et al.* (2018), didapat kandungan nutrisi yang berbeda pada susu sapi, kambing dan kerbau. Susu sapi mengandung protein 3,71%, lemak 5,21%, laktosa 4,34% dan total padatan 13,26%. Susu kambing memiliki kandungan protein 4,39%, lemak 6,41%, laktosa 4,58% dan total padatan 15,64%. Susu kerbau memiliki kandungan protein 6,77%, lemak 7,25%, laktosa 5,28% dan total padatan 19,31%. Kandungan susu selain dipengaruhi jenis hewan juga dipengaruhi oleh

jenis ternak, frekuensi pemerahan, pemberian pakan, jenis pakan, metode pemerahan, musim

Berdasarkan Tabel 2, jenis susu yang berbeda memengaruhi kandungan karbohidrat dan abu

Tabel 1. Pengaruh jenis susu terhadap kandungan protein dan lemak pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	3,19-3,26	3,45-3,5	Gul <i>et al.</i> (2018)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	3,38	3,04*	Tomar <i>et al.</i> (2019)
	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 10% (25 C)	3,25	1,34	Gamba <i>et al.</i> (2020)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	3,10	3,10*	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu Kambing	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	3,06	3,18*	Sarica dan Coşkun (2020)
	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu ruang), disimpan 10 hari (1-5°C)	3,91	4,52	Setyawardani <i>et al.</i> (2017)
	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 2,5%	3,59	2,02	Hardiansyah (2020)
Susu kerbau	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	4,45	3,07*	Tomar <i>et al.</i> (2019)
	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	3,12-3,18	4,15-4,25	Gul <i>et al.</i> (2018)

Keterangan:

*terdapat perlakuan standarisasi hingga didapat kandungan lemak susu sebesar 3-3,1%

dan lokasi pemerahan.

Kandungan protein dan lemak pada kefir juga dapat dipengaruhi aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi. Beberapa bakteri asam laktat yang terdapat dalam bibit kefir memiliki aktivitas proteolitik dan lipolitik yang menghasilkan peptida dan asam amino serta asam lemak selama penyimpanan pada kefir (Setyawardani *et al.*, 2017; Kurniati *et al.*, 2020).

Kandungan protein susu fermentasi selain tersusun atas protein susu juga tersusun oleh protein bakteri yang tumbuh di dalamnya (Susanti dan Utami, 2014).

Kandungan protein dan lemak yang rendah pada kefir susu kerbau pada penelitian yang dilakukan Gul *et al.* (2018), dapat terjadi dikarenakan perlakuan standarisasi total padatan pada susu dengan cara menambahkan air hingga didapat kandungan total padatan sebesar 11,5 g/100 g. Kandungan total padatan pada susu kerbau lebih tinggi dibanding susu sapi sehingga memerlukan lebih banyak air untuk mencapai kandungan total padatan yang diinginkan. Pelarutan dengan air dapat mengurangi nutrisi pada susu, sehingga kandungan nutrisi pada susu menurun (Shaikz *et al.*, 2013).

pada kefir. Kefir susu kambing mengandung kadar karbohidrat dan abu yang lebih banyak dibanding kefir susu sapi (Tomar *et al.*, 2019). Kadar abu yang tinggi pada kefir susu kambing dikarenakan kandungan abu susu kambing yang lebih tinggi dibanding susu sapi (Turker *et al.*, 2013). Jenis susu juga memengaruhi kandungan mineral pada kefir. Menurut hasil penelitian Turker *et al.* (2013), kefir yang diproduksi dari susu kambing memiliki kadar Ca, P, K, Na dan Mg yang lebih tinggi dibanding kefir yang menggunakan susu sapi. Berbeda halnya dengan kefir susu sapi yang memiliki Cu, Fe dan Zn yang lebih tinggi dibanding kefir susu kambing.

Kadar karbohidrat yang rendah pada penelitian Gamba *et al.* (2020) terjadi karena penggunaan bibit kefir dalam jumlah yang lebih banyak yaitu 10%, sedangkan kefir yang diteliti oleh Hardiansyah (2020) menggunakan bibit kefir sebanyak 2,5%. Laktosa sebagai sumber karbohidrat utama dalam susu digunakan dalam proses fermentasi kefir oleh bakteri asam laktat. Penggunaan bibit kefir yang semakin banyak akan semakin menurunkan kadar laktosa dalam susu (Setyawardani *et al.*, 2017; Sulmiyati *et al.*, 2019).

