

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Komposisi Susu Kambing

Hasil mengenai komposisi susu segar dan susu kambing lemna tercantum pada Tabel 5.1 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua jenis susu dalam berbagai parameter yang diukur.

Tabel 5.1. Komposisi susu segar dan susu kambing lemna

Komposisi susu	Susu segar	Susu kambing lemna
Lemak (%)	5,89±1,08	6,21±1,41
<i>Solid Non Fat</i> (SNF) (%)	8,62±0,23	9,72±0,87
Total solid (%)	14,82±1,19	15,61±1,95
Laktosa (%)	4,71±0,13	5,33±0,48
Protein (%)	3,14±0,09	3,55±0,32
Berat jenis (g/ml)	1,03±0,00	1,03±0,00
pH	6,94±0,48	6,85±0,33

Keterangan : susu segar dan susu kambing lemna tidak terdapat perbedaan signifikan.

Susu segar dengan komposisi lemak 5,89%, susu kambing lemna 6,21%. Nilai SNF susu segar dan susu kambing lemna yaitu sebesar 8,62 dan 9,72%. Komposisi total solid susu kambing lemna sebesar 15,61%. Komposisi laktosa susu segar 4,71% dan susu kambing lemna 5,33%. Laktosa merupakan karbohidrat utama susu. Nilai kadar laktosa susu dipengaruhi oleh pakan yang diberikan ke ternak. Kandungan protein 3,14% pada susu segar dan 3,55% pada susu kambing lemna. Nilai berat jenis susu segar dan susu kambing lemna sama yaitu 1,03 g/ml. Nilai pH pada kedua sampel susu tersebut yaitu 6,94 dan 6,85. Penambahan lemna dalam pakan dapat mempertahankan kualitas susu. Selain itu, bahan pakan lemna juga dapat sebagai pakan alternatif yang lebih murah, mudah didapatkan, dan mudah dibudidayakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas susu yang diperoleh sesuai pada ketentuan dan syarat mutu susu SNI.

Syarat mutu susu segar, kadar protein minimum 2,7%, kadar lemak minimum 3,0%, untuk warna, bau, dan rasa tidak ada perubahan (SNI, 2005). Berdasarkan *American Dairy Goat Association* (2002) kadar protein 3,0% dan kadar lemak 3,8%. Berat jenis susu kambing kisaran 1,0296 – 1,0303 g/ml pada pemberian pakan berupa 70% konsentrat dan 30% silase rumput pakchong (Lestari *et al.*, 2023). Kandungan berat jenis susu susu segar dan susu kambing lemna yaitu 1,03 g/ml masih berkualitas baik. Pemberian suplementasi pakan lemna dapat menjadi alternatif pakan yang baik tanpa mengurangi kualitas susu. Susu mengandung

zat - zat makanan yang lengkap dan seimbang seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin.

Komposisi yang berbeda pada susu mempengaruhi kualitas produk fermentasi yang dibuat dari kedua susu tersebut. Lemak dan protein susu mempengaruhi nilai dari WHC, sineresis, serta viskositas dari suatu produk susu. Protein dapat sebagai senyawa yang dapat mengikat air sehingga meningkatkan viskositas. Lemak susu berkontribusi pada kekentalan produk fermentasi, seperti yogurt dan kefir (Setyawardani *et al.*, 2020). Produk akan lebih kental dengan kadar lemak yang tinggi. Gumpalan lemak dalam jaringan protein meningkatkan viskositas dan WHC. Sineresis dipengaruhi oleh total padatan susu. Lemak susu adalah globula lemak dengan butiran kecil yang tersebar di seluruh serum susu dan ukurannya bervariasi. Ukuran globula lemak susu kambing yaitu 3,19 μm (Tafes, 2020). Globula lemak lebih mudah dicerna karena butirannya lebih kecil serta kadar asam lemak rantai menengah yang lebih tinggi. Komposisi lemak susu yang lebih tinggi akan mempengaruhi produk fermentasi yang dihasilkan. Peningkatan kadar lemak dan total padatan dalam susu akan meningkatkan viskositas sehingga kekentalan susu juga meningkat (Shadnoush *et al.*, 2013).

Perbedaan komposisi susu pada setiap ternak perah banyak dipengaruhi dari beberapa faktor yaitu bangsa, masa laktasi, lingkungan, manajemen, kesehatan, dan pakan (Curro *et al.*, 2019). Kontribusi pakan mencapai 60 – 70% untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, produksi, dan reproduksi. Ketersediaan pakan berkualitas dapat menghasilkan produksi susu yang optimal pada ternak kambing perah yaitu berupa hijauan dan konsentrat. Pakan ternak yang disusun harus mengandung energi dan protein untuk mencukupi kebutuhan nutrisinya. Pakan dengan kualitas yang rendah akan mempengaruhi rendahnya kadar laktosa susu (Ratya *et al.*, 2017).

