



Artikel

Potensi Susu Kuda dan Produk Turunannya sebagai Pangan Fungsional serta Potensi dibidang Kesehatan

Potential of Horse Milk and its Derivatives as Functional Food and Health Benefits Potential

Laksmi Nur Fajriani^{1*}, Anisah¹, Widani Darma Isasih¹

¹Program Studi Gizi, Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima:
30-05-2024
Disetujui:
09-07-2024

Keywords:

Antibacterial
Horse milk
Koumiss
Fuctional food
Health benefit

ABSTRACT

Horse milk is a type of milk that is widely consumed in several Asian and Eastern European countries and has the potential to be developed into functional food. In several countries such as Mongolia and Kazakhstan, horse milk is widely consumed in the form of fresh milk or fermented milk which is usually called koumiss, while in Indonesia it is still widely consumed in the form of natural fermented milk. However, horse milk is not as popular as cow's milk or other types of milk, so it is necessary to develop products from horse milk, so that they are more accepted. The aim of this study is to explain the products that can be developed from horse milk and their potential in the health sector. The method used was a literature review with a descriptive approach using secondary literature through fourth steps, namely identification, screening, eligibility, included and a review process to obtain 16 articles. The finding of this study show that horse milk has begun to be developed into several products such as koumiss, yogurt, and dangke . Some of these products are fermented products. It's just that improvements are needed in terms of sensory characteristics to increase the level of acceptance because horse milk has a distinctive taste and aroma. Apart from that, horse milk is also known to have potential health benefits as an antibacterial, improving the digestive tract, and lowering cholesterol.

ABSTRAK

Kata Kunci:

Antibakteri
Koumiss
Manfaat kesehatan
Pangan fungsional
Susu kuda

Susu kuda merupakan salah satu jenis susu yang banyak dikonsumsi di beberapa negara-negara Asia dan Eropa Timur dan berpotensi dikembangkan menjadi pangan fungsional. Di beberapa negara seperti Mongolia dan Kazakhstan susu kuda telah banyak dikonsumsi dalam bentuk susu segar maupun susu fermentasi yang biasa disebut koumiss, sedangkan di Indonesia masih banyak dikonsumsi dalam bentuk susu fermentasi alami. Akan tetapi, susu kuda tidak sepopuler susu sapi ataupun susu jenis lainnya, sehingga perlu dilakukan pengembangan produk dari susu kuda agar lebih diterima. Study ini bertujuan untuk menjabarkan terkait produk-produk yang dapat dikembangkan dari susu kuda serta potensinya dalam bidang kesehatan. Metode penyusunan yang digunakan adalah kajian literatur dengan pendekatan deskriptif menggunakan pustaka sekunder melalui empat langkah yaitu identification, screening, eligibility, dan included sehingga didapatkan 16 artikel. Hasil menunjukkan bahwa susu kuda sudah mulai dan dapat dikembangkan menjadi beberapa produk seperti koumiss, yoghurt, dan dangke yang diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan. Beberapa produk tersebut merupakan produk fermentasi. Hanya saja perlu peningkatan dari segi karakteristik sensoris untuk meningkatkan tingkat penerimaan karena susu kuda memiliki rasa dan aroma yang khas. Penelitian ini mengimplikasikan bahwa pengembangan berbagai produk fermentasi dari susu kuda, seperti koumiss, yoghurt, dan dangke, berpotensi meningkatkan penerimaan konsumen dan memberikan manfaat kesehatan seperti sifat antibakteri, perbaikan saluran pencernaan, serta penurunan kolesterol.



*Penulis Korespondensi:

Email: laksmi@universitاسbumigora.com

doi: 10.30812/jtmp.v3i1.4097

Hak Cipta ©2024 Penulis, Dipublikasikan oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Fajriani,L.N., Anisah, A., Isasih, W.D.. (2024). Potensi Susu Kuda dan Produk Turunannya sebagai Pangan Fungsional serta Potensi dibidang Kesehatan. Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan, 3(1), 11-21. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4097>

1. PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu sumber protein yang mengandung nilai gizi tinggi dan memiliki manfaat kesehatan. Susu juga mengandung banyak molekul bioaktif seperti α -laktalbumin, laktadherin, lisozim, dan laktoferin yang berperan menjaga infeksi akibat mikroba dengan cara pengikatan bakteri karena adanya aktivitas antibakteri serta berkontribusi untuk menjaga sistem kekebalan tubuh (Pieszka et al., 2016; Utama et al., 2024). Salah satu jenis susu yang dapat dikembangkan menjadi pangan fungsional adalah susu kuda. Susu kuda merupakan salah satu jenis susu yang telah banyak dikonsumsi terutama di negara-negara Asia dan Eropa Timur. Susu kuda memiliki kandungan gizi yang tinggi baik dalam bentuk susu segar maupun susu olahan serta berpotensi untuk menggantikan susu sapi ditandai dengan kandungan air yang tinggi dan kalori yang rendah (Faccia et al., 2020; Jastrzebska et al., 2017). Komposisi kandungan susu kuda bervariasi sepanjang masa laktasi. Susu kuda secara umum memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan susu manusia namun lebih rendah dibandingkan susu sapi serta kandungan lemak dan kolesterol lebih rendah sehingga dapat digunakan untuk menurunkan kolesterol dan mengontrol penyakit kardiovaskular. Susu kuda memiliki kandungan laktosa yang tinggi sehingga baik untuk pertumbuhan mikroflora di usus (Prastyowati, 2021).