Tabel 2. Pengaruh jenis susu terhadap kadar karbohidrat dan abu pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Karbohidrat (%)	Abu (%)	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 10% (25 C)	3,73	0,75	Gamba <i>et al.</i> (2020)
Susu kambing	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu ruang), disimpan 10 hari (1-5°C)	<i>Not Tested</i>	0,86	Setyawardani <i>et al.</i> (2017)
	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 2,5%	5,53	0,80	Hardiansyah (2020)

Pengaruh Jenis Susu terhadap Mutu Mikrobiologi Kefir

Mutu mikrobiologi yaitu kandungan bakteri asam laktat dan khamir, merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitas kefir. Berdasarkan Tabel 3, jumlah *Lactococci* dan *Lactobacilli* tidak berbeda antar kefir dengan jenis susu yang berbeda. Namun kefir hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020) cenderung memiliki jumlah *Lactococci*, *Lactobacilli* dan *Leuconostoc* yang lebih banyak dibanding kefir hasil penelitian Tomar *et al.* (2019). Jumlah *Leuconostoc* pada kefir susu kambing dan kefir susu sapi tidak berbeda pada hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020) namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan kefir susu sapi dan kefir susu kerbau hasil penelitian Tomar *et al.* (2019). Kandungan bakteri asam laktat pada kefir susu sapi, susu kambing dan susu kerbau telah memenuhi standar mutu kefir berdasarkan FSANZ yaitu minimal sebanyak 10^6 CFU/ml. Namun pada kefir hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020), kandungan khamir yang didapat tidak memenuhi standar mutu kefir berdasarkan CODEX yaitu minimal sebanyak 10^4 CFU/ml.

Berdasarkan hasil penelitian Tomar *et al.* (2019), jumlah *Lactobacilli* dan khamir pada kefir susu kerbau lebih tinggi dari kefir susu sapi. Hal ini sejalan dengan penelitian Gul *et al.* (2015), jumlah khamir dan *Lactococci* pada kefir susu kerbau lebih tinggi dibanding kefir susu sapi. Berdasarkan hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020), kefir susu sapi bila dibandingkan dengan kefir susu kambing memiliki jumlah *Lactobacilli* dan khamir yang lebih tinggi. Perbedaan jumlah mikroba pada kefir susu sapi hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020) dan Tomar *et al.* (2019) dikarenakan pertumbuhan khamir yang pesat pada kefir susu sapi hasil penelitian Tomar *et al.* (2020). Khamir dalam jumlah yang banyak dapat menahan multiplikasi bakteri asam laktat. Kefir susu kerbau yang memiliki jumlah khamir tertinggi sehingga berdampak terhadap jumlah bakteri asam laktat yang lebih sedikit dibanding

kefir hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020). Penggunaan starter selain bibit kefir yaitu kultur starter pada kefir hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020) juga dapat memberikan pengaruh terhadap mikroflora kefir. Kefir yang menggunakan kultur starter jika dibandingkan dengan menggunakan bibit kefir memiliki jumlah khamir yang lebih sedikit serta jumlah bakteri asam laktat yang sedikit lebih banyak (Tomar *et al.*, 2019; Gul *et al.*, 2015).

Susu kerbau mengandung total padatan, laktosa dan protein yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan mikroorganisme dapat bertumbuh dengan cepat pada susu kerbau karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi (Tomar *et al.*, 2019; Gul *et al.*, 2015).

Bakteri asam laktat dan khamir saling bersimbiosis sehingga saling menguntungkan. Bakteri asam laktat seperti *Lactococcus spp.* dan *Lactobacillus spp.*, serta khamir seperti *Kluyveromyces spp.* dapat mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa (Grønnevik *et al.*, 2011). Glukosa selanjutnya dapat digunakan oleh khamir yang memanfaatkan gula sederhana seperti *S. cerevisiae*. Bakteri asam laktat juga menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH dalam susu sehingga memiliki suasana yang asam. Suasana asam pada kefir akan memicu pertumbuhan khamir. Khamir selanjutnya akan menghasilkan senyawa-senyawa yang membantu pertumbuhan bakteri asam laktat seperti asam amino dan vitamin. Khamir juga dapat menghasilkan senyawa metabolit berupa CO_2 yang dapat membantu memberikan lingkungan yang anaerobik serta mencegah akumulasi asam laktat yang berlebihan sehingga dapat memperpanjang pertumbuhan bakteri asam laktat (Setiawati dan Yunianta, 2018; Korukluoglu *et al.*, 2017; Setyawardani *et al.*, 2017). Bakteri *Leuconostoc* yaitu *Leuconostoc mesenteroides* menghasilkan *bacteriocin* yang dapat mencegah pertumbuhan mikroba patogen (Chang-Liao *et al.*, 2020).

Tabel 3. Pengaruh jenis susu terhadap mutu mikrobiologi pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Total Khamir (CFU/mL)	Bakteri Asam Laktat (CFU/ml)			Referensi
			<i>Lactococci</i>	<i>Lactobacilli</i>	<i>Leuconostoc</i>	
Susu Sapi	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	1,12 x 10 ⁵	5,24 x 10 ⁷	3,98 x 10 ⁷	1,77 x 10 ⁵	Tomar et al. (2019)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	2,45 x 10 ²	1,69 x 10 ⁹	1,09 x 10 ⁹	2,13 x 10 ⁸	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu kambing	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	0,64 x 10 ²	9,54 x 10 ⁸	4,16 x 10 ⁸	2,75 x 10 ⁸	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu kerbau	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	5,37 x 10 ⁵	6,76 x 10 ⁷	1,54 x 10 ⁸	9,12 x 10 ⁴	Tomar et al. (2019)