5.2 Karakteristik Fisikokimia Produk Fermentasi

Produk fermentasi pada yogurt dan kefir ditentukan dari beberapa kriteria karakteristik fisikokimia. Karakteristik fisikokimia yang diujikan pada penelitian ini yaitu kadar air, total padatan, pH, total asam tertitrasi, *Water Holding Capacity* (WHC), sineresis, viskositas, dan profil warna. Hasil penelitian pada kadar air dan total padatan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai pH dan total asam tertitrasi terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hasil rata-rata karakteristik fisikokimia produk fermentasi susu kambing segar dan susu kambing lema pada nilai kadar air, total padatan, pH, dan total asam tertitrasi tercantum pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Rataan karakteristik fisikokimia produk fermentasi yogurt kefir dari asal susu segar dan susu kambing lemna

Karakteristik fisikokimia	Produk Fermentasi			
	Yogurt susu	Yogurt susu lemna	Kefir susu	Kefir susu lemna
Kadar air (%)	84,83 ± 0,36 ^a	84,94 ± 0,35 ^a	87,99 ± 0,30 ^b	88,13 ± 0,15 ^b
Total padatan (%)	15,17 ± 0,81 ^b	15,06 ± 0,35 ^b	12,01 ± 0,30 ^a	11,87 ± 0,15 ^a
pH	3,92 ± 0,02 ^c	4,22 ± 0,03 ^d	3,79 ± 0,78 ^b	3,69 ± 0,07 ^a
Total asam tertitrasi (%)	1,45 ± 0,37 ^b	1,27 ± 0,22 ^b	0,79 ± 0,14 ^a	0,64 ± 0,06 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

5.2.1 Kadar Air dan Total Padatan

Rataan kadar air pada yogurt susu, yogurt susu lemna, kefir susu, dan kefir susu lemna secara berturut – turut yaitu 84,83%, 84,94%, 87,99%, dan 88,13%. Nilai total padatan yogurt susu dan yogurt susu lemna yaitu 15,17% dan 15,06%. Kefir susu segar dan susu lemna yaitu 12,01% dan 11,87%. Kadar air dan total padatan produk yogurt kefir yang berbeda dipengaruhi dari proses fermentasi serta jenis penambahan bakteri yang digunakan. Karakteristik yogurt konsistensinya lebih kental sehingga kadar air rendah. Kefir konsistensinya lebih cair karena kandungan kadar air lebih tinggi. Karakteristik kimia antara kadar air dan total padatan saling berkaitan. Semakin tinggi nilai kadar air maka nilai total padatan produk yang dihasilkan akan semakin rendah, dan sebaliknya.

Kandungan air mempengaruhi tekstur dan cita rasa pada suatu produk. Kadar air hasil penelitian yogurt dan kefir tidak terdapat perbedaan. Rataan kadar air yogurt susu dan yogurt susu lemna kisaran 84,83 - 84,94%. Kadar air yogurt susu kambing kisaran 84% (Kusumawati *et al.*, 2019). Nilai kadar air kefir tinggi kisaran 87,99 – 88,13%. Kadar air maksimal 91,8%. Nilai kadar air kefir masih dapat dikatakan baik karena total padatan yang diperoleh sesuai yaitu kisaran 11,87 - 12,01% (BSN, 2009).

Kadar air yang tinggi maka total padatan rendah karena untuk memperoleh total padatan dihitung dari 100% dikurangi dengan kadar air. Total padatan yogurt susu dan yogurt susu lemna yaitu 15,06 – 15,17%. Total padatan yogurt yaitu 15,87% (Damayanti *et al.*, 2020). Total padatan yogurt tersebut dikatakan baik karena menurut SNI total padatan yogurt minimal 8,2% (BSN, 2009). Nilai total padatan dapat dipengaruhi dari komposisi susu dan komponen lain, misalnya proses pembuatan, fermentasi, dan jenis starter yang digunakan. Meningkatnya kandungan protein susu akan meningkatkan total padatan susu. Hal tersebut terjadi karena kasein yang menggumpal semakin banyak sehingga meningkatkan total padatan dan kekentalan susu yang difermentasi (Damayanti *et al.*, 2020).

Kultur starter saat terjadi fermentasi akan mengubah laktosa dan sukrosa pada susu oleh bakteri (Ismawati, 2016). Laktosa, sukrosa, dan asam organik yang tersisa dianggap sebagai total padatan terlarut. Kandungan protein yang tinggi dapat menggumpalkan kasein sehingga meningkatkan total padatan serta kekentalan produk fermentasi. Yogurt susu kambing lebih kental dibanding kefir, karena protein susu terkoagulasi oleh asam sehingga membentuk gel. Terkoagulasinya protein oleh asam akan membentuk gel sehingga yogurt susu kambing akan bertekstur semakin kental. Komposisi nutrisi susu, lama fermentasi, dan waktu penyimpanan dapat mempengaruhi total padatan pada produk fermentasi (Safitri and Swarastuti, 2013).

5.2.2 pH dan Total Asam Titrasi

Nilai pH produk fermentasi berturut – turut yaitu yogurt susu 3,92, yogurt susu lemna 4,22, kefir susu 3,79, dan kefir susu lemna 3,69. Rataan nilai pH yogurt menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan kefir. Hal tersebut menunjukkan bahwa kefir memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi. Rasa asam pada kefir lebih tajam dan karakteristik fermentasi yang lebih kuat. pH yang lebih tinggi pada yogurt menghasilkan rasa lebih lembut dan kurang asam.

Hasil penelitian total asam titrasi produk fermentasi yogurt kefir menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan. Nilai total asam titrasi yogurt susu (1,45%), yogurt susu lemna (1,27%), kefir susu (0,79%), dan kefir susu lemna (0,64%). TAT yogurt lebih tinggi dibandingkan dengan kefir. Peningkatan terjadi pada tahap awal penyimpanan akibatnya terus berlanjut sehingga terjadi aktivitas metabolisme bakteri asam laktat (Dimitrova *et al.*, 2024). Adanya aktifitas bakteri asam laktat maka akan mengubah laktosa menjadi asam laktat. Banyaknya asam laktat yang dihasilkan maka produk semakin asam sehingga pH menurun. Nilai pH yang menurun juga dapat disebabkan oleh lama waktu fermentasi yaitu selama 20 jam pada produk kefir. Semakin lama fermentasi maka semakin rendah juga nilai pH yang diperoleh (Barus *et al.*, 2019). Semakin lama proses fermentasi yang dibutuhkan, semakin banyak asam organik yang dihasilkan (Mubin and Zubaidah, 2016). Perlakuan kefir susu kambing waktu fermentasi selama 12 jam memiliki pH tertinggi, sedangkan perlakuan dengan waktu fermentasi lebih lama yaitu 24, 36, dan 48 jam nilai pH lebih rendah (Tania and Parhusip, 2022).

