



Yogurt Susu Kambing Etawa (*Capra aegagrus hircus*) dengan Penambahan Daging Buah Alpukat (*Persea americana mill.*) Sebagai Minuman Fungsional

Dian Fitria Purnami Wulan*
Universitas Pendidikan Indonesia

Email korespodensi : dianfitria20@upi.edu

Submitted: 26 Agustus 2024; Accepted: 22 November 2024

ABSTRACT—Yogurt is a drink resulting from fermented milk using lactic acid bacteria. Yogurt production using Etawa goat's milk (*Capra aegagrus hircus*) was chosen because its nutritional content is quite good and low in lactose. The addition of avocado (*Persea americana mill.*) flesh to yogurt is expected to increase antioxidant activity and vitamin E levels. This research aims to produce goat's milk yogurt with the addition of avocado flesh as a functional drink that is liked by consumers, has antioxidant activity, and has high levels of high total phenolics and rich in vitamin E. The method used in this research includes the production of yogurt without the addition of avocado flesh as a control yogurt and yogurt with the addition of avocado in various variants. Then sensory analysis was carried out using the hedonic test, analysis of total phenolic content using the Follin-Cicalteu method, analysis of antioxidant activity using the DPPH method and analysis of vitamin E levels using a spectrometer. The research results showed that the control yogurt was white in color, in the form of a thick, semi-solid liquid, had a distinctive smell, a sour taste, a homogeneous consistency and had a pH value of 4.3–4.8. The results of the sensory analysis test of yogurt with the addition of 20% avocado flesh (Y1) was the product most preferred by the panelists based on the color and aroma attributes, while for the texture and taste attributes the panelists preferred 40% (Y2). The total phenolic compound, antioxidant activity, and vitamin E test results of goat's milk yogurt reached 91.2%, the more avocado flesh was added, the yogurt with the addition of avocado flesh increased significantly with the addition of avocado pulp concentration.

KEYWORD : antioxidant activity; avocado flesh; goat milk; total phenolic content; vitamin E.

PENDAHULUAN

Yogurt merupakan hasil fermentasi susu oleh bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Utami et al. 2020). Bakteri-bakteri tersebut dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga yogurt memiliki rasa yang asam (Harjiyanti et al., 2013). Pada proses fermentasi pembuatan yogurt, kadar laktosa susu menurun sehingga yogurt aman dikonsumsi oleh penderita *lactose intolerant* (Surajudin, Kusuma, Purnomo 2006). Manfaat dari yogurt umumnya didapatkan dari bakteri baik yang bersifat probiotik (Dwiayathi 2008). Bakteri tersebut dapat melawan perkembangbiakan patogen dalam sistem pencernaan, menjaga fungsi pencernaan, meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Praja 2018), dan mengurangi kadar kolesterol dalam darah pada sistem pencernaan (Insyiroh, Masykuri, dan Abduh 2014).

Di era sekarang, pembuatan yogurt memiliki banyak inovasi, yogurt umumnya terbuat dari susu sapi kini bisa diinovasikan menggunakan susu kambing sebagai bahan bakunya. Susu

kambing dipilih menjadi bahan utama pembuatan yogurt karena ditinjau dari segi gizinya, susu kambing lebih unggul daripada susu sapi (Sodiq, A dan Abidin 2008). Susu kambing (*Capra aegagrus hircus*) memiliki kandungan protein, lemak, mineral, vitamin B12, vitamin B6, vitamin B1 dan vitamin A yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi. Susu kambing etawa memiliki ciri khas berwarna lebih putih (Aristya et al. 2013). Selain itu, kandungan laktosa dari susu kambing juga lebih rendah, sehingga bisa menjadi solusi bagi penderita *lactose intolerant* (Ratya et al. 2017). Susu kambing juga memiliki ikatan peptida kasein yang baik untuk mencegah ataupun mengobati masalah kesehatan (Nasution, Handayani, dan Noviyanti 2021). Meskipun kandungan lemak pada susu kambing cukup tinggi, tetapi asam lemak pada susu kambing dapat berpotensi sebagai antibakteri, seperti linoleat, linolenat, kaprat dan juga laurat (Murhadi 2009). Susu kambing memiliki aroma yang cukup bau menyebabkan masyarakat banyak yang kurang tertarik mengonsumsi susu kambing (Abidin 2008). Untuk mengatasi hal itu, pembuatan yogurt bisa mengurangi bau *prengus* pada susu kambing. Penelitian mengenai pembuatan yogurt dari susu kambing pernah dilakukan oleh Utami et al. (2020), dimana dalam penelitian disebutkan bahwa hasil produksi yogurt yang lebih disukai dengan penambahan starter 1% hal ini berkaitan terhadap tingkat keasaman yogurt, karena masyarakat lebih suka terhadap yogurt yang rasanya sedikit asam.