Berdasarkan potensi besar yang dimiliki oleh susu kuda liar, maka perlu dilakukan pengolahan terhadap produk susu kuda untuk meningkatkan keamanan dan umur simpan produk. Fermentasi adalah salah satu cara untuk mengembangkan potensi ini, karena dapat menghasilkan produk yang lebih stabil dan mudah dicerna, serta memperkaya kandungan probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan pencernaan (Kristiandi et al., 2021). Di beberapa negara Asia Tengah seperti Mongolia dan Kazakhstan susu kuda sudah dikonsumsi dalam jangka waktu yang cukup lama, yang mana produk susu yang terkenal adalah koumiss atau kumys (Tang et al., 2020). Adapun di Indonesia, susu kuda banyak dikonsumsi di Provinsi Nusa Tenggara Barat dalam bentuk susu segar ataupun susu kuda yang terfermentasi secara alami (Fathiaturrahma et al., 2022). Produk hasil fermentasi susu akan memiliki kandungan laktosa yang lebih rendah. Hal ini karena adanya aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) pada proses fermentasi dalam memecah laktosa menjadi asam laktat sehingga dapat dikonsumsi juga oleh penderita lactose intolerant. Susu kuda juga memiliki kandungan lisozim, laktoferin, dan laktadherin yang tinggi dan memiliki efek menghambat perkembangan bakteri patogen (Pieszka et al., 2016). Permasalahan yang dihadapi untuk pengembangan produk olahan susu kuda yaitu kurangnya studi yang dilakukan terkait pemanfaatan serta manfaat kesehatan yang ditimbulkan dari produk susu kuda liar, khususnya untuk produk khas Indonesia.

Berdasarkan studi literatur dilakukan oleh Pieszka et al. (2016) telah membahas mengenai perbedaan kandungan nutrisi yang terkandung didalam susu kuda, susu sapi dan ASI. Berdasarkan hasil studi tersebut, manfaat kesehatan yang ditimbulkan dari mengonsumsi susu kuda tidak terlalu diamati. Beberapa studi literatur lain juga dilakukan mengenai manfaat dari produk olahan susu kuda yaitu Caucasus koumiss dan yoghurt yang diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan (Kirdar, 2021). Begitu pula yang dilakukan oleh (Istanbulugil et al., 2024) telah merangkum mengenai manfaat kesehatan yang dimiliki oleh produk koumiss. Kumpulan data empiris mengenai produk dangke saat ini belum banyak dilakukan, khususnya yang merangkum tentang berbagai penelitian terkait dangke. Study literatur yang telah ada hanya terbatas mengenai susu kuda liar terkait proses produksi, penggunaan, kandungan senyawa kimia, komunitas mikroba, dan potensi probiotiknya saja (Prastyowati, 2021). Sedangkan untuk produk fermentasi seperti dangke, sejauh ini studi yang ada lebih banyak yaitu membahas tentang studi sensori, kandungan kimia, isolasi jenis bakteri asam laktat dan potensi probiotik yang terkandung didalam dangke secara terpisah (Detha et al., 2014; Fathiaturrahma et al., 2022; Hatta et al., 2014; Indershiyev et al., 2024; Nayak et al., 2020)

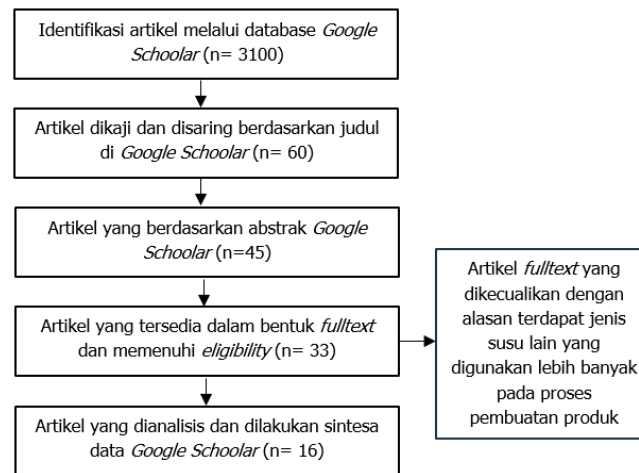
Berdasarkan kumpulan studi yang ada menunjukkan bahwa meskipun terdapat berbagai studi literatur yang membahas kandungan nutrisi susu kuda, manfaat kesehatan koumiss dan yoghurt, serta potensi probiotik dalam susu kuda, penelitian yang mendalam dan komprehensif tentang manfaat kesehatan dari dangke, produk fermentasi susu kuda khas Indonesia, masih sangat terbatas. Pengumpulan data empiris yang mengamati manfaat kesehatan dari produk fermentasi susu kuda khas Indonesia belum pernah dilakukan. Selain itu, belum ada penelitian komparatif yang menilai manfaat kesehatan dangke dibandingkan dengan produk fermentasi susu kuda lainnya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut yang terfokus pada manfaat kesehatan dangke untuk mengatasi kekurangan informasi tersebut. Maka dari itu studi literatur ini bertujuan menghimpun data-data ilmiah yang pernah dilakukan di Indonesia dan di Negara lain terkait dengan pemanfaatan produk olahan dari susu kuda khususnya produk khas Indonesia dibandingkan dengan produk negara lain serta potensinya dalam bidang kesehatan Adapun implikasi dari studi ini yaitu dapat dijadikan referensi bagi para akademisi maupun peneliti yang tertarik untuk mengeksplorasi lebih dalam tentang pengembangan produk olahan dari susu kuda.

2. BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel ini adalah literature review study dengan melakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan sebuah topik yang telah ditentukan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan berbagai jenis referensi lain sehingga dapat diuraikan menjadi hasil artikel penelitian selanjutnya. Jenis data yang digunakan pada penyusunan artikel ini adalah data sekunder karena data yang digunakan yaitu

study literature dari penelitian yang telah ada sebelumnya. Sumber data penunjang penelitian ini diperoleh dari Google Scholar. Study penelitian yang digunakan telah dipublikasi dengan rentang waktu 10 tahun terakhir (2014-2024). Kriteria inklusi jurnal adalah artikel penelitian terkait susu kuda dan produk-produk olahan yang dapat dikembangkan dari susu kuda serta terkait dengan potensinya terhadap kesehatan.