Total asam tertitrasi (TAT) merupakan konsentrasi total asam yang terkandung dalam produk fermentasi. Nilai TAT menyatakan bahwa adanya jumlah kadar laktosa yang dikonversi menjadi asam laktat saat terjadi proses fermentasi. Bakteri asam laktat (BAL) adalah bakteri yang telah menghasilkan total asam. BAL juga memberikan aroma dan rasa yang khas pada kefir. Total asam juga mempengaruhi sifat sensori kefir seperti warna (Triana *et al.*, 2022). Nilai total asam hasil penelitian yaitu kisaran 0,5 – 2,0%, nilai tersebut masih sesuai (BSN, 2009). Nilai total asam dipengaruhi oleh aktifitas BAL yang menghasilkan asam laktat saat terjadi proses fermentasi (Rizqiati *et al.*, 2021). Lama waktu fermentasi dan jenis starter yang digunakan juga menjadi faktor rendahnya nilai total asam. Kefir mengandung *yeast* yang dapat menghasilkan alkohol dan CO₂. Selama fermentasi terjadi proses lipolisis yang diduga dapat berpengaruh terhadap cita rasa produk. Rasa asam *yeast* saat fermentasi kemudian BAL mengubah laktosa menjadi asam laktat. Hal tersebut yang menyebabkan penurunan pH dan *yeast* (Rukmi *et al.*, 2023). Penurunan total asam juga disebabkan oleh adanya aktifitas BAL yang mengubah laktosa susu dan gula sederhana. Produk kefir yang menggunakan asal bahan baku susu kambing memiliki nilai total asam rendah karena adanya variasi kandungan laktosa (Rusdhi *et al.*, 2023).

5.2.3 *Water Holding Capacity* (WHC), Sineresis, dan Viskositas

Nilai WHC tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil produk fermentasi. Nilai sineresis pada produk fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Viskositas menunjukkan adanya pengaruh nyata antara produk fermentasi. Hasil rata-rata karakteristik fisikokimia produk fermentasi susu kambing segar dan susu kambing leмна tercantum pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Rataan karakteristik fisikokimia produk fermentasi yogurt kefir dari asal susu kambing segar dan susu kambing leмна

Karakteristik fisikokimia	Produk Fermentasi			
	Yogurt susu	Yogurt susu leмна	Kefir susu	Kefir susu leмна
WHC (%)	62,21 ± 1,51 ^b	63,87 ± 1,54 ^b	36,41 ± 1,33 ^a	37,69 ± 3,40 ^a
Sineresis (%)	7,82 ± 1,28 ^a	7,28 ± 1,65 ^a	33,69 ± 2,72 ^b	57,53 ± 4,43 ^c
Viskositas (cP)	16,43 ± 1,28 ^c	23,91 ± 1,52 ^d	12,61 ± 4,29 ^b	8,06 ± 0,78 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 3) nilai WHC yogurt susu memiliki nilai sebesar 62,21% dan yogurt susu leмна 63,87%. Hasil ini menunjukkan bahwa WHC yogurt dan kefir relatif sama dan tidak berbeda secara signifikan. Yogurt diproduksi untuk mendapatkan WHC

yang lebih tinggi sehingga menjadikan produk berkualitas. WHC tinggi pada yogurt maka akan memiliki sineresis rendah karena cairan whey yang keluar dapat tertahan. Yogurt susu kambing memiliki nilai WHC yang tinggi yaitu 54,23% (Sumarmono *et al.*, 2023).

Semakin besar nilai WHC maka semakin baik kualitas produk fermentasi (Aloglu and Oner, 2011). Semakin besar nilai WHC maka semakin memperbaiki mutu produk yang dihasilkan, karena mampu menahan lebih banyak jumlah air yang keluar. Ciri - ciri yogurt yang baik adalah WHC yang tinggi dan sineresis yang rendah (Tianling *et al.*, 2022). Yogurt susu segar dan susu lemna memiliki WHC yang tinggi dan sineresis yang rendah, produk tersebut sesuai dengan persyaratan produk fermentasi. Yogurt mendapat hasil yang lebih baik dibandingkan kefir. Semakin tinggi nilai pada sineresis maka semakin rendah juga nilai WHC (Berlianti *et al.*, 2022). WHC pada yogurt dipengaruhi oleh total padatan lemak dan protein, semakin tinggi kandungan lemak dan protein susu maka semakin tinggi WHC produk (Masanahayati *et al.*, 2022).

Hasil penelitian sineresis yogurt susu, yogurt susu lemna, kefir susu, susu lemna berturut – turut yaitu 7,82%, 7,28%, 33,69%, dan 57,53%. Sineresis yogurt rendah artinya memiliki stabilitas protein yang lebih baik dalam mengikat air sehingga sangat kecil terjadinya pemisahan whey dari koagulan. Nilai sineresis kefir tinggi dibanding sineresis yogurt. Nilai sineresis yang tinggi menunjukkan bahwa protein dalam kefir kurang efektif dalam mengikat air, lebih banyak whey yang terpisah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh struktur protein yang lebih lemah dan keasaman rendah. Tingginya nilai sineresis kefir juga dapat disebabkan struktur gel yang kurang stabil. Konsistensi produk kefir lebih cair karena adanya proses fermentasi dari berbagai mikroba yang digunakan.