Tabel 4. Pengaruh jenis susu terhadap pH pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	pH	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 10% (25 C)	4,26	Gamba et al. (2020)
	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	4,55	Gul et al. (2015)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	4,31	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu Kambing	Inkubasi 12 jam dengan bibit kefir 4% (37°C)	4,96	Sulmiyati et al. (2019)
	Inkubasi 24 jam (28°C), disimpan 10 hari (1-5°C)	4,68	Setyawardani dan Sumarmono (2015)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	4,47	Sarica dan Coşkun (2020)
	-	4,57	Pamericar et al. (2018)
Susu kerbau	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu kamar)	4,20	Margareth et al. (2020)
	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	4,26	Gul et al. (2015)

Tabel 5. Pengaruh jenis susu terhadap total asam tertitrasi pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Total Asam Tertitrasi (%)	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	0,82	Tomar et al. (2019)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	0,87	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu Kambing	Inkubasi 12 jam dengan bibit kefir 4% (37°C)	0,26	Sulmiyati et al. (2019)
	Inkubasi 24 jam (28°C), disimpan 10 hari (1-5°C)	0,13	Setyawardani dan Sumarmono (2015)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), disimpan 1 hari	0,80	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu kerbau	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	0,88	Tomar et al. (2019)

Pengaruh Jenis Susu terhadap Keasaman pada Kefir

Keasaman merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitas kefir. Jenis susu yang berbeda dapat memengaruhi keasaman pada kefir. Keasaman pada kefir dapat diketahui melalui nilai pH dan total asam tertitrasi. Berdasarkan Tabel 4 dan 5, didapat bahwa kefir dengan jenis susu berbeda menghasilkan pH dan total asam tertitrasi yang bervariasi. Kefir yang menggunakan susu kerbau cenderung memiliki pH yang lebih rendah, sedangkan kefir yang menggunakan susu kambing cenderung memiliki pH yang paling tinggi. Total asam tertitrasi pada kefir susu sapi dan kefir susu kerbau telah memenuhi standar mutu berdasarkan CODEX yaitu minimal sebesar 0,6%. Kefir susu kambing yang telah memenuhi syarat hanya didapat pada penelitian Sarica dan Coşkun (2020). Hal ini dikarenakan penggunaan kultur starter pada kefir, sedangkan Sulmiyati *et al.* (2019) serta Setyawardani dan Sumarmono (2015) menggunakan bibit kefir.

Hasil nilai pH kefir susu kambing yang tinggi pada penelitian Sulmiyati *et al.* (2019), dikarenakan waktu fermentasinya lebih singkat yaitu 12 jam bila dibandingkan dengan waktu yang umumnya digunakan dalam pembuatan kefir yaitu 18-30 jam (Barão *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kinteki *et al.* (2018) yang meneliti pengaruh lama fermentasi pada kefir susu kambing. Kefir susu kambing dengan perlakuan waktu fermentasi tersingkat (12 jam), memiliki pH yang paling tinggi dibandingkan perlakuan dengan waktu fermentasi yang lebih lama (24, 36 dan 48 jam).

Berdasarkan hasil penelitian Tomar *et al.* (2019), kefir susu kerbau memiliki total asam tertitrasi yang lebih tinggi dibanding kefir susu sapi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Gul *et al.* (2015), total asam tertitrasi antara kefir susu kerbau dan kefir susu sapi serupa. Nilai pH yang tinggi pada kefir susu sapi hasil penelitian Gul *et al.* (2015), dikarenakan adanya pelarutan susu dengan air untuk menurunkan total padatan pada susu, sehingga mengurangi nutrisi pada susu dan berdampak pada pemenuhan nutrisi bagi mikroba dalam kefir untuk menghasilkan senyawa metabolit (Shaikz *et al.*, 2013; Rossi *et al.*, 2016).

Pembentukan asam selama proses fermentasi pada susu terjadi akibat aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah laktosa menjadi asam laktat dan. Laktosa dalam susu sebanyak 30% akan difermentasi oleh bakteri dan 70% sisanya

akan tetap berbentuk laktosa (Rosiana *et al.*, 2013). Asam laktat mencapai konsentrasi terbesar setelah fermentasi pada kefir dan berasal dari 25% laktosa pada susu, sehingga peningkatan asam tertitrasi sangat bergantung pada produksi asam laktat (Ismail *et al.*, 2011). Keasaman pada kefir juga dipengaruhi asam-asam organik hasil degradasi laktosa serta senyawa-senyawa berbasis nitrogen dari metabolisme bakteri asam laktat dan bakteri proteolitik selama fermentasi. Susu kerbau terutama mengandung total padatan, laktosa dan protein yang lebih tinggi dibanding susu sapi. Hal ini berdampak pada kefir susu kerbau memiliki keasaman yang lebih tinggi dibanding kefir susu sapi (Tomar *et al.*, 2019).

Kandungan total asam tertitrasi yang tinggi pada penelitian Sarica dan Coşkun (2020) dibanding penelitian Tomar *et al.* (2019) terjadi karena jumlah khamir yang lebih sedikit akibat penggunaan kultur starter pada penelitian Sarica dan Coşkun (2020). Beberapa jenis khamir mampu mengasimilasi asam laktat sehingga dapat memengaruhi total asam tertitrasi yang terkandung dalam kefir (Gul *et al.* 2015). Menurut hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020), kefir susu sapi memiliki total asam tertitrasi yang lebih tinggi dibanding kefir susu kambing. Kefir susu kambing memiliki kapasitas buffer dan kandungan non-protein-nitrogen yang lebih tinggi dibanding susu sapi, sehingga berdampak pada kefir dengan pembentukan asam yang lebih lama dan pH yang lebih tinggi (Sarica dan Coşkun, 2020; Grønnevik *et al.*, 2011).