Meskipun yogurt susu kambing memiliki kandungan gizi yang cukup banyak untuk kesehatan, yogurt susu kambing juga memiliki kekurangan. Kandungan vitamin larut lemak seperti vitamin E pada yogurt sangat rendah, sehingga mengonsumsi yogurt saja hanya memberikan kontribusi kecil terhadap asupan harian yang direkomendasikan dari mikronutrien tersebut (Raikos et al. 2021). Kandungan vitamin E yogurt susu kambing sangat rendah, yaitu hanya 0,09 IU (Sutama, 2007) dan 0,07 mg (USDA 2020). Vitamin E bermanfaat karena memiliki sifat antioksidan yang baik, dimana vitamin E dapat mengurangi peroksidasi lipid pada asam lemak tak jenuh (Li et al. 2010). Vitamin E termasuk vitamin yang larut dalam lemak dan tidak diproduksi oleh tubuh sehingga diambil dari konsumsi makanan atau suplemen (Roziana et al. 2016). Selain itu, vitamin E juga bermanfaat untuk menstimulasi imonologi, menghambat konversi nitrit, mencegah oksidasi lemak dan vitamin A, menjaga kesuburan, dan menjaga kesehatan kulit (Rusiani et al 2019). Untuk menambah fungsionalitas dari yogurt susu kambing perlu ditambahkan vitamin E yang dapat diperoleh dari daging buah alpukat.

Alpukat (*Persea americana mill.*) merupakan salah satu jenis buah yang digemari masyarakat karena rasanya yang enak dan tinggi akan kandungan antioksidan seperti vitamin E, C, karotenoid, senyawa fenolik dan kaya akan zat gizi (Afrianti, 2020, Ilhamza Arrizqi et al., 2023). Selain kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi, dalam daging buah alpukat juga terkandung vitamin E yang tinggi. Alpukat memiliki banyak varietas salah satunya jenis alpukat hijau bundar (*Persea americana var. Guatemalensis*) mengandung vitamin E 7945 mg dalam 100 gr daging buah (Marsigit et al. 2016a). Dari uraian diatas alpukat dapat menjadi fortifikan dari minuman yogurt susu kambing yang diduga sebagai minuman fungsional.

Dewasa ini, konsumen lebih cenderung mengonsumsi makanan yang tidak dilihat dari rasa atau penampilannya yang menarik saja, tetapi juga mempertimbangkan dampak dan kandungan gizi dari makanan tersebut. Penambahan daging buah (*puree*) ke dalam yogurt susu kambing belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pembuatan yogurt susu kambing dengan penambahan daging buah alpukat guna meningkatkan kandungan total fenolik, antioksidan, vitamin E dan tingkat kesukaan masyarakat terhadap hasil produksi yogurt sebagai minuman fungsional.

METODE PENELITIAN

Alat yang akan digunakan dalam penelitian meliputi gelas ukur, gelas kimia, erlenmayer, *jar*, tabung reaksi, *autoklaf*, lemari es, kompor, panci, pengaduk plastik, termos, *cooler bag*, yogurt maker, termometer, sendok, neraca analitik, wadah yogurt, vortex, spektrofotometer Uv-Vis, pH meter, mikro pipet, serta alat untuk analisa sensori seperti label, cup plastik, sendok plastik, kertas, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah susu kambing etawa yang diambil dari perternakan di Cilengkrang, bakteri *starter* yogurt 5%, buah alpukat ijo bundar yang diambil dari Arjasari, aquades, DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrihidrazin), metanol, kloform, asam sulfat, pereaksi Wagner, pereaksi Dragendorff, CH_3COOH , etanol, HCl, serbuk magnesium, larutan FeCl_3 1% dan 0,02%, Na_2CO_3 7.5%, larutan *Follin-Ciocalteu* 10%, standar vitamin E, dan 2,2 bipiridin 0,07%. Variabel yang diamati adalah kandungan total fenolik, aktivitas antioksidan, kadar vitamin E serta sifat sensori (warna, rasa, aroma, konsistensi) dari yogurt yang dikembangkan.