Sineresis rendah menunjukkan kualitas produk fermentasi yang baik, sineresis tinggi karena adanya daya simpan air yang lemah (Setyawardani *et al.*, 2020). Hal tersebut adanya kekuatan gel yang rendah dan lebih banyak nutrisi terputus dari bahan padat. Sineresis yogurt susu segar dan susu lemna rendah. Sineresis rendah disebabkan oleh tingginya daya ikat air sehingga semakin rendah air yang keluar. Sineresis yogurt susu kambing memiliki kecenderungan pada nilai sineresis yang rendah (Setyawardani *et al.*, 2021, Tianling *et al.*, 2022). Penggumpalan protein oleh bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* selama proses fermentasi menyebabkan penurunan sineresis (Baguna *et al.*, 2019). Kandungan total solid susu dapat meningkatkan nilai sineresis (Park *et al.*, 2007). Kandungan total solid susu kambing segar 14,82% dan susu kambing lemna 15,61%. Semakin tinggi pada kandungan lemak dan protein susu Beberapa faktor yang mempengaruhi sineresis yaitu daya

ikat air, total solid susu, pH, dan kandungan protein (Setiadi *et al.*, 2023). Nilai sineresis dipengaruhi oleh total padatan dan komposisi susu (Vareltzis *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian nilai viskositas yogurt lebih tinggi yaitu antara 16,43 – 23,91% dibandingkan produk 12,61 – 8,06%. Tingkat kekentalan ditandai angka viskositas yang lebih tinggi. Viskositas yang rendah dapat disebabkan oleh kandungan kadar air yang tinggi dan total padatan rendah. Semakin tinggi nilai viskositas maka kualitas produk lebih baik karena mengurangi sineresis. Produk yogurt dan kefir memiliki nilai rata-rata viskositas yang berbeda. Yogurt dan kefir pada penelitian ini dibuat menggunakan susu kambing yang sama asalnya pada setiap perlakuan, sehingga perbedaan viskositas dikarenakan adanya perbedaan jenis starter yang digunakan. Nilai viskositas dipengaruhi dari penggunaan jenis starter yang ditambahkan saat proses pembuatan kefir (Gamba *et al.*, 2020).

Komposisi protein, laktosa, serta total padatan susu dapat meningkatkan nilai viskositas. Protein mengikat air yang berdampak viskositas menjadi meningkat dan tekstur lebih lembut. Protein yang terkoagulasi oleh asam akan membentuk gel sehingga yogurt memiliki tekstur lebih kental. Semakin tinggi kadar protein maka semakin meningkatkan kekentalan produk (Damayanti *et al.*, 2020). Gel kasein yang berada pada lingkungan pH isoelektrik mengalami penurunan daya ikat air (*whey off*) yang menyebabkan penurunan viskositas dan kekentalan (Krisnaningsih *et al.*, 2020).

5.2.4 Profil Warna (*Lightness (L*)*, *Redness (a*)*, *Yellowness (b*)*, *Whitness Index (WI)*, *Hue*, *Chroma*)

Rataan warna produk fermentasi yogurt kefir dari asal susu kambing segar dan susu kambing lema disajikan pada Tabel 5.4. Profil warna produk fermentasi menunjukkan bahwa produk fermentasi yogurt kefir dari asal susu kambing segar dan susu kambing lema tidak mempengaruhi warna. Hasil analisis menunjukkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap b^* dan *chroma*. Namun, pada peubah L^* , a^* , WI, dan *hue* tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$).

Tabel 5.4. Rataan profil warna produk fermentasi yogurt kefir dari asal susu kambing segar dan susu kambing lemna

Peubah	Produk Fermentasi			
	Yogurt susu	Yogurt susu lemna	Kefir susu	Kefir susu lemna
L*	71,57 ± 8,54	70,85 ± 9,42	66,40 ± 6,61	70,57 ± 8,08
a*	-0,48 ± 0,48	-0,55 ± 0,55	-0,49 ± 0,32	-0,53 ± 0,32
b*	9,11 ± 0,62 ^b	8,69 ± 0,73 ^b	7,56 ± 0,71 ^a	7,05 ± 0,86 ^a
WI	70,06 ± 8,24	69,48 ± 9,08	65,54 ± 6,57	69,71 ± 8,04
Hue	-3,18 ± 3,37	-3,84 ± 4,23	-3,88 ± 2,87	-4,58 ± 3,07
Chroma	9,13 ± 0,58 ^b	8,72 ± 0,67 ^b	7,58 ± 0,68 ^a	7,07 ± 0,84 ^a

Keterangan: *Lightness* (L*), *redness* (a*), *yellowness* (b*), *Whitness Index* (WI). Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$), tidak adanya tanda superskrip pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Warna dari berbagai jenis produk fermentasi memiliki kecerahan yang relatif sama. Nilai L* yogurt antara 70,85 – 71,57, sedangkan produk kefir antara 66,40 – 70,57. Susu kambing yang digunakan dalam penelitian ini untuk pembuatan produk fermentasi memiliki warna putih. Globula lemak susu kambing lebih kecil sehingga warna lebih putih (Park *et al.*, 2007). Pengujian warna L* sangat penting untuk mengetahui hasil produk terhadap daya terima konsumen (Supadmi *et al.*, 2018). Nilai L* memiliki rentang nilai 0 – 100, dimana L = 100 menunjukkan nilai putih, L = 0 warna hitam (Wuwur *et al.*, 2021).