Pembentukan asam yang rendah dengan menggunakan susu kambing juga sejalan dengan hasil penelitian Bezerra *et al.* (2012) yang meneliti pencampuran susu kambing dan susu kerbau pada yoghurt. Penggunaan rasio susu kerbau yang lebih tinggi memiliki laju keasaman yang lebih cepat dibandingkan hanya menggunakan susu kambing. Total padatan yang tinggi pada susu kerbau dapat berkaitan dengan kapasitas buffer yang tinggi. Namun kapasitas buffer juga dipengaruhi oleh faktor pada keasaman yaitu asam organik, garam dan protein sehingga total padatan tidak dapat langsung menentukan kapasitas buffer pada susu.

Pengaruh Jenis Susu yang Berbeda terhadap Kadar Alkohol dan CO₂ pada Kefir

Alkohol dan CO₂ merupakan senyawa metabolit yang dihasilkan mikroba selama fermentasi pada kefir. Berdasarkan Tabel 6 dan 7, jenis susu yang berbeda dapat memengaruhi

kadar alkohol dan CO₂. Berdasarkan kadar alkohol, kefir dari jenis susu yang berbeda telah memenuhi standar mutu kefir berdasarkan KEBS pada yaitu minimal 0,1%, kecuali pada kefir hasil penelitian Gul *et al.* (2015). Kandungan alkohol yang sangat rendah pada kefir hasil penelitian Gul *et al.* (2015) terjadi dikarenakan total padatan susu distandarisasi dengan penambahan air minum ke dalam susu. Pelarutan air pada susu dapat mengurangi nutrisi pada susu, sehingga berdampak pada pemenuhan nutrisi bagi mikroba dalam kefir untuk menghasilkan senyawa metabolit (Shaikz *et al.*, 2013; Rossi *et al.*, 2016).

Perbedaan kandungan alkohol pada kefir susu kambing hasil penelitian Sulmiyati *et al.* (2019) dengan Setyawardani *et al.* (2017), disebabkan oleh perbedaan suhu yang digunakan saat inkubasi. Sulmiyati menggunakan suhu inkubasi yang lebih tinggi yaitu 37°C, sedangkan Setyawardani *et al.* (2017) menggunakan suhu ruang. Suhu yang lebih tinggi pada penelitian Sulmiyati menyebabkan khamir menghasilkan alkohol lebih banyak. Hal ini dikarenakan suhu optimal *S. cerevisiae* untuk bertumbuh berkisar 30-35°C dengan produksi alkohol mencapai puncaknya pada suhu 33°C (Azizah *et al.*, 2012).

Tabel 6. Pengaruh jenis susu terhadap kadar alkohol pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Alkohol (%)	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 10% (25 C)	1,92	Gamba <i>et al.</i> (2020)
	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	0,00422	Gul <i>et al.</i> (2015)
Susu Kambing	Inkubasi 12 jam dengan bibit kefir 4% (37°C)	1,41	Sulmiyati <i>et al.</i> (2019)
	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu ruang), disimpan 10 hari (1-5°C)	0,61	Setyawardani <i>et al.</i> (2017)
Susu kerbau	Inkubasi 18 jam dengan bibit kefir 5% (24°C)	0,00698	Gul <i>et al.</i> (2015)

Tabel 7. Pengaruh jenis susu terhadap kadar CO₂ pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	CO ₂ (%)	Referensi
Susu Sapi	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	0,81	Tomar <i>et al.</i> (2019)
Susu Kambing	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu ruang), disimpan 10 hari (1-5°C)	0,87	Setyawardani <i>et al.</i> (2017)
Susu kerbau	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu kamar)	0,43	Margareth <i>et al.</i> (2020)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan bibit kefir 2% (22°C), disimpan 1-21 hari (4°C)	0,95	Tomar <i>et al.</i> (2019)

Alkohol dan CO₂ merupakan produk utama yang dihasilkan oleh khamir, semakin banyak jumlah khamir maka semakin tinggi kadar alkohol dan CO₂ yang dihasilkan. Menurut hasil penelitian Tomar *et al.* (2019), penggunaan jenis susu berupa susu sapi dan kerbau berpengaruh terhadap kadar CO₂. Hal ini dikarenakan berdasarkan Tabel 3, total khamir pada kefir susu kerbau lebih tinggi dibanding kefir susu sapi. Kandungan CO₂ yang tinggi pada kefir susu kambing hasil penelitian Setyawardani *et al.* (2017), terjadi dikarenakan jumlah bibit kefir yang digunakan lebih banyak yaitu 5% dibandingkan Tomar *et al.* (2019) yang hanya

menggunakan bibit kefir sebanyak 2%. Peningkatan konsentrasi bibit kefir yang digunakan dapat meningkatkan jumlah khamir yang terkandung dalam kefir sehingga menghasilkan CO₂ yang lebih banyak (Margareth *et al.*, 2019).