Proses Pembuatan Yogurt

Susu kambing segar sebanyak 1 liter dipasteurisasi dengan suhu 90°C selama 15 detik. Kemudian susu yang telah dipasteurisasi didinginkan sampai 42°C dan ditambahkan *starter* (*L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*) 1 gram lalu dihomogenkan. Pengemasan yogurt dilakukan dalam jar steril tertutup dan diinkubasi selama 8 jam dengan suhu 40°C kemudian dimasukkan ke dalam kulkas dengan suhu konstan (Robiah 2020).

Proses Penambahan Daging Buah Alpukat

Setelah proses pembuatan yogurt selesai, tahap selanjutnya adalah menambahkan vitamin E dari daging buah alpukat ke dalam yogurt yang diproduksi. Penambahan yogurt variasi 20 gr (Y1), 40 gr (Y2) dan 60 gr (Y3). Dan dibuat juga varian tanpa penambahan daging buah alpukat sebagai kontrol (Y0) (Zulaikhah 2021).

Uji Total Fenolik

Pengujian total fenolik dilakukan berdasarkan (SNI 2013). Dimana sebanyak 0,2 gram sampel dilarutkan dalam 1 mL methanol 70% dan dipanaskan dalam suhu 70°C, disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 10 menit, pisahkan filtrat dan diamkan selama 24 jam. Ditambahkan 5 ml larutan *follin-ciocalteu* dan kocok dengan vortex kemudian diamkan larutan selama 3 menit dalam suhu ruang. Campuran kemudian ditambahkan dengan larutan Na_2CO_3 7,5% lalu kocok kembali dan diamkan selama 30 menit pada suhu ruang. Panjang gelombang maksimal larutan diukur dalam 760 nm dengan spektrofotometer. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali pengulangan (duplo). Kandungan total senyawa fenolik pada yogurt yang diproduksi dapat diketahui dengan pembuatan deret standar dari larutan asam galat. Berikut merupakan rumus (1) penentuan % kadar total fenoliknya sebagai berikut (SNI 2013).

$$\text{kadar fenolik (mg/g)} = \frac{\text{volume (L)} \times \text{konsentrasi} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa (gr)}} \quad (1)$$

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan pada yogurt yang telah diproduksi dilakukan menggunakan metode DPPH. Sebanyak 2 mL yogurt ditambahkan dengan larutan DPPH 0,1 M dan dihomogenkan. Larutan kemudian disimpan ke dalam ruangan kedap cahaya selama 30 menit, kemudian diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada gelombang 517 nm dengan etanol sebagai blanko (Aulia Pradita 2015). Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan nilai absorbansi dari analisis sampel. Dimana untuk mengetahui % antioksidan sampel yang dihitung dengan rumus (2) berikut (Af'idah dan Trimulyono 2019).

$$\% \text{ Aktivitas antioksidan} = \frac{\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \times 100 \quad (2)$$

Pengukuran Kadar Vitamin E

Uji kadar vitamin E menurut AOAC (1988) adalah sebagai berikut.

Ditimbang sebanyak 50 mg padatan tokoferol dan dimasukkan kedalam gelas ukur 50 mL. Berikutnya ditambahkan 3,5 mL 2,2-bipiridin 0,07% dan 0,5 FeCl₃ 0,02% ke dalam larutan. Kemudian diterra dengan etanol sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen homogen.