Analisis artikel dilakukan dengan menggunakan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review Meta Analysis) (Moher et al., 2009). Metode ini terdiri dari empat tahap yaitu identification, screening, eligibility, dan included. Pada tahap identification dilakukan pencarian artikel yang sesuai dengan keyword. Kemudian dilakukan screening berdasarkan judul dan abstrak. Setelah itu ditentukan artikel fulltext yang memenuhi eligibility dan dianalisis sesuai dengan kriteria inklusi. Data base yang digunakan untuk pencarian artikel adalah Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci "horse milk, mare's milk, use in medicine, horse milk product, susu kuda". Dari hasil penelusuran terdapat 16 artikel yang memenuhi syarat berdasarkan kriteria inklusi. Prosedur pemilihan artikel berdasarkan kriteria dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan gizi susu kuda

Temuan dari penelitian ini yaitu ditemukan adanya perbedaan kandungan nutrisi yang terkandung didalam susu kuda, susu sapi dan ASI (air susu ibu). Susu kuda merupakan salah satu jenis susu yang sedikit berbeda dengan susu jenis lainnya terutama dari segi kandungan gizi. Adapun perbandingan kandungan gizi susu kuda, ASI, dan susu sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan komposisi kandungan gizi susu kuda, ASI, dan susu sapi

Komposisi Kimia	Susu Kuda	Susu Kuda	Susu Sapi	Susu Sapi	ASI
Total padatan	10,20%	-	12,70%	-	12,40%
Laktosa	6,40%	63,7 g/kg	4,80%	48,8 g/kg	7,00%
Protein	2,10%	21,4 g/kg	3,40%	32,5 g/kg	0,40%
Rasio kasein/whey	1,1	1,3	4,7	4,4	0,4
Lemak	1,20%	12,1 g/kg	3,70%	36,1 g/kg	3,80%
Abu	0,40%	4,3	0,80%	7,6 g/kg	0,20%
Lisozim	6,60%	6,59	-	-	1,70%
Kolesterol	-	2,04 mg/L	-	155,1–195,8 mg/L	100–200 mg/L
Energi	480 Kkal/kg	-	674 Kkal/kg	-	677 Kkal/kg

Sumber: (Faccia et al., 2020; Jastrzebska et al., 2017; Musaev et al., 2021; Pieszka et al., 2016)

Susu kuda diketahui mengandung lemak dan protein yang rendah dan laktosa yang tinggi jika dibandingkan dengan susu sapi. Jika dilihat berdasarkan kandungan laktosa, susu kuda memiliki tingkat kemanisan yang mirip dengan ASI, dikarenakan jumlahnya yang hampir mirip (Castellote et al., 2011; Malacarne et al., 2002). Berdasarkan Tabel 1 kandungan protein dari susu kuda jika dibandingkan dengan susu sapi masih lebih rendah namun lebih tinggi dari ASI, hasil ini serupa untuk kandungan Abu. Hasil ini juga didukung berdasarkan nilai rasio antara kasein/whey, dimana kasein merupakan protein yang merupakan padatan utama yang terkandung pada susu sedangkan whey merupakan cairan yang merupakan hasil samping dari proses pembuatan keju (Petrova et al., 2022; Pires et al., 2021). Berdasarkan kandungan kasein nya, susu kuda lebih mudah dicerna dibandingkan susu jenis lainnya karena susu kuda mengandung kasein yang lebih tinggi yakni sekitar 50-55%, serta mengandung 45% globulin dan albumin (Jastrzebska et al., 2017; Jatmiko et al., 2021; Pieszka et al., 2016).

Kadar abu total adalah bagian dari analisis proksimat yang bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu produk/bahan pangan terutama total mineral (Pratiwi & Nuryanti, 2017). Kadar abu yang tinggi menggambarkan tingginya kandungan mineral yang ada didalam susu. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Pieszka et al., 2016) mineral yang terdapat pada susu kuda meliputi kalsium, fosfor, magnesium, natrium, kalium, zink, besi, tembaga. Secara umum berdasarkan hari laktasi dan jenis kuda, kalsium merupakan mineral tertinggi yang terdapat pada susu kuda. Susu kuda juga diketahui mengandung lisozim yang mana memiliki peran sebagai antivirus dan dapat menonaktifkan toksin yang berasal dari virus, sedangkan informasi mengenai kandungan lisozim pada susu sapi belum ditemukan (Uniacke-Lowe et al., 2010).

Berdasarkan kandungan lemaknya, susu kuda memiliki jumlah sepertiga lebih rendah dibandingkan dengan susu sapi dan ASI. Begitu pula untuk kandungan kolesterolnya yang jauh lebih rendah dari kedua jenis susu yang lain (Pieszka et al., 2016). Kandungan asam lemak yang terkandung didalam susu kuda terutama terdiri atas asam lemak rantai menengah dan kaya akan asam linoleat (asam n-6) dan asam α -linolenat (asam n-3). Rasio asam lemak tak jenuh terhadap asam lemak jenuh dalam susu kuda (1:3) mendekati rasio asam lemak dalam susu manusia (1:2). Asam lemak yang terkandung didalam susu kuda merupakan asam lemak non esensial, yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia dan penting untuk mengembangkan sistem saraf (Musaev et al., 2021).

3.2. Jenis-jenis pengembangan produk fermentasi dari susu kuda

1. Qymyz atau koumiss

Koumiss merupakan minuman susu fermentasi yang sudah dikonsumsi sejak 5000 tahun yang lalu (Oleinikova et al., 2024). Qymyz atau koumiss dan disebut juga airag adalah minuman tradisional yang berasal dari Asia Tengah, yang dibuat dari susu kuda, difermentasi menggunakan BAL dan kapang serta memiliki rasa asam dan sedikit beralkohol yakni sekitar 0,6-3%. Koumiss banyak dikonsumsi di negara-negara seperti China, Kazakhstan, Mongolia, dan Rusia serta sudah mulai menjangkau negara-negara Eropa seperti Prancis, Italy, Hungaria, dan Belanda. Di negara China, koumiss dikenal dengan nama Chigee yang juga dibuat dari susu kuda. Setelah terjadi fermentasi secara alami maka terjadi penurunan kandungan laktosa menjadi 2,82%, pH 3,65, kadar abu 0,41% (Choi, 2016; Guo et al., 2020; Kirdar, 2021). Adapun karakteristik koumiss dapat berbeda-beda tergantung pada wilayah produksi, suhu inkubasi, waktu inkubasi, starter yang digunakan, dan jenis wadah yang digunakan (Istanbullugil et al., 2024).