Kandungan CO₂ yang rendah pada kefir susu kerbau pada hasil penelitian Margareth *et al.* (2019) dibandingkan hasil penelitian Tomar *et al.* (2019), dikarenakan penggunaan *anaerobic jar* pada penelitian Margareth *et al.* (2019). Proses fermentasi pada kefir pada awalnya berlangsung secara aerobik dan menjadi semakin anaerobik karena oksigen digunakan dan terdorong keluar

oleh karbon dioksida yang diproduksi oleh khamir (Laureys *et al.*, 2018). Khamir pada keadaan aerob akan menghasilkan energi dalam jumlah banyak yang akan digunakan untuk sistem kerja sel, pembentukan organel dalam sel dan memperbanyak sel. Berbeda halnya ketika fermentasi dalam keadaan anaerob, khamir akan menghasilkan CO₂ dan alkohol serta energi dengan jumlah yang lebih kecil (Sinurat *et al.*, 2018). *Anaerobic jar* bersifat kedap udara dan memiliki kandungan oksigen yang rendah karena terdapat paladium yang dapat mereduksi oksigen (Kurnia *et al.*, 2015). Penggunaan *anaerobic jar* dapat menciptakan kondisi yang anaerob sejak awal proses fermentasi, sehingga dapat memengaruhi jumlah khamir yang tumbuh pada kefir dan berpengaruh terhadap jumlah CO₂ yang dihasilkan. Kandungan CO₂ yang tinggi pada kefir susu kerbau sejalan dengan hasil penelitian Gul *et al.* (2015), kandungan etanol yang tinggi pada kefir susu kerbau dibanding kefir susu sapi dapat terjadi karena total khamir pada kefir susu kerbau lebih tinggi dibanding kefir susu sapi. Berdasarkan penelitian Sarica dan Coşkun (2020), kadar etanol pada kefir susu kambing lebih tinggi dibanding kefir susu sapi walaupun jumlah khamir pada kefir susu sapi lebih banyak. Khamir merupakan mikroorganisme utama yang berperan dalam produksi etanol, selain itu beberapa *Lactobacilli* heterofermentatif seperti *L. kefir* juga dapat memproduksi etanol. Jumlah etanol pada kefir sangat bervariasi tergantung kultur yang digunakan, inokulasi, dan keragaman mikroba pada kultur.

Pengaruh Jenis Susu terhadap Viskositas pada Kefir

Komponen pada setiap jenis susu yang berbeda dapat berdampak terhadap viskositas

pada kefir yang dihasilkan. Viskositas dapat memengaruhi kekentalan pada kefir. Berdasarkan Tabel 8, penggunaan jenis susu yang berbeda dapat menghasilkan tekstur kefir yang berbeda. Kefir yang menggunakan susu kerbau menghasilkan viskositas yang paling tinggi dan penggunaan susu kambing menghasilkan viskositas yang paling rendah. Viskositas kefir susu sapi yang jauh lebih rendah pada penelitian Sarica dan Coskun (2020) dibanding Gul *et al.* (2018), dapat terjadi dikarenakan jenis starter yang digunakan berbeda. Pada penelitian Sarica dan Coskun (2020) menggunakan kultur starter sedangkan data yang diambil dari hasil penelitian Gul *et al.* (2018), menggunakan bibit kefir. Kefir yang menggunakan kultur starter jika dibandingkan dengan menggunakan bibit kefir memiliki jumlah khamir yang lebih sedikit (Tomar *et al.* 2019). Hal ini menyebabkan kandungan khamir pada hasil penelitian Sarica dan Coskun (2020) rendah, bahkan tidak mencapai standar mutu kefir. Khamir dapat mengurangi akumulasi asam laktat berlebihan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat sehingga meningkatkan produksi eksopolisakarida (Nursiwi *et al.*, 2015).

Menurut hasil penelitian Sarica dan Coşkun (2020), viskositas pada kefir susu kambing lebih rendah dibanding kefir susu sapi. Fraksi utama kasein pada susu kambing adalah β -kasein, sedangkan pada susu sapi yaitu α_{s1} -kasein dan β -kasein. Perbedaan kandungan pada susu kambing seperti konsentrasi α_{s1} -kasein yang rendah dan diameter globula lemak yang lebih kecil menyebabkan struktur yang lebih lembut pada produk susu kambing sehingga kefir susu kambing lebih mudah mengalami sineresis.