Semua produk memiliki nilai a* negatif, yang berarti tidak ada dominasi warna merah. Nilai a* produk yogurt antara -0,48 hingga -0,55 dan kefir antara -0,49 hingga -0,53. Nilai a* yang serupa antara semua produk menunjukkan bahwa intensitas merah sampai hijau tidak berbeda secara signifikan. Nilai a* menunjukkan warna merah atau hijau, dengan nilai a tinggi (+a) warna merah hingga (+80), jika nilai a rendah (-a) warna hijau hingga (-80). Nilai b* memiliki perbedaan yang nyata antara produk yogurt dan kefir (Wuwur *et al.*, 2021). Nilai b* yogurt antara 8,69 – 9,11, kefir antara 7,05 – 7,56. Nilai b* artinya menunjukkan bahwa yogurt memiliki intensitas kuning yang lebih tinggi dibandingkan kefir. Warna kuning atau biru pada produk fermentasi, nilai b tinggi (+b) warna kuning hingga (+80) jika nilai b rendah (-b) warna biru hingga (-80).

Whiteness Index (WI) menunjukkan tingkat kecerahan dan kebersihan produk. Nilai WI sangat penting untuk menilai suatu produk sehingga dapat diterima oleh konsumen. Pengujian WI untuk mengetahui hasil produk terhadap daya terima konsumen (Supadmi *et al.*, 2018). WI menunjukkan nilai indeks warna keputihan yang mengkorelasikan terhadap warna visual yaitu keputihan terhadap benda. Nilai WI tidak mengubah indeks kecerahan

produk fermentasi secara signifikan. Nilai WI produk yogurt antara 69,48 – 70,06, sedangkan kefir 65,54 – 69,71.

Yogurt dan kefir tidak ada perbedaan yang signifikan dan nilai *hue* negatif. Hal tersebut bahwa *hue* menunjukkan warna spektrum dominan yang disesuaikan dengan panjang gelombangnya dan warna *chroma* sebagai kekuatan warna pada spektrum (Priandana *et al*, 2014). Jadi *chroma* disebut sebagai pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral ke warna yang lainnya. Produk fermentasi ada perbedaan yang nyata. Nilai *chroma* menunjukkan intensitas warna. Produk yogurt memiliki nilai *chroma* lebih tinggi dibandingkan kefir. *Chroma* yang rendah menunjukkan kekuatan warna yang semakin menurun, dan sebaliknya *chroma* tinggi menunjukkan warna semakin meningkat (Priandana *et al*, 2014). Struktur mikro kasein pada produk dan tingkat kelembaban sampel berkontribusi pada perbedaan nilai *chroma* dan WI (Lara-Castellanos *et al*, 2021).

5.3 Profil Asam Lemak Susu dan Produk Fermentasi

Hasil penelitian terdapat 36 asam lemak berbeda yang ada pada susu dan produk fermentasi yogurt kefir (Tabel 5 dan 6). Produk fermentasi merupakan produk pangan yang diproses dengan menambahkan bakteri, *yeast*, atau *fungi*. Yogurt dan kefir adalah produk fermentasi yang dibuat dengan penambahan bakteri ataupun *yeast*. Tabel 5.5. dan 5.6 menunjukkan adanya komposisi asam lemak pada produk fermentasi yang berlimpah. Hal tersebut menunjukkan kualitas gizi produk hewani sebagai akibat dari produk fermentasi.

5.3.1 Profil Asam Lemak Susu

Komposisi asam lemak susu segar dan susu kambing lezna yang serupa yaitu metil oktanoat, metil dekanat, metil laurat, metil miristat, metil arachidat, metil palmitoleat, metil cis-9-oleat, dan metil linoleat. Komposisi asam lemak susu segar mengandung asam lemak rantai pendek SCFA yaitu asam kaprilat atau metil oktanoat (C8:0) dan asam kaprat atau metil dekanat (C10:0) (Ramdani *et al*, 2019). Komposisi asam lemak sedang MCFA yaitu asam laurat atau metil laurat (C12:0). Kandungan pada susu segar dan susu kambing lezna yaitu sebesar 4,06 dan 4,27. Asam lemak berasal dari trigliserida dan fosfolipid yang merupakan lemak utama (Chen and Liu, 2020)

Metil oktanoat susu segar 1,70, susu kambing lezna 1,80. Metil dekanat susu segar dan susu lezna yaitu sebesar 6,43 dan 6,42. Susu segar dengan kandungan metil miristat 8,36 dan susu kambing lezna 8,26. Metil cis-10-pentadecanoat, metil cis-11-eicosenat terdapat

kandungan asam lemak pada susu segar. Asam lemak metil cis-11, 14-eicosadienoat terdapat pada kandungan asam lemak susu kambing lemna. Asam lemak tidak jenuh yang terkandung pada susu yaitu pada metil palmitoleat (C16:1), metil cis-9-oleat (C18:1), metil linolelaidat (C18:2n9t), dan metil linoleat (C18:2). Kandungan SCFA, MCFA, dan LCFA susu segar 1,01, 8,24, dan 22,15, pada susu kambing lemna 1,10, 8,32, dan 22,19. PUFA/SFA susu segar sebesar 31,40 dan susu kambing lemna 31,61, MUFA/SFA sebesar 68,60 dan 68,38. Komposisi asam lemak tertinggi pada susu segar dan produk fermentasi adalah LCFA, MUFA, MCFA, dan PUFA (Sumarmono *et al.*, 2015).