Secara umum terdapat dua jenis koumiss yaitu tradisional koumiss yang dibuat menggunakan starter yang mengandung mikroorganisme yang tidak spesifik. Jenis kedua yakni koumiss yang dibuat dengan mencampurkan kultur asli. Traditional koumiss dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pertama fermentasi spontan menggunakan mikroorganisme yang ada pada susu kuda segar. Kedua fermentasi oleh mikroorganisme dari produk susu fermentasi atau sour dough. Ketiga mengkombinasikan dua jenis starter. Proses pembuatan koumiss dimulai dengan menyiapkan susu kuda pada wadah dari kayu yang disebut kubi. Kemudian diinokulasikan dengan starter. Setelah diinokulasi, susu kuda diaduk selama 20-30 menit dan didiamkan pada suhu ruang. Tujuan pengadukan adalah agar starter tersebar merata pada susu. Setelah satu hari, susu kuda segar bisa ditambahkan beberapa kali tergantung jumlah susu. Selanjutnya proses pengadukan dan fermentasi dapat diulang kembali. Tujuan penambahan susu dan pengadukan adalah untuk meningkatkan volume koumiss dan meningkatkan produksi asam dan etanol sehingga memberikan rasa yang lebih kuat (Kondybayev et al., 2021). Seiring perkembangannya, berdasarkan Afzaal et al. (2021) pembuatan koumiss dapat dimulai dengan menyiapkan susu kuda segar, kemudian dipasteurisasi pada suhu 90-92 °C selama 5 menit. Selanjutnya didinginkan hingga mencapai suhu 27 °C. Kemudian diinokulasikan dengan starter yakni BAL dan kapang dan diinkubasi pada suhu 28 °C hingga mencapai tingkat keasaman 0,7-0,8%. Selama proses inkubasi, dilakukan pengadukan setiap 1 sampai 2 jam. Setelah proses inkubasi selesai, selanjutnya didinginkan dan dikemas kemudian disimpan pada suhu 4 °C.

Pembuatan koumiss dengan menggunakan kultur asli yaitu menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis* yang memfermentasi laktosa dan memiliki kandungan antibakteri. Secara umum ada tiga jenis koumiss yakni yang pertama koumiss rendah difermentasi selama satu hari memiliki pH 4,5-5, 0,54-0,72% asam laktat, dan 1% alkohol. Koumiss medium difermentasi selama dua hari memiliki pH 3,9-4,5, 0,73-0,90% asam laktat, dan 1,8% alkohol. Koumiss kuat difermentasi selama tiga hari memiliki pH 3,3-3,9, 0,91-1,08% asam laktat, dan 1,8-2,3% alcohol (Afzaal et al., 2021). Koumiss dibuat dengan menggunakan bulk starter dan ditambahkan susu

kuda segar 2-3 kali sehari. Salah satu indikator yang menunjukkan kualitas yang bagus adalah terbentuknya foam (busa) ketika diaduk dan mengandung BAL sekitar 108-1010 CFU/ml. Berdasarkan karakteristik sensoris beberapa penelitian pada koumiss menunjukkan karakteristik sensoris yang kurang disukai, segar, asam, berwarna, dan berbau.

Koumiss kaya akan vitamin dan asam amino esensial serta mengandung β -galactosidase yang berpotensi memiliki efek kesehatan seperti antikarsinogenik, hipokolesterolemia, antioksidatif, dan antibakterial. Jika dibandingkan dengan susu kuda segar, koumiss mengandung laktosa yang lebih rendah sehingga cocok untuk individu yang mengalami lactose intolerant (Afzaal et al., 2021). Koumiss juga mengandung asam lemak esensial seperti asam linoleat dan asam linolenat yang dapat berperan untuk menurunkan kolesterol darah. Adapun kandungan gizi koumiss dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi koumiss

Zat Gizi	Satuan	Kandungan Gizi
Protein	%	1,80-2,26
Lemak	%	0,60-2,20
Laktosa	%	2,58-4,30
Asam laktat	%	0,70-9,00
Etanol	%	0,60-13,68
Asam folat	$\mu\text{g}/100\text{g}$	10,97
Vitamin C	$\mu\text{g}/100\text{g}$	1,76-5,79
Vitamin E	$\mu\text{g}/100\text{g}$	19,00-99,80
Vitamin B1	$\mu\text{g}/100\text{g}$	4,14-9,00
Vitamin B2	$\mu\text{g}/100\text{g}$	5,06-100,00

Sumber: (Xue et al., 2023)

2. Yoghurt

Susu fermentasi merupakan produk yang berasal dari susu hewani yang difermentasi dengan mikroorganisme, yang mana salah satu jenis susu fermentasi adalah yoghurt (Suh, 2022). Yoghurt adalah produk susu yang diperoleh dari fermentasi susu dengan menggunakan bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan dapat ditambahkan bakteri lain yang sesuai (Komalasari & Yoga, 2022). Sedangkan menurut pendapat lain yoghurt adalah produk yang dihasilkan dengan mengkulturkan satu atau lebih bakteri pada susu atau susu skim, yang mana yoghurt dianggap sebagai makanan pembawa probiotik untuk tubuh agar mendapat manfaat kesehatan (Rehman et al., 2022). Yoghurt dapat dibuat dari beberapa jenis susu salah satunya adalah susu kuda. Menurut Fajriani et al. (2023) proses pembuatan yoghurt susu kuda liar Sumbawa dimulai dari menyiapkan susu kuda liar Sumbawa yang berasal dari Sumbawa, kemudian ditambahkan 5% susu skim. Selanjutnya dilakukan homogenisasi menggunakan homogenizer yang kemudian dipasteurisasi pada suhu 65°C selama 20 menit. Setelah itu diinokulasikan kultur sebanyak 4% dan diinkubasi selama 42 jam. Setelah proses inkubasi selesai, selanjutnya ditambahkan 1% madu dan disimpan pada suhu dibawah 10°C . Hasil penelitian (Fajriani et al., 2023) juga menunjukkan bahwa yoghurt susu kuda liar Sumbawa dengan perbedaan jenis starter memiliki pH 4,09-4,35, total asam tertitrasi 0,55-0,61%, total padatan terlarut 11,95-13,10 °Bx, viskositas 57-78 mPa.s, sineresis 74,66-80,65%, dan total BAL $2,56 \times 10^9$ - $3,42 \times 10^9$ CFU/ml. Hasil tingkat kesukaan menunjukkan agak suka dengan overall skor 5.29-5.39 dari skala 9.