Tabel 8. Pengaruh jenis susu terhadap viskositas pada kefir

Jenis Susu	Perlakuan	Viskositas	Penelitian
Susu Sapi	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), penyimpanan 1 hari	64,80 mPa.s	Sarica dan Coşkun (2020)
	Bibit kefir 5%, inkubasi 18 jam (24 °C)	161,00 mPa.s	Gul <i>et al.</i> (2018)
Susu Kambing	Inkubasi 24 jam dengan bibit kefir 5% (suhu ruang), disimpan 10 hari (1-5°C)	15,81 mPa.s	Setyawardani <i>et al.</i> (2017)
	Inkubasi hingga pH 4,6 dengan kultur starter 0,0065 g/L (28°C), penyimpanan 1 hari	9,46 mPa.s	Sarica dan Coşkun (2020)
Susu kerbau	Bibit kefir 5%, inkubasi 18 jam (24 °C)	355,00 mPa.s	Gul <i>et al.</i> (2018)

Sineresis dan viskositas memiliki hubungan yang terbalik, semakin tinggi sineresis maka semakin rendah viskositas yang dihasilkan. Protein misel pada susu kambing juga membentuk gel yang lebih lunak dan rapuh sehingga berdampak pada tekstur produk susu kambing yang lemah. Tekstur yang lemah pada kefir susu kambing berdampak terhadap penilaian sensoris yang lebih rendah dibanding kefir susu sapi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vianna *et al.* (2019) pada yoghurt dengan menggunakan susu sapi, susu domba dan susu kambing. Yoghurt dengan penggunaan susu kambing memiliki parameter tekstur seperti kepadatan, viskositas dan *water holding capacity* (WHC) yang paling rendah. Yoghurt susu kambing juga memiliki nilai sineresis yang tinggi bila dibandingkan dengan yoghurt susu sapi.

Perbedaan pH pada kefir juga berdampak terhadap viskositas. Pada pH yang rendah, protein dapat terdenaturasi dan menyebabkan koagulasi kasein pada susu apabila mencapai titik isoelektrik (pH 4,6) sehingga menghasilkan kefir yang lebih kental (Susanti dan Utami, 2014; Margareth *et al.*, 2020; Handayani dan Wulandari, 2016). Kefir susu sapi berdasarkan Tabel 4, memiliki pH yang lebih rendah dibanding kefir susu kambing, sehingga viskositas yang dihasilkan lebih tinggi pada kefir susu sapi.

Menurut hasil penelitian Gul *et al.* (2018), kandungan Eksopolisakarida (EPS), WHC dan kekerasan gel pada kefir yang menggunakan susu kerbau meningkatkan secara signifikan. Pada kefir susu kerbau didapat kandungan EPS yang tinggi dibanding kefir susu sapi. EPS dapat memengaruhi viskositas, meningkatkan WHC dan stabilitas kefir dengan berinteraksi antara protein dan misel. WHC pada produk susu fermentasi dapat dipengaruhi oleh keasaman, total padatan, serta jenis susu dan kultur.

Susu kerbau juga menghasilkan kefir dengan kekerasan gel yang lebih tinggi dibanding kefir susu sapi. Hal ini dikarenakan kandungan EPS dan lemak nya yang tinggi. Kandungan lemak yang sedikit pada susu terfermentasi dapat menghasilkan gel protein yang lebih lemah/lunak. Kandungan α_1 -kasein yang tinggi pada susu kerbau (1,42 g/100mL susu) dibanding susu sapi (1,08 g/100mL susu) memberikan tekstur yang lebih kuat pada kefir. Interaksi membran kasein dengan globula lemak menyebabkan peningkatan viskositas karena pembentukan gel yang lebih stabil. Tekstur kefir susu kerbau yang sangat kental mengakibatkan lebih sulit untuk diminum. Penggunaan susu

kerbau dalam produksi kefir dapat mengatasi masalah pemisahan pada serum susu yang terjadi selama penyimpanan (Hussain *et al.*, 2012; Gul *et al.*, 2018).

SIMPULAN

Penggunaan jenis susu yang berbeda berpengaruh terhadap mutu mikrobiologis dan fisikokimia kefir. Kefir dengan menggunakan susu kerbau memiliki pH (4,2-4,6) yang lebih rendah, kandungan CO₂ (0,95%) yang lebih tinggi serta mutu mikrobiologis yang baik terutama terhadap kandungan khamir ($5,37 \times 10^5$ CFU/ml) dibandingkan dengan kefir yang menggunakan susu sapi dan susu kambing serta memiliki tekstur yang sangat kental (355,00 mPa.s). Kefir dengan menggunakan susu kambing memiliki pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kefir susu sapi dan susu kerbau, memiliki kandungan abu yang tinggi dan tinggi akan mineral yaitu kalsium, fosfor, kalium, sodium dan magnesium dibandingkan dengan kefir susu sapi serta tekstur yang cair (9,46-15,81 mPa.s). Kefir dengan menggunakan susu sapi memiliki kandungan mineral tembaga, besi dan seng yang lebih tinggi dibandingkan dengan kefir susu kambing, serta tekstur yang sedikit kental (64,80-161,00 mPa.s). Berdasarkan mutu mikrobiologis dan fisikokimia, dapat disimpulkan bahwa kefir susu kerbau menghasilkan karakteristik kefir paling baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, H., Tongkhao, K., Chanput, W. 2018. "Reducing Milk Allergenicity of Cow, Buffalo and Goat Milk using Lactic Acid Bacteria Fermentation". *AIP Conference Proceedings* 2021 (1): 070010. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5062808>
- Azizah, N., Al- ama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 1(2): 72-77.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Peternakan dalam Angka 2020*. Jakarta: BPS-RI.
- Barão, C. E., Klososki, S. J., Pinheiro, K, H., Marcolino, V. A., Junior, O. V., Cruz, A. G., Da Silva, T. T., Pimentel, T. C. 2019. "Growth Kinetics of Kefir Biomass: Influence of the Incubation Temperature in Milk". *Chemical Engineering Transactions* 75: 499-504. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1975084>
- Bezerra, M. F., Souza, D. F. S., Correia, R. T. P. 2012. "Acidification Kinetics, Physicochemical Properties and Sensory Attributes of Yoghurts Prepared from Mixtures of Goat and Buffalo