Tabel 5.5. Komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi yogurt kefir (asam lemak jenuh/PUFA, SFA)

Komponen	Proporsi susu dan produk fermentasi yogurt kefir (%)					
	Susu segar	Yogurt susu	Kefir susu	Susu kambing lemna	Yogurt susu lemna	Kefir susu lemna
Asam Lemak Jenuh / PUFA						
SFA						
Metil butirat C4:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil heksanoat C5:0	1,01	1,12	0,86	1,10	1,05	1,29
Metil oktanoat C8:0	1,70	1,67	1,44	1,80	1,85	2,08
Metil dekanoat C10:0	6,43	6,01	5,59	6,42	6,54	7,04
Metil undecanoate C11:0	0,11	0,13	0,11	0,1	0,12	0,13
Metil laurat C12:0	4,06	3,38	3,25	4,27	4,32	4,50
Metil tridecanoat C13:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	0,10
Metil miristat C14:0	8,36	7,82	7,76	8,26	7,99	7,90
Metil pentadekanoat C15:0	0,53	0,63	0,62	0,56	0,63	0,56
Metil palmitat C16:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil heptadecenoate C17:0	1,13	1,27	1,20	1,11	1,06	1,05
Metil stearat C18:0	0,14	0,16	0,17	0,12	0,13	0,13
Metil arachidat C20:0	6,77	6,67	7,08	6,87	7,20	7,17
Metil heneicosanoate C21:0	0,89	0,75	0,94	0,71	0,79	0,81
Metil tricosanoat C23:0	0,27	0,28	0,26	0,29	0,27	0,25
Metil lignocerat C24:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tabel 5.6. Komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi yogurt kefir (asam lemak tak jenuh/MUFA, USFA)

Komponen	Proporsi susu dan produk fermentasi yogurt kefir (%)					
	Susu segar	Yogurt susu	Kefir susu	Susu kambing lemna	Yogurt susu lemna	Kefir susu lemna
Asam Lemak Tak Jenuh / MUFA						
USFA						
Myristoleic acid methyl ester C14:1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil cis-10- pentadecenoat C15:1	0,77	0,75	0,75	0,75	0,77	0,74
Metil palmitoleat C16:1	26,32	25,74	25,76	24,43	23,13	23,10
Metil cis-10 heptadecenoat C17:1	0,26	0,25	0,27	0,24	0,25	0,25
Metil trans-9-elaidat C19:1n9c	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil cis-9-oleat C18:1	11,00	<0,1	11,75	<0,1	<0,1	<0,1
Metil linolelaidat C18:2n9t	29,53	11,69	31,4	11,64	12,43	12,21
Metil linoleat C18:2	<0,1	30,77	<0,1	30,40	30,56	29,90
Gamma-linolenic acid methyl ester C18:3n6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil cis-11-eicosenoat C20:1	0,72	<0,1	0,79	<0,1	0,81	<0,1
Metil linolenat C18:3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil cis-11, 14-eicosadienoat C20:2	<0,1	0,93	<0,1	0,92	<0,1	0,78
Metil docosanoat + metil cis 8, 11, 14-eicosatrienoat C22:0; C20:3	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
metil cis-11, 14, 17-eicosatrienoat C20:3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
metil erucate C22:1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
metil cis-5,8, 11, 14-eicosatetraenoat C20:4n6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
metil cis-13, 16-docosadienoat C22:2n6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Methyl cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoate C20:5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Metil cis-9-oleat C18:1	11,00	<0,1	11,75	<0,1	<0,1	<0,1
Metil linolelaidat C18:2n9t	29,53	11,69	31,4	11,64	12,43	12,21

5.3.2. Profil Asam Lemak Produk Fermentasi

Komposisi asam lemak yogurt susu yaitu metil miristat, metil pentadekanoat, metil heptadecanoate, metil stearat, metil linoleat, dan metil cis-11-, 14-eicosatrienoat. Produk yogurt susu lemna dengan komposisi asam lemak metil miristat, metil pentadekanoat, metil arachidat, metil palmitoleat, metil linolelaidat, dan metil linoleat. Kefir susu lemna dengan komposisi asam lemak berupa metil heksanoat, metil oktanoat, metil dekanoat, metil laurat, metil linoleat, dan metil cis-11, 14-eicosadienoat. Metil cis-10-pentadecanoat, metil cis-11-eicosenoat terdapat kandungan asam lemak pada kefir segar dan yogurt susu lemna. Asam lemak metil cis-11, 14-eicosadienoat terdapat kandungan asam lemak pada yogurt susu dan

kefir susu lemna. Metil heptadecanoate memiliki nilai hampir sama seperti pada komposisi asam lemak metil miristat. Terjadi penurunan pada produk fermentasi yogurt untuk metil miristat (Arkan *et al.*, 2022).

Komposisi asam lemak tidak jenuh berupa asam lemak metil palmitoleate, metil cis-9-oleat, metil linolelaidat, metil linoleate. Nilai yang serupa pada beberapa komposisi asam lemak yaitu metil pentadecanoat, metil tricosanoat, dan metil stearate. BAL yang ditambahkan saat proses pembuatan susu fermentasi dapat mempengaruhi komposisi asam lemak. Produk fermentasi dengan BAL ada perubahan asam lemak meliputi kandungan asam lemak jenuh seperti asam stearat dan oleat yang lebih tinggi. Susu fermentasi dengan biji kefir memiliki kadar asam oleat, vaksinat, erusat, dan linoleat tinggi (Sharma *et al.*, 2023).