Larutan induk vitamin E dipipet masing-masing sebanyak 0,2 mL; 0,4 mL; 0,6 mL; 0,8 mL dan 1,0 mL ke dalam labu ukur 5 mL dan masing-masing ditambahkan 3,5 mL 2,2-bipiridin 0,07% dan 0,5 FeCl₃ 0,02%. Kemudian diterra dengan etanol hingga tanda batas dan dikocok hingga larutannya homogen. Sehingga diperoleh larutan Vitamin E dengan konsentrasi 20–100 ppm.

Panjang gelombang maksimum vitamin E didapatkan dari pengukuran absorbansi larutan induk vitamin E pada panjang gelombang 200 hingga 400 nm dan diperoleh panjang gelombang maksimum 286 nm.

Pengukuran kadar vitamin E dilakukan pada panjang gelombang 286 nm. Hasil absorbansi diplotkan untuk mendapatkan nilai regresi. Perhitungan kadar vitamin E, dilakukan dengan rumus (3) berikut.

$$\text{Kadar Vitamin E} = \frac{X \times \text{Faktor pengenceran}}{\text{berat sampel (mg)}} \quad (3)$$

Keterangan:

$$X = \frac{y-a}{b}$$

Analisis Sensori

Pengujian organoleptik pada penelitian ini menggunakan uji hedonik. Dimana nantinya panelis akan disajikan sampel satu per satu dan secara bersamaan. Panelis akan melakukan pengujian terhadap sampel yang disajikan dan memberi diminta untuk memberi penilaian berdasarkan rasa, tekstur, aroma, dan warna.

Penilaian yang diberikan oleh panelis didasarkan pada skala *likert* 1–5 (Tabel 1), panelis akan memberikan penilaian berdasarkan suka atau tidak sukanya yogurt yang disajikan. Nilai kesukaan panelis akan dijumlahkan dan dirata-rata dari setiap parameternya kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA.

Tabel 1. Penilaian analisis sensori

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Suka
2	Tidak Suka
3	Netral
4	Suka
5	Sangat suka

Hasil analisa sensori yang telah dilakukan oleh panelis terhadap masing-masing parameter dalam bentuk grafik jaring laba-laba. Kemudian untuk melihat nilai signifikansi dilakukan uji *One-Way Anova* (Sari, Septiani, dan Melati 2024). Dari hasil anova kemudian dilakukan uji lanjutan, yaitu uji Duncan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pada setiap data yang diperoleh (Robiah 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Produksi dan Tingkat Keasaman Yogurt Kontrol dan Yogurt dengan Penambahan Daging Buah Alpukat

Produk yogurt dibuat menggunakan bahan baku berupa susu kambing etawa segar dan *starter* yogurt *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Pembuatan yogurt ini

disesuaikan dengan SNI 2891 tahun 2009, dimana susu yang digunakan sesuai syarat mutu pembuatan yogurt yaitu berwarna putih dan beraroma khas. Dari susu segar inilah dihasilkan yogurt yang bermutu yaitu berwarna putih kekuningan dengan penampakan cairan sedikit padat, berbau khas, rasa asam dan memiliki konsistensi yang homogen. Susu segar dan hasil produksi yogurt disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. (a) Produk susu kambing segar dan (b) yogurt

Dalam penelitian ini, yogurt yang dihasilkan adalah jenis yogurt *greek*, karena pada pembuatannya yogurt ini disaring untuk menghilangkan whey sehingga memiliki tekstur yang lebih kental dari yogurt pada umumnya (Surajudin, Kusuma, Purnomo 2006). Yogurt *greek* adalah salah satu produk dari fermentasi susu dengan penambahan starter *S thermophilus* dan *L bulgaricus* yang disaring sebanyak tiga kali (Dwiwanti 2021).