- Milks". *International Journal of Dairy Technology* 65(3): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00845.x>
- Chang-Liao, W. P., Lee, A., Chiu, Y. H., Chang, H. W., Liu, J. R. 2020. "Isolation of a *Leuconostoc mesenteroides* Strain With Anti-Porcine Epidemic Diarrhea Virus Activities From Kefir Grains". *Frontiers in Microbiology* 11(1578): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01578>
- Codex Alimentarius Commission. 2003. *Codex Standard for Fermentation Milks: Codex Stan 243-2003*. London: FAO United Nations.
- FSANZ. Food Standards Australia New Zealand. 2014. Food Standard Code- Standard 2.5.3 (Fermented Milk Products). Food Standard Australia New Zealand Act 1991.
- Gamba, R. R., Yamamoto, S., Abdel-Hamid, M., Sasaki, T., Michihata, T., Koyanagi, T., Enomoto, T. 2020. "Chemical, Microbiological, and Functional Characterization of Kefir Produced from Cow's Milk and Soy Milk". *International Journal of Microbiology* 2020: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/7019286>
- Grønnevik, H., Falstad, M. Narvhus, J. A. 2011 "Microbiological and Chemical Properties of Norwegian Kefir During Storage". *International Dairy Journal* 21(9): 601-606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.01.001>
- Gul, O., Atalar, I., Mortas, M., Dervisoglu, M. 2018. "Rheological, Textural, Colour and Sensorial Properties of Kefir Produced with Buffalo Milk using Kefir Grains and Starter Culture: A comparison with Cow's Milk Kefir". *International Journal of Dairy Technology* 71(5): 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12503>
- Gul, O., Mortas, M., Atalar, I., Dervisoglu, M., Kahyaoglu, T. 2015. "Manufacture and Characterization of Kefir Made from Cow and Buffalo Milk, Using Kefir Grain and Starter Culture". *Journal of Dairy Science* 98(3): 1517-1525. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8755>
- Handayani, M. N. dan Wulandari, P. 2016. "Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Susu terhadap Karakteristik Soyghurt". *AGROINTEK* 10 (2): 62-70. DOI: <https://doi.org/10.21107/agrointek.v10i2.2467>
- Hardiansyah, A. 2020. "Identifikasi Nilai Gizi dan Potensi Manfaat Kefir Susu Kambing Kaligesing". *Journal of Nutrition College* 9(3): 208-214. DOI: <https://doi.org/10.14710/jnc.v9i3.27308>
- Hecer, C., Ulusoy, B., Kaynarca, D. 2019. "Effect of Different Fermentation Conditions on Composition of Kefir Microbiota". *International Food Research Journal* 26(2): 401-409.
- Hidayat, E., Kinayungan W, I., Irhas, M., Sidiq, F., Susanti, R. 2015. "Analysis of Proximate and Protein File of Kefir from Fermented Goat and Cow Milk". *Biosaintifika* 7(2): 87-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.15294/biosaintifika.v7i2.3950>
- Hussain, I., Yan, J., Grandison, A. S., Bell, A. E. 2012. "Effects of Gelation Temperature on Mozarella-Type Curd Made from Buffalo and Cows' Milk: 2. Curd Yield, Overall Quality and Casein Fractions". *Food Chemistry* 135(3): 1404-1410. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.110>
- Ismail, A. A., Ghaly, M. F. dan El-Naggar, A. K. 2011. "Some Physicochemical Analyses of Kefir Produced Under Different Fermentation Conditions". *Journal of Scientific and Industrial Research* 70(5): 365-372.
- Kinteki, G. A., Rizqiati, H., Hintono, A. 2018. "Pengaruh Lama Fermentasi Kefir Susu Kambing terhadap Mutu Hedonik, Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Total Khamir dan pH". *Jurnal Teknologi Pangan* 3(1): 42-50.
- Korukluoglu, M., Arik, G., Erdogan, C., Kocakoglu, S. 2017. "Screening of Antagonistic/Synergistic Effect Between Lactic Acid Bacteria (LAB) and Yeast Strains Isolated from Kefir". *World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index 124, International Journal of Nutrition and Food Engineering* 11(4): 282-288. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1129790>
- Kurnia, D. R. D., Permatasari, I., Rafika, Y. 2015. "Isolasi Mikroorganisme Anaerob Limbah Cair Tekstil Menggunakan Desikator sebagai Inkubator Anaerobik". *Jurnal Fluida* 11(1): 26-33.
- Kurniati, T., Windayani, N., Listiawati, M. 2020. "Total Lactic Acid, Protein, Fat, and Carbohydrates in Curd Kefir and Cow Colostrum Kefir". *Jurnal Biodjati* 5(2): 271-280. DOI: <https://doi.org/10.15575/biodjati.v5i2.9668>
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., Vuyst, L. D. 2018. "Oxygen and Diverse Nutrients Influence the Water Kefir Fermentation Process". *Food Microbiology* 73: 351-361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2018.02.007>