Hasil rata-rata asam lemak produk fermentasi pada yogurt asam lemak jenuh 30,97%, asam lemak tidak jenuh 69,04%, sedangkan kefir 31,15% dan asam lemak tidak jenuh 68,85%. Susu sapi dan kolostrium yang diolah menjadi yogurt memiliki komposisi sebanyak 53,12% asam lemak tidak jenuh dan 46,88% asam lemak jenuh (Arkan *et al.*, 2022). Produk keju yang asal susunya disuplementasi bunga *Camelina sativa* meningkatkan komposisi asam lemak rantai panjang *Long Chain Fatty Acid* (LCFA), asam lemak rantai panjang PUFA asam linoleat dan asam α -linolenat (Colonna *et al.*, 2021)

Asam lemak tidak jenuh yang terkandung produk fermentasi yaitu pada metil palmitoleat (C16:1), metil cis-9-oleat (C18:1), metil linolelaidat (C18:2n9t), dan metil linoleat (C18:2). Suplementasi pakan daun zaitun pada kambing yang susunya diolah menjadi yogurt dapat meningkatkan komposisi asam lemak yaitu asam oleat (C18:1cis9) dan asam linolenat (C18:3) (Bennato *et al.*, 2020). Susu dan produk fermentasi dengan asam lemak rantai pendek SCFA dan asam lemak rantai menengah MCFA dipengaruhi dari asal spesies ternak dan pakan yang diberikan (Ceballos *et al.*, 2009). Komposisi asam lemak susu ruminansia dipengaruhi dari pola pemberian pakan, seperti pemberian suplementasi pakan biji rami, jenis hijauan, serta konsentrat (Cosentino *et al.*, 2021). Pola pemberian pakan dapat mempengaruhi komposisi kimia produk fermentasi sehingga saat ini banyak dikembangkan. Produk pangan yang kaya akan senyawa bioaktif dapat memberikan manfaat lebih luas pada bidang kesehatan (Iannaccone *et al.*, 2018).

Produk fermentasi susu saat ini lebih berkembang karena adanya komposisi senyawa volatil sehingga produk dapat mempengaruhi aroma serta rasa (Ianni *et al.*, 2020). Penentuan komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi susu menjadi faktor penting karena berkontribusi signifikan terhadap nilai tambah yang lebih tinggi (Hanus *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian bahwa asam lemak yaitu komponen MCFA dan LCFA merupakan asam lemak yang banyak terkandung pada produk fermentasi yogurt dan kefir. Berikut dicantumkan pada Tabel 5.7 tentang komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi yogurt kefir.

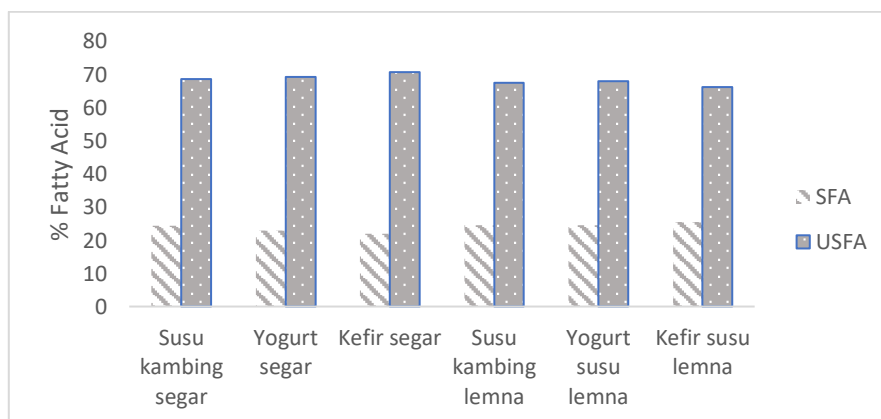
Tabel 5.7. Komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi (yogurt kefir)

Komponen	Perlakuan					
	Susu segar	Yogurt susu segar	Kefir susu segar	Susu kambing lemna	Yogurt susu lemna	Kefir susu lemna
SCFA	1,01	1,12	0,86	1,10	1,05	1,29
MCFA	8,24	7,81	7,14	8,32	8,51	9,25
LCFA	22,15	20,96	21,28	22,19	22,49	22,47
SFA	24,38	22,93	21,92	24,52	24,5	25,48
USFA	68,60	69,20	70,72	67,46	67,95	66,20
PUFA	29,53	42,46	31,40	42,04	42,99	42,11
MUFA	39,07	26,74	39,32	25,42	24,96	24,09
PUFA/SFA	31,40	29,89	29,28	31,61	32,05	33,01
MUFA/SFA	68,60	70,13	70,72	68,38	67,95	66,98

Keterangan: *Short Chain Fatty Acid* (SCFA), *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA), *Long Chain Fatty Acid* (LCFA), *Saturated Fatty Acid* (SFA), *Unsaturated Fatty Acid* (USFA), *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA), *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA).

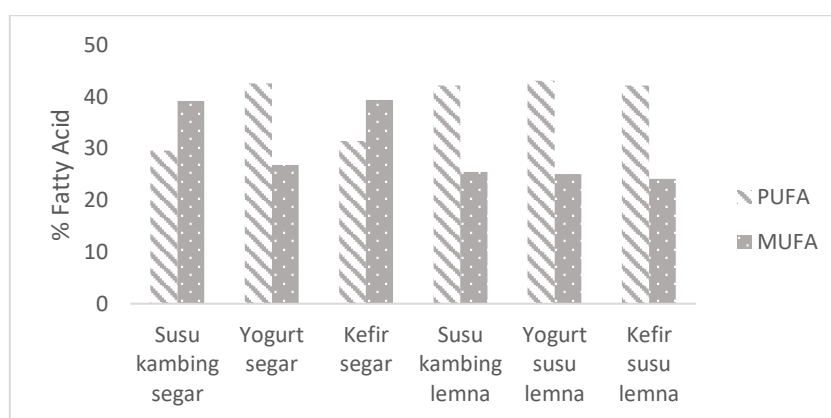
Komposisi asam lemak susu dan produk fermentasi dari kelompok profil asam lemak dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. PUFA/SFA : Asam Lemak Tak Jenuh Ganda/Asam Lemak Jenuh, rumus : PUFA/SFA (Curro *et al.*, 2019)
2. MUFA/SFA : Asam Lemak Tak Jenuh Tunggal/Asam Lemak Jenuh, rumus : MUFA/SFA (Curro *et al.*, 2019)