Penelitian lain pada yoghurt susu kuda liar Sumbawa dengan penambahan tepung pisang termodifikasi memiliki pH 3,58-4,27, total asam tertitrasi 0,56-0,85%, laktosa 8,57-11,53%, viskositas 61,50-79,35 mPa.s, total padatan terlarut 11,60-13,35 °Brix, sineresis 61,75-87,38% (Agustin et al., 2023). Yoghurt susu kuda juga mengandung mengandung asam lemak miristat (9,61-10,82%), palmitat (32,53-34,61%), dan stearin (6,76-7,86%). Selain itu juga mengandung asam lemak tidak jenuh seperti asam oleat (20,06-21,92%), linoleat (4,36-6,18%), dan α -linoleat (1,84-2,82%) (Kanareykina et al., 2019). Jika dibandingkan dengan susu kuda liar Sumbawa yang telah disimpan pada suhu ruang, selama penyimpanan diketahui bahwa susu kuda liar Sumbawa segar memiliki warna putih kekuningan, aroma khas susu kuda liar Sumbawa, memiliki rasa yang sedikit rasa manis, asam, dan pahit

(Ardiyansyah et al., 2021).

3. Dangke

Dangke adalah produk asli Indonesia yang berasal dari Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan dan biasanya dibuat dengan menggunakan susu kerbau (Jatmiko et al., 2018). Dangke juga termasuk salah satu produk olahan susu berupa produk keju lokal yang terbuat secara enzimatik dengan penambahan getah pepaya yang diikuti proses pemanasan (Hatta et al., 2014). Proses pembuatan dangke diawali dengan pemanasan susu yang bertujuan membunuh mikroba patogen. Setelah dipanaskan kemudian dilakukan penambahan getah pepaya yang bertujuan untuk menggumpalkan susu. Sebelumnya getah dari buah pepaya dicampur dengan air dan kemudian dikocok hingga tercampur rata. Untuk jumlah getah pepaya yang dicampurkan disesuaikan dengan kebiasaan dan pengalaman pekerja. Akan tetapi, penambahan getah pepaya tidak boleh berlebihan karena dapat menimbulkan rasa pahit yang kuat. Setelah penambahan larutan getah pepaya kemudian diaduk dan dilakukan penyaringan gumpalan (curd) dari cairan (whey) yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pencetakan. Salah satu kriteria dangke sudah siap dicetak adalah gumpalan telah mengeras ketika ditekan menggunakan jari atau sendok. Alat pencetakan yang biasanya digunakan untuk mencetak dangke adalah tempurung kelapa yakni dengan cara gumpalan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam cetakan sambil ditekan-tekan dengan sendok untuk mengeluarkan cairan dari gumpalan dan membentuk tekstur yang lebih kompak. Tahap akhir adalah pengemasan menggunakan daun pisang (Hatta et al., 2014). Hasil penelitian (Hatta et al., 2014) menunjukkan bahwa dangke susu sapi memiliki kadar air 55%, kadar abu 2,1%, lemak 14,8%, dan protein 23,8%. Adapun berdasarkan penelitian (Fathiaturrahma et al., 2022) diketahui bahwa dangke dapat dibuat dari susu kuda liar Sumbawa, akan tetapi curd yang terbentuk hanya sedikit. Hal ini disebabkan karena susu kuda liar Sumbawa mengandung lemak dan protein yang rendah. Lemak dan protein merupakan kandungan yang dapat mempengaruhi proses penggumpalan.

3.3. Potensi kesehatan produk olahan susu kuda

Susu kuda dalam bentuk segar maupun produk olahannya memiliki manfaat kesehatan. Susu kuda secara alami mengandung bakteri probiotik, yang mana bakteri probiotik telah lama diketahui memiliki fungsi untuk memperbaiki saluran pencernaan (Prastyowati, 2021). Susu kuda juga kaya akan substrat aktif dan enzim yang secara alami dapat membantu mengatur mikroflora yang ada di usus, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, dan meningkatkan pertumbuhan bifidobacteria dan BAL serta diketahui mengandung bakteri probiotik (Kushugulova et al., 2018; Martuzzi et al., 2024). Selain itu, susu kuda juga memiliki aktivitas antibakteri karena adanya kandungan lisozim dan laktaferin yang merupakan senyawa antibakteri. Susu kuda mengandung lisozim yang cukup tinggi yakni sekitar 98,9 mg/l. Aktivitas lisozim dan laktaferin sebagai antibakteri berpengaruh langsung terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Lisozim akan menargetkan dinding sel (peptidoglikan) secara langsung karena dinding sel bakteri gram positif tidak memiliki pelindung sel sehingga mudah untuk dirusak. Sedangkan aktivitas laktaferin sebagai antibakteri bekerja dengan cara merusak dinding sel bakteri gram negatif dengan cara berinteraksi dengan enzim lipopolisakarida (LPS). Laktaferin juga mempunyai afinitas yang sangat besar dan spesifik terhadap besi sehingga dikenal sebagai bakteriosida dan bakteriostatik dengan cara mengikat dan mengambil besi yang dibutuhkan oleh mikroba patogen (Musaev et al., 2021). Salah satu jenis susu kuda lokal yakni susu kuda Sumbawa juga memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian (Laili et al., 2014) menemukan bahwa susu kuda Sumbawa menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. epidermis* dan lebih baik dibandingkan susu kambing. Susu kuda Sumbawa mampu membunuh koloni bakteri hingga 99,73%. Di Mongolia, susu kuda telah digunakan sebagai bahan terapi untuk mengobati penyakit menular kronis salah satu contohnya adalah efektif untuk pengobatan tuberkulosis. Penelitian lain menemukan bahwa Susu kuda liar Sumbawa juga diketahui berpotensi untuk menurunkan kolesterol. Fajriani (2024) menemukan bahwa pengujian secara in vitro pada minuman susu fermentasi susu kuda liar Sumbawa memiliki potensi penurunan kolesterol berkisar antara 34,66-59,41 mg/dl.