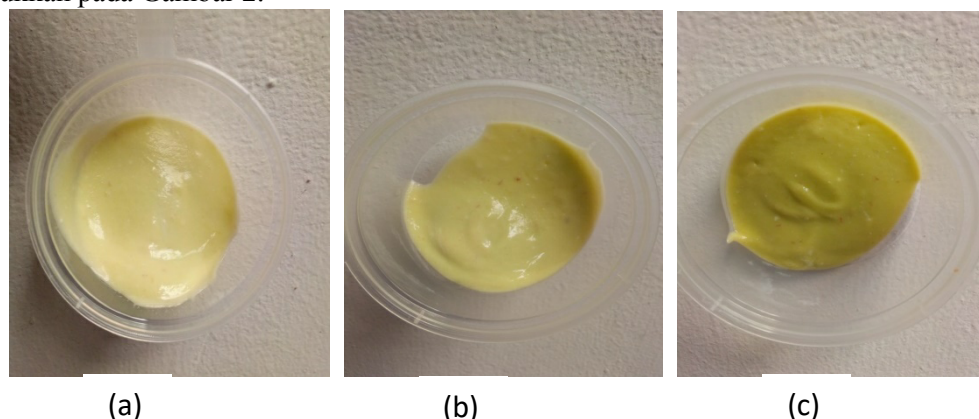
Pada pembuatan yogurt, susu kambing segar sebagai bahan utama harus dilakukan pasteurisasi terlebih dahulu. Pasteurisasi susu bermanfaat untuk mematikan bakteri patogen yang dapat mengurangi jumlah bakteri pada susu segar yang dapat mengganggu tumbuhnya bakteri starter yogurt (Sarah, Indarti, dan Yunita 2021). Selain itu pasteurisasi juga berfungsi untuk mendenaturasi protein pada susu dengan cara mengubah struktur proteinnya untuk meningkatkan gelasi dan kepadatan pada produk yang berpengaruh pada hasil akhir yogurt (Utami et al. 2020). Proses pasteurisasi umumnya dilakukan pada suhu 80°C selama 10 menit. Selama proses pasteurisasi susu harus selalu diaduk agar tidak terjadi koagulasi protein yang menyebabkan protein susu menggumpal sehingga tekstur yogurt yang dihasilkan tidak homogen (Sholikah et al. 2021).

Pada penelitian ini digunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* sebanyak 1 gram dari 1 liter susu kambing. Penambahan bakteri starter untuk proses fermentasi dilakukan pada suhu 42°C. Suhu optimum untuk penambahan starter pada media susu berkisar antara 40–43°C (Sarah et al. 2021). Selain itu, penambahan starter yogurt pada suhu tinggi maka bakteri yang terkandung dalam yogurt akan mati (Raharjanti et al. 2019). Untuk mempercepat proses fermentasi, suhu optimum antara 40–43°C harus dikendalikan. Hal ini bermanfaat untuk menciptakan habitat yang baik untuk perkembangbiakan bakteri, sehingga nantinya akan didapatkan tingkat keasaman yang sesuai yaitu pada pH 4–4,5 (Pamela 2022).

Setelah proses fermentasi selama 8 jam, yogurt hasil produksi disimpan di dalam lemari pendingin. Penyimpanan pada lemari pendingin paling baik pada suhu 5°C dimana pada keadaan ini mikroorganisme menjadi tidak aktif, sehingga dapat dilakukan pengontrolan asam yang terbentuk pada yogurt yang diproduksi (Tamime dan Robinson 2007).

Yogurt yang telah diproduksi kemudian ditambahkan dengan buah alpukat. Penambahan yogurt dengan buah alpukat ini bertujuan untuk meningkatkan fungsi yogurt sebagai produk yang kaya akan kandungan antioksidan dan vitamin E atau α -tokoferol. Penambahan yogurt dengan

buah alpukat ini dibuat dengan beberapa varian yaitu yogurt dengan 20% buah alpukat (Y1), 40% buah alpukat (Y2), dan 60% buah alpukat (Y3). Pemilihan rasio 20%, 40% dan 60% bertujuan untuk menciptakan tekstur yogurt yang sesuai dan untuk menciptakan cita rasa khas dari yogurt dan buah alpukat memiliki keseimbangan. Produk yogurt dengan penambahan buah alpukat ditunjukkan pada Gambar 2.