Gambar 5.1. Perbandingan SFA dan USFA susu segar, susu kambing lemna, produk fermentasi yogurt kefir

Komponen USFA antara 66,20 – 70,20, sesuai Gambar 5.1. Asal bahan baku susu berpengaruh nyata terhadap komposisi asam lemak yogurt (Sumarmono *et al.*, 2023). Komponen SFA pada susu ataupun produk fermentasi beberapa penulis mengemukakan adanya resiko aterosklerosis dan penyakit jantung koroner. Penelitian kontemporer tentang efek FA pada kesehatan manusia menunjukkan bahwa hanya beberapa FA yang memiliki efek buruk pada Kesehatan (Hanus *et al.*, 2018). Perspektif tentang SFA berubah dari fokus pada efek kelompok SFA menjadi fokus pada efek individu SFA dan FA lainnya yang ada dalam susu. Hasil penelitian ini mendapatkan komponen SFA antara 21,92 – 25,48%, kandungan SFA yang tinggi pada susu maka produk fermentasi dapat jauh lebih tinggi sekitar 3 - 5 kali lipat (Pamukova *et al.*, 2018).



Gambar 5.2. Perbandingan PUFA dan MUFA susu segar, susu kambing lemna, produk fermentasi yogurt kefir

Gambar 5.2 menunjukkan perbandingan jumlah PUFA dan MUFA pada susu segar, susu kambing lemna, dan produk fermentasi. Penelitian ini menunjukkan adanya komponen PUFA dan MUFA pada susu segar, susu kambing lemna, dan produk fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan dalam komponen PUFA susu segar sebesar 29,53, susu kambing lemna 42,04%. Komponen PUFA produk fermentasi asal susu segar sebesar 36,93%, sedangkan dari asal susu kambing lemna sebesar 42,55%. Komponen MUFA susu kambing segar 39,07 dan susu kambing lemna 25,42%, sedangkan pada produk fermentasi 33,03 dan 24,53%. Produk fermentasi susu kaya akan komponen MUFA dan PUFA (Gu *et al.*, 2021). Susu kambing lemna dan produk fermentasi sesuai hasil penelitian mengandung komponen PUFA, hal ini diduga terjadi karena adanya 60% asam lemak pada lemna didominasi PUFA (Chakrabarti *et al.*, 2018b). Komposisi asam lemak susu dipengaruhi dari komposisi lemak pada pakan (Anderson *et al.*, 1985).

Komposisi PUFA yang tinggi dari lemna juga disebutkan peneliti lain yang melakukan penelitian pada susu dengan penambahan PUFA. Penambahan PUFA yang tinggi dapat meningkatkan hasil susu domba kaya akan PUFA (Nudda *et al.*, 2020). Pemberian pakan berupa bungkil biji kapas dapat meningkatkan produksi susu, komponen MUFA, dan PUFA susu (Ponnampalam *et al.*, 2024). *Skizochytrium sp* yang mengandung PUFA dan diberikan ke domba sebanyak 20 – 30 gram/hari dapat meningkatkan kualitas susu dan produk olahan susu. Kandungan asam lemak tak jenuh (PUFA) pada susu banyak mencegah peradangan, sterosklerosis, thrombosis, penyakit kardiovaskuler, serta untuk perkembangan otak yang sangat baik (Zisis *et al.*, 2022)



VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- 6.1.1 Produk fermentasi pada yogurt kefir dari asal susu kambing segar dan susu kambing lemna memiliki karakteristik fisikokimia yang berbeda.
- 6.1.2 Komposisi susu kambing segar dan susu kambing lemna memiliki kualitas yang sesuai mutu susu berdasarkan SNI. Komposisi profil asam lemak pada susu kambing segar, susu kambing lemna, dan produk fermentasi yogurt kefir memiliki nutrien serta perubahan pada komposisi asam lemak.
- 2.1.3 Terdapat 36 asam lemak berbeda pada susu dan produk fermentasi. Hasil penelitian terdapat 36 asam lemak berbeda yang ada pada susu dan produk fermentasi yogurt kefir. Hasil rata-rata asam lemak pada susu segar 31,51%, susu kambing lemna 68,49%. Yogurt asam lemak jenuh 30,97%, asam lemak tidak jenuh 69,04%, sedangkan kefir 31,15% dan asam lemak tidak jenuh 68,85%. Komposisi USFA susu kambing lemna 67,46%, yogurt susu lemna 67,95%, dan kefir susu lemna 66,20%, sedangkan SFA 24,52%, 24,50%, dan 25,48%. Komponen PUFA. Komponen PUFA pada susu dan produk fermentasi sangat penting untuk mencegah peradangan, penyakit kardiovaskuler, serta untuk perkembangan otak.

6.2 Saran

- 1.1.1 Tepung lemna dapat menjadi pakan alternatif bagi ternak perah yang lebih murah, mudah dibudidayakan, serta kualitas komposisi susu dapat dipertahankan. Penggunaan suplementasi tepung lemna lebih dari 4% pada pakan akan jauh lebih baik.
- 1.1.2 Karakteristik sensorik produk fermentasi yogurt dan kefir dapat dianalisis lebih lanjut guna mengevaluasi dari variasi dalam penerimaan konsumen terhadap produk fermentasi.