Selain efek kesehatan yang dimiliki oleh susu kuda, produk olahan susu kuda juga diketahui memiliki efek kesehatan. Produk koumiss atau qymiz yang merupakan hasil fermentasi yang berasal dari negara-negara di Asia Tengah dan area sekitar Rusia (Kondybayev et al., 2021). Koumiss diketahui telah memiliki berbagai macam manfaat kesehatan dan telah digunakan untuk menyembuhkan anemia, diare, dan gangguan pencernaan lainnya (Adil et al., 2021; Kocyigit et al., 2024). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Hou et al., 2019) menemukan bahwa treatment konsumsi koumiss mampu meningkatkan kadar HDL (high-density lipoprotein) pada pasien, serta dapat mengembalikan mikrobiota usus pasien ke kondisi yang sehat. Beberapa tahun terakhir ini telah dibuktikan bahwa khasiat koumiss untuk mendukung penyembuhan dari penyakit bakteri, virus, dan parasit, serta kontribusinya dalam memperkuat sistem kekebalan tubuh (Li et al., 2022; Martuzzi et al., 2024; Ren et al., 2022, 2023). Yoghurt yang berasal dari susu kuda liar sumbawa diketahui juga mampu menurunkan kolesterol serta berpotensi menurunkan penyakit diabetes, dan bakteri pathogen (Agustin, 2024; Fajriani, 2024; Samat et al., 2022). Begitu pula untuk produk fermentasi Indonesia yaitu Dangke, diketahui mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhimurium* sehingga dapat disimpulkan memiliki aktivitas antimikroba (Detha et al., 2014), selain itu juga diketahui dapat

menurunkan kolesterol (Fadhilah et al., 2015), selain itu juga diketahui dapat menurunkan kadar glukosa didalam darah (Rifdiyani, 2018). Adapun beberapa potensi kesehatan produk olahan susu kuda telah dirangkum dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi kesehatan produk olahan susu kuda

Nama produk	Potensi kesehatan	Sumber
Koumiss	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian pada tikus menunjukkan bahwa koumiss secara efektif dapat memperbaiki saluran pencernaan tikus serta menunjukkan efek positif pada fungsi kekebalan usus tikus yang mengalami immunosupensi - Penelitian pada tikus menunjukkan bahwa pemberian koumiss pada tikus dapat menghambat dan memperbaiki infeksi toxoplasma gondii dengan meningkatkan jumlah bakteri tertentu sehingga dapat mengubah komposisi mikrobiota usus dan memperbaiki saluran pencernaan - Penelitian pada subjek manusia menunjukkan bahwa pemberian 250 ml koumiss selama 60 hari mampu menurunkan kolesterol 	(Li et al., 2017, 2022; Yan et al., 2022)
Yoghurt	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian secara in vitro menunjukkan bahwa yoghurt susu kuda liar Sumbawa berpotensi untuk menurunkan kolesterol yang berkisar antara 34,66-59,41 mg/dl - Penelitian secara in vitro yoghurt susu kuda liar Sumbawa dengan penambahan tepung pisang memiliki aktivitas penghambatan enzim α-glukosidase yang berkisar antara 27-49%. Hasil ini berpotensi untuk menurunkan penyakit diabetes mellitus - Penelitian pada tikus menunjukkan bahwa pemberian yoghurt susu kuda rendah laktosa dapat mempengaruhi komposisi dan fungsi saluran pencernaan serta mampu menurunkan jumlah bakteri patogen 	(Agustin, 2024; Fajriani, 2024; Samat et al., 2022)
Dangke	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki aktivitas antibakteri terhadap Salmonella typhimurium - Bakteri asam laktat yang diisolasi dari dangke yaitu L. fermentum dan L. acidophilus memenuhi salah satu kriteria sebagai kandidat probiotik dan mampu menurunkan kolesterol - Bakteri asam laktat yang di isolasi dari dangke yaitu Lactobacillus plantarum dan Enterococcus faecium dapat menurunkan kadar gula dalam darah pada mencit jantan 	(Detha et al., 2014; Fadhilah et al., 2015; Rifdiyani, 2018)

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa susu kuda memiliki komposisi gizi yang berbeda dibandingkan dengan susu sapi dan ASI, dengan kandungan lemak dan protein yang lebih rendah serta laktosa yang lebih tinggi. Susu kuda lebih mudah dicerna karena kandungan kaseinnya yang lebih tinggi dan mengandung banyak mineral penting serta lisozim yang berfungsi sebagai antivirus. Produk fermentasi dari susu kuda seperti koumiss, yoghurt, dan dangke memiliki berbagai manfaat kesehatan. Koumiss, minuman fermentasi tradisional dari Asia Tengah, diketahui dapat meningkatkan kesehatan pencernaan dan sistem kekebalan tubuh. Yoghurt dari susu kuda liar Sumbawa berpotensi menurunkan kolesterol dan menghambat penyakit diabetes serta bakteri patogen. Dangke, produk fermentasi asal Indonesia, memiliki aktivitas antimikroba dan dapat menurunkan kadar kolesterol serta glukosa darah. Secara keseluruhan, susu kuda dan produk fermentasinya menawarkan berbagai manfaat kesehatan yang signifikan.

5. DEKLARASI

Taksonomi Peran Kontributor

Penulis 1: konseptualisasi, penulisan draf asli, review dan editing. Penulis 2 dan Penulis 3: Konseptualisasi, review, dan editing.

Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

Pernyataan Kepentingan Bersaing

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, S., Mehta, B., & Jana, A. H. (2021). Chemistry, Nutritional Properties and Application of Mare's Milk: A Review. *Agricultural Reviews*, (Of). <https://doi.org/10.18805/ag.r-2232>.
- Afzaal, M., Saeed, F., Anjum, F., Waris, N., Husaain, M., Ikram, A., Ateeq, H., Muhammad Anjum, F., & Suleria, H. (2021). Nutritional and ethnomedicinal scenario of koumiss: A concurrent review. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2595>.
- Agustin, A. T. (2024). *Pengembangan Produk Susu Kuda Liar dengan Tepung Pisang Termodifikasi sebagai Minuman Susu Fermentasi*. PhD thesis, IPB University.
- Ardiyansyah, S., Atma, C. D., Agustin, A. L. D., & Tirtasari, K. (2021). Uji Organoleptik dan Tigtat Keasaman Susu Kuda Liar di Desa Penyaring Kecamatan Moyo Utara Kabupaten Sumbawa. *Mandalika Veterinary Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.33394/mvj.v1i2.4295>.
- Castellote, C., Casillas, R., Ramírez-Santana, C., Pérez-Cano, F. J., Castell, M., Moretones, M. G., López-Sabater, M. C., & Franch, Í. (2011). Premature delivery influences the immunological composition of colostrum and transitional and mature human milk. *The Journal of nutrition*, 141(6), 1181–1187. <https://doi.org/10.3945/jn.110.133652>.
- Detha, A. I. R., Sudarwanto, M., Latif, H., & Datta, F. U. (2014). Komposisi Kimiawi dan Fraksinasi Protein Susu Kuda Sumba. *Jurnal Veteriner*, 15(4), 506–514. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/13254>.
- Faccia, M., D'alessandro, A. G., Summer, A., & Hailu, Y. (2020). Milk products from minor dairy species: A review. <https://doi.org/10.3390/ani10081260>.
- Fadhilah, A. N., Hafsan, H., & Nur, F. (2015). Penurunan kadar kolesterol oleh bakteri asam laktat asal dangke secara in vitro. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, volume 1 (pp. 174–180). <https://doi.org/10.24252/psb.v1i1.2135>.
- Fajriani, L. N. (2024). *Pengembangan Produk Susu Kuda Liar Sumbawa sebagai Minuman Susu Fermentasi*. PhD thesis, IPB University.
- Fajriani, L. N., Sulaeman, A., & Setiawan, B. (2023). Physicochemical and Sensory Quality of Probiotic Drink from Sumbawa Wild Horse Milk. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 18(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2023.018.03.4>.
- Fathiaturrahma, N., Kusdianawati, & Suharli, L. (2022). Dangke Hasil Olahan dari Susu Kuda Liar Sumbawa, Susu Sapi Sumbawa, dan Susu Kerbau Sumbawa. *Anoa: Journal of Animal Husbandry*, 1(2). <https://doi.org/10.24252/anoa.v1i2.31054>.
- Hatta, W., Sudarwanto, M. B., Sudirman, I., & Malaka, R. (2014). Survei karakteristik pengolahan dan kualitas produk dangke susu sapi di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. *JITP*, 3(3).
- Hou, Q., Li, C., Liu, Y., Li, W., Chen, Y., Siqinbateer, Bao, Y., Saqila, W., Zhang, H., Menghe, B., & Sun, Z. (2019). Koumiss consumption modulates gut microbiota, increases plasma high density cholesterol, decreases immunoglobulin G and albumin. *Journal of Functional Foods*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.11.023>.