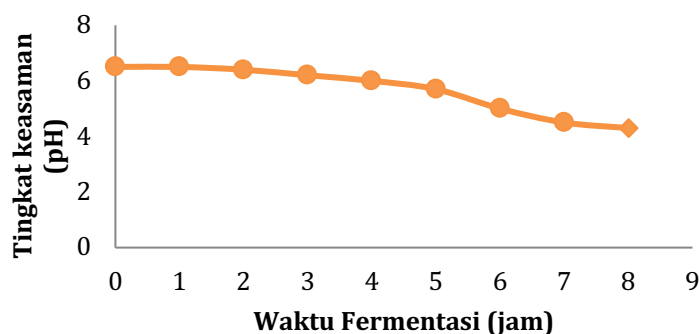


Gambar 2. (a) Yogurt dengan penambahan buah alpukat 20% (Y1), (b) yogurt dengan penambahan buah alpukat 40% (Y2), (c) yogurt dengan penambahan buah alpukat 60% (Y3)

Pada produk yogurt dengan penambahan daging buah alpukat, setiap konsentrasi memiliki warna produk yang berbeda-beda. Adanya perbedaan warna dari setiap konsentrasi ini dikarenakan adanya perbedaan penambahan daging buah alpukat ke dalam setiap varian yogurt. Sehingga banyak penambahan fortifikan ke dalam yogurt, maka warna yogurt akan semakin pekat. Perbedaan warna dari setiap variasi yogurt, yaitu $Y1 < Y2 < Y3$.

Untuk menganalisis tingkat keasaman yogurt ditunjukkan dengan nilai pH dari yogurt. Hasil produksi yogurt dengan berbagai variasi penambahan buah alpukat menghasilkan tekstur yang kental, memiliki warna hijau dan memiliki aroma khas susu bercampur dengan aroma khas alpukat. Tekstur kental pada yogurt tersebut akibat adanya aktivitas bakteri asam laktat pada saat fermentasi. Adanya aktivitas bakteri ini membuat kasein pada susu terkoagulasi membentuk struktur yogurt yang semi padat (Padaga et al. 2018). Kekentalan dari yogurt menurun seiring meningkatnya penambahan buah alpukat.

Analisis tingkat pH kontrol diukur sebelum dan saat fermentasi selama 8 jam dengan interval waktu setiap 1 jam. Sedangkan untuk yogurt dengan penambahan buah alpukat, pHnya diukur setelah 8 jam fermentasi. Susu kambing etawa segar sebelum difermentasi memiliki nilai pH 6,5. Perlakuan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sujono et al. (2019) yang menyatakan bahwa pH awal susu kambing direntang 6,5–6,7. Setelah dilakukan fermentasi selama 8 jam, pH yogurt mulai terjadi penurunan, yaitu antara 6,5 hingga 4,3 (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan waktu fermentasi (jam) terhadap tingkat keasaman (pH)

Hasil ini sesuai dengan syarat mutu yogurt dari SNI 2891 tahun 2009 yang menyatakan bahwa yogurt umumnya harus memiliki nilai pH berkisar 4,1 hingga 4,5. Sedangkan untuk yogurt dengan penambahan daging buah alpukat memiliki pH diantara 4,4 hingga 4,8 (Tabel 2).

Tabel 2. pH yogurt dengan penambahan buah alpukat

Formulasi	pH
Y1	4,4
Y2	4,5
Y3	4,8

Dari hasil analisis pH dengan penambahan buah alpukat yang sesuai dengan SNI adalah yogurt dengan penambahan buah alpukat 20% dan 40%. Penurunan pH pada yogurt diakibatkan adanya fermentasi susu oleh bakteri asam laktat yang menyebabkan peningkatan asam pada yogurt (Teguh et al 2015). Proses fermentasi pada yogurt diawali dengan laktosa dihidrolisis oleh bakteri *Streptococcus thermophilus* yang mempunyai enzim β -D-Galaktosidase sehingga dapat mengubah glukosa menjadi galaktosa. Kemudian melalui rantai glikolisis EMP (Emden-Meyerhof-Parnas) glukosa diubah menjadi asam piruvat. Adanya kandungan enzim *laktat dehidrogenase* dapat mengubah asam piruvat menjadi asam laktat (Zourari et al. 2020). Asam laktat merupakan asam organik yang mana asam-asam ini akan terdissosiasi membentuk ion-ion H^+ , semakin banyak asam yang dihasilkan, maka pH semakin menurun (Rasbawati 2019). Protein susu atau kasein memiliki titik isoelektrik pada pH 4,6, sehingga kasein akan berubah menjadi koagulan dan membentuk susu dengan tekstur semi padat (Khaldi dan Shields 2011). Saat pH susu turun kasein susu terpecah dan terjadi hidrolisis kasein oleh enzim protease dari bakteri *Lactobacillus bulgaricus* (Rahman et al. 2019). Selain itu, kandungan lemak dalam yogurt dapat membantu mempercepat penurunan derajat keasaman (pH) karena kandungan lemak dalam yogurt akan terhidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol saat proses fermentasi dan berkontribusi pada pembentukan asam laktat oleh kultur bakteri. (Nurhikmah et al. 2023).