- Margareth, L. L., Nurwantoro., Rizqiati, 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. DOI: <https://doi.org/10.17728/jaft.6513>
- Melia, S., Yuherman., Ferawati., Jaswandi., Purwanto, H., Purwanto, E. 2018. "Nutrition Quality and Microbial Content of Buffalo Cow and Goat Milk from West Sumatera". *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 23(3): 150-157. DOI: <https://dx.doi.org/10.14334/jitv.v23i3.1594>
- Nursiwi, A., Utami, R., Andriani, M., Sari, A. P. 2015. "Fermentasi Whey Limbah Keju untuk Produksi Kefiran oleh Kefir Grains". *Jurnal teknologi Hasil Pertanian* 8(1): 37-45. DOI: <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12794>
- Pamericar, M., Periadnadi., Nurmiati. 2018. "Keberadaan Mikroba Pemfermentasi pada Minuman Kefir Air Susu Kambing Etawa". *METAMORFOSA Journal of Biological Sciences* 5(2): 234-237. DOI: <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2018.v05.i02.p15>
- Rosiana, E., Nurliana., Armansyah, T. 2013. "Kadar Asam Laktat dan Derajat Asam Kefir Susu Kambing yang Difermentasi Dengan Penambahan Gula dan Lama Inkubasi yang Berbeda". *Jurnal Medika Veterinaria* 7(2): 87-90. DOI: <https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v7i2.2937>
- Rossi, E., Hamzah, F., Febriyani. 2016. "Perbandingan Susu Kambing dan Susu Kedelai dalam Pembuatan Kefir". *Jurnal Peternakan Indonesia* 18(1): 13-20. DOI: <https://doi.org/10.25077/jpi.18.1.13-20.2016>
- Sarica, E. dan Coşkun, H. 2020. "Assessment of Durability and Characteristics of Changes in Kefir Made from Cow's and Goat Milk". *Italian Journal of Food Science* 32(3): 498-516. DOI: <https://doi.org/10.14674/IJFS-1803>
- Sinurat, R. L., Ekowati, C. N., Sumardi., Farisi, S. 2018. "Karakteristik Kefir Susu Sapi dengan Inokulum Ragi Tape". *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 6(2): 111-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jipt.v6i2.p111-116>
- Setiawati, A. E. dan Yunianta. 2018. "Kajian Analisis Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Karakteristik Kadar Alkohol Kefir Susu Sapi". *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 6(4): 77-86. DOI: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.04.9>
- Setyawardani, T. dan Sumarmono, J. 2015. "Chemical and Microbiological Characteristics of Goat Milk Kefir During Storage Under Different Temperatures". *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture* 40(3): 183-188. DOI: <http://dx.doi.org/10.14710/jitaa.40.3.183-188>
- Setyawardani, T., Sumarmono, J., Rahardjo, A. H. D., Sulistyowati, M., Widayaka, K. 2017. "Kualitas Kimia, Fisik, dan Sensori Kefir Susu Kambing yang Disimpan pada Suhu dan Lama Penyimpanan Berbeda". *Buletin Peternakan* 41(3): 298-306. DOI: <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i3.18266>
- Shaikz, N., Soomro, A. H., Sheikh, S. A., Khaskheli, M. 2013. "Extent of Water Adulteration and Its Influence on Physical Characteristics of Market Milk". *Pakistan Journal of Nutrition* 12(2): 178-181. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2013.178.181>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.2.152>
- Susanti dan Utami, S. 2014. "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Susu Kefir sebagai Bahan Penyusun Petunjuk Praktikum Mata Kuliah Biokimia". *Florea* 1(1): 41-46. DOI: <http://doi.org/10.25273/florea.v1i1.371>
- Tomar, O., Akarca, G., Çağlar, A., Beykaya, M., Gök, V. 2019. "The Effects of Kefir Grain and Starter Culture on Kefir Produced from Cow and Buffalo Milk During Storage Periods". *Food Science and Technology* 40(6): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.39418>
- Triwibowo, B., Wicaksono, R., Antika, Y., Ermi, S., Jarmiati, A., Setiadi, A. A., Syahriar, R. 2020. "The Effect of Kefir Grain Concentration and Fermentation Duration on Characteristics of Cow Milk-Based Kefir". *Journal of Physics: Conference Series* 1444 (012001). DOI: [10.1088/1742-6596/1444/1/012001](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1444/1/012001)
- Turker, G., Kizilkaya, B., Cevik, N. 2013. "The Mineral Composition of Kefir Produced from Goat and Cow Milk". *Journal of Food, Agriculture and Environment* 11(2): 62-65.
- Vianna, F. S., Canto, A. C. V. D. C. S., Lima, B. C., Salim, A. P., Balthazar, C. F., Costa, M. P.,

Panzenhagen, P., Rachid, R., Franco, R. M., Junior, C. A. C., Silva, A. C. D. O. 2019. "Milk from Different Species on Physicochemical and Microstructural Yoghurt Properties". *Ciência Rural*49(6):1-15.

DOI:<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180522>