- Indershiyev, V., Musayev, A., Safonov, N., Shopayeva, G., Yeraliyeva, L., Mussayev, A., Rakhimbayeva, Z., Junussova, Z., & Myrzataeva, A. (2024). Application of camel and mare milk in medical practice. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 23(2), 1–7. <https://doi.org/10.22124/CJES.2024.7553>.
- Istanbulugil, F. R., Risvanli, A., Salikov, R., Bayraktar, M., Zhunushova, A., Acaroz, U., Acaroz, D. A., Yilmaz, O., Yuksel, B. F., Turanli, M., & Uz, M. (2024). Koumiss and immunity: A thorough investigation of fermentation parameters and their impact on health benefits. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/JDS.2024-24695>.
- Jastrzebska, E., Wadas, E., Daszkiewicz, T., & Pietrzak-Fiecko, R. (2017). Nutritional value and health-promoting properties of mare's milk - A review. *Czech Journal of Animal Science*, 62(12). <https://doi.org/10.17221/61/2016-CJAS>.
- Jatmiko, Y. D., Howarth, G. S., & Barton, M. D. (2018). Naturally fermented milk and its therapeutic potential in the treatment of inflammatory intestinal disorders. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2019. <https://doi.org/10.1063/1.5061918>.
- Jatmiko, Y. D., Suharto, A. R., Mustafa, I., & Aditya, S. (2021). Bacterial Population Dynamics of Natural Fermentation of Sumbawa Mare's Milk Using Metagenomic Approach. *Microbiology Indonesia*, 15(2), 2. <https://doi.org/10.5454/mi.15.2.2>.
- Kanareykina, S. G., Chernyshenko, Y. N., & Kanareykin, V. I. (2019). Researching of fatty acids and amino acid structure of yogurts with use of mare's milk. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 315. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/7/072036>.
- Kirdar, S. S. (2021). Therapeutics Effects and Health Benefits of the Caucasus Koumiss: A Review. *Annual Research Review in Biology*. <https://doi.org/10.9734/arrb/2021/v36i1130450>.
- Kocyigit, E., Abdurakhmanov, R., & Kocyigit, B. F. (2024). Potential role of camel, mare milk, and their products in inflammatory rheumatic diseases. <https://doi.org/10.1007/s00296-023-05516-x>.
- Komalasari, H. & Yoga, W. K. (2022). Potensi Bakteri Probiotik Indigenus *Lactobacillus Plantarum* Dad-13 Sebagai Starter Pada Pembuatan Yoghurt Fungsional: Kajian Pustaka. *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*, 2(2), 199–217. <https://doi.org/10.33830/fsj.v2i2.3694.2022>.
- Kondybayev, A., Loiseau, G., Achir, N., Mestres, C., & Konuspayeva, G. (2021). Fermented mare milk product (Qymyz, Koumiss). <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105065>.
- Kristiandi, K., Lusiana, S. A., A'yunin, N. A. Q., Ramdhini, R. N., Marzuki, I., Rezeki, S., Erdiandini, I., Yuniyanto, A. E., Lestari, S. D., & Ifadah, R. A. (2021). *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Yayasan Kita Menulis. <https://repository.umj.ac.id/5331/>.
- Kushugulova, A., Kozhakhmetov, S., Sattybayeva, R., Nurgozhina, A., Ziyat, A., Yadav, H., & Marotta, F. (2018). Mare's milk as a prospective functional product. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v8i11.528>.
- Laili, F. N., Setyowati, E. P., & Irvati, S. (2014). Sumbawa Horse Milk Typical Indonesian Antibacterial Cosmetic Ingredients Against Acne (*Staphylococcus epidermidis*) Susu Kuda Sumbawa Khas Indonesia Bahan Kosmetik Antibakteri Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*). *Traditional Medicine Journal*, 19(2), 74–79. <https://doi.org/10.22146/tradmedj.8144>.
- Li, C., Hou, Q., Liu, Y., Laga, W., Liu, H., Siqinbateer, Baoyingshu, Aoqi, Kwok, L.-Y., Zhang, H., & Menghe, B. (2017). Koumiss Consumption Alleviates Symptoms of Patients with Chronic Atrophic Gastritis: A Possible Link To Modulation of Gut Microbiota. *J. Nutr. Oncol.*, 2(1), 48–63.
- Li, Q., Zhang, C., Xilin, T., Ji, M., Meng, X., Zhao, Y., Siqin, B., Zhang, N., & Li, M. (2022). Effects of Koumiss on Intestinal Immune Modulation in Immunosuppressed Rats. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.765499>.
- Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., & Mariani, P. (2002). Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal*, 12(11), 869–877. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00120-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00120-6).
- Martuzzi, F., Franceschi, P., & Formaggioni, P. (2024). Fermented Mare Milk and Its Microorganisms for Human Consumption and Health. <https://doi.org/10.3390/foods13030493>.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., Grimshaw, J., Guyatt, G., Higgins, J., Ioannidis, J. P., Kleijnen, J., Lang, T., Magrini, N., McNamee, D., Moja, L., Mulrow, C., Napoli, M., Oxman, A., Pham, B., Rennie, D., Sampson, M., Schulz, K. F., Shekelle, P. G., Tovey, D., & Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Musaev, A., Sadykova, S., Anambayeva, A., Saizhanova, M., Balkanay, G., & Kolbaev, M. (2021). Mare's milk: Composition, properties, and application in medicine. *Archives of Razi Institute*, 76(4). <https://doi.org/10.22092/ARI.2021.355834.1725>.
- Nayak, C. M., Ramachandra, C. T., & Kumar, G. M. (2020). A Comprehensive Review on Composition of Donkey Milk in Comparison to Human, Cow, Buffalo, Sheep, Goat, Camel and Horse Milk. *The Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 54(3), 42–50.
- Oleinikova, Y., Alybayeva, A., Daugaliyeva, S., Alimzhanova, M., Ashimuly, K., Yermekbay, Z., Khadzhibayeva, I., & Saubenova, M. (2024). Development of an antagonistic active beverage based on a starter including *Acetobacter* and assessment of its volatile profile. *International Dairy Journal*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105789>.
- Petrova, S. Y., Khlgatian, S. V., Emelyanova, O. Y., Pishulina, L. A., & Berzhets, V. M. (2022). Structure and biological functions of milk caseins. <https://doi.org/10.15275/rusomj.2022.0209>.
- Pieszka, M., Luszczynski, J., Zamachowska, M., Augustyn, R., Dfugosz, B., & Hedrzak, M. (2016). Is mare milk an appropriate food for people? - A review. *Annals of Animal Science*, 16(1). <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0041>.
- Pires, A. F., Marnotes, N. G., Rubio, O. D., Garcia, A. C., & Pereira, C. D. (2021). Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. <https://doi.org/10.3390/foods10051067>.
- Prastyowati, A. (2021). Sumbawa Wild Horse Milk: Production, Usage, Chemical Compound, Microbial Community, and Probiotics Potency. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 31(3). <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v31i3.2850>.
- Pratiwi, A. & Nuryanti (2017). Studied of Water, Ash, Protein, and Lead (Pb) Content in Vegetables From Sunter Market, North Jakarta As Source of Food Supplement. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 2(2), 67–78. <https://doi.org/10.52447/inspj.v2i2.1910>.
- Rehman, M. A. U., Ashfaq, K., Iqbal, F., Khan, I., & Azar, A. (2022). Yoghurt: processing technology and nutritional profile. *International Journal of Pharmacy and Integrated Health Sciences*, 3(1), 560592. <https://doi.org/10.56536/ijpihs.v3i1.22>.
- Ren, S., Chen, A., Tian, Y., Bai, Z., & Wang, C. (2022). *Lactobacillus paracasei* from koumiss ameliorates diarrhea in mice via tight junctions modulation. *Nutrition*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111584>.
- Ren, S., Wang, C., Chen, A., Bai, Z., Tian, Y., & Lv, W. (2023). *Lactobacillus paracasei* influences the gut-microbiota-targeted metabolic modulation of the immune status of diarrheal mice. *Food and Function*, 14(9). <https://doi.org/10.1039/d3fo00268c>.
- Rifdiyani, F. A. (2018). *Pengaruh Pemberian Bakteri Asam Laktat Asal Dangke Jenis Lactobacillus Plantarum Dan Enterococcus faecium Terhadap Kadar Glukosa Darah Mencit (Mus musculus) Icr Jantan*. Skripsi, UIN Aalauddin Makassar.
- Samat, K., Nurislam, M., Zhanel, P., Dmitriy, B., Dinar, T., Indira, U., Zhanagul, K., Akmaral, Z., Zharkyn, J., Saniya, K., Tamara, T., & Almagul, K. (2022). Effects of low lactose mare's milk yogurt consumption on gut microbiota function. *Functional Foods in Health and Disease*, 12(8). <https://doi.org/10.31989/ffhd.v12i8.981>.
- Suh, J. H. (2022). Critical review: Metabolomics in dairy science – Evaluation of milk and milk product quality. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.110984>.
- Tang, H., Ma, H., Hou, Q., Li, W., Xu, H., Liu, W., Sun, Z., Haobisi, H., & Menghe, B. (2020). Profiling of koumiss microbiota and organic acids and their effects on koumiss taste. *BMC Microbiology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01773-z>.

- Uniacke-Lowe, T., Huppertz, T., & Fox, P. F. (2010). Equine milk proteins: Chemistry, structure and nutritional significance. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2010.02.007>.
- Utama, A. H., Sari, Y., Andiana, P., Faradila, R., Awwaly, K. U. A., & Radiati, L. E. (2024). Total Microbiological and Chemical Quality of Dry Fermented Mare's Milk Sumbawa Using Gum Arabic (*Acacia senegal*) as Encapsulating Agent. *Asian Food Science Journal*, 23(3), 20–27. <https://doi.org/10.9734/afsj/2024/v23i3703>.
- Xue, W., Yuan, X., Ji, Z., Li, H., & Yao, Y. (2023). Nutritional ingredients and prevention of chronic diseases by fermented koumiss: a comprehensive review. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1270920>.
- Yan, X., Han, W., Jin, X., Sun, Y., Gao, J., Yu, X., & Guo, J. (2022). Study on the effect of koumiss on the intestinal microbiota of mice infected with *Toxoplasma gondii*. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05454-x>.