Hasil Analisis Total Fenolik Yogurt

Pada pembuatan yogurt dengan penambahan daging buah alpukat memiliki tujuan untuk meningkatkan kadar total senyawa fenolik pada yogurt yang diproduksi. Alpukat memiliki beberapa komponen senyawa aktif seperti flavonoid, fenolik, alkaloid, tanin, dan terpenoid (Ilhamza Arrizqi et al. 2023). Kandungan senyawa bioaktif tersebut berpotensi sebagai sumber antioksidan alami (Pangisian, Sangi, dan Kumaunang 2022). Kadar senyawa fenolik pada 100 gram ekstrak etanol daging buah alpukat ijo bundar adalah 111,67 mg GAE/g (Marsigit 2016). Selain itu, daging buah alpukat juga bermanfaat untuk pemberian warna alami pada yogurt, yaitu membuat warna yogurt yang diproduksi menjadi hijau terang.

Pada penelitian ini, analisa total senyawa fenolik dilakukan pada yogurt kontrol yaitu yogurt susu kambing tanpa penambahan daging alpukat, yogurt yang terfortifikasi daging alpukat dengan berbagai variasi, dan ekstrak daging alpukat. Pada penentuan total senyawa fenolik digunakan metode *Follin-Cicalteu* (Novitasari 2018). Metode *Follin-Cicalteu* didasarkan pada reaksi transfer elektron dimana antioksidan atau senyawa fenolik bertindak sebagai penodor dan reagen *Follin-Cicalteu* sebagai oksidan (Pérez et al. 2023). Penentuan kadar senyawa fenolik dilakukan dengan cara menghitung absorbansi larutan uji dengan pereaksi *Follin-Cicalteu*, kemudian hasilnya diplotkan dengan kurva standar asam galat yang telah ditentukan sebelumnya (Novitasari 2018). Berikut merupakan hasil analisis kadar total senyawa fenolik pada daging buah alpukat, yogurt kontrol, dan yogurt terfortifikasi.

Data ini diuji dengan anova dengan nilai kepercayaan 95%. Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai total senyawa fenolik yogurt susu kambing dengan penambahan berbagai konsentrasi daging buah alpukat. Hal ini ditandai dengan kenaikan nilai total senyawa fenolik yang cukup signifikan. Nilai total senyawa fenolik yang paling tinggi adalah yogurt

dengan penambahan daging buah alpukat 60%, yaitu 0,442 mg GAE/gr (Tabel 3). Kenaikan nilai total senyawa fenolik ini dipengaruhi adanya kandungan senyawa fenolik yang cukup tinggi pada daging buah alpukat, yaitu 0,322 mg GAE/gr (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji total senyawa fenolik

Sampel	Total senyawa fenolik (mg GAE/0,2 gram ekstrak)
Daging buah alpukat	0,322 ± 0,03 ^a
Y0	0,249 ± 0,06 ^a
Y1	0,290 ± 0,03 ^a
Y2	0,428 ± 0,03 ^b
Y3	0,442 ± 0,00 ^b

Keterangan: a, b merupakan notasi huruf yang menunjukkan tidak adanya perbedaan secara nyata pada uji Duncan

Penambahan daging buah alpukat dapat meningkatkan nilai total fenolik pada yogurt karena daging buah alpukat telah terbukti memiliki kandungan antioksidan alami, yaitu senyawa fenolik (Marsigit 2016). Senyawa fenolik memiliki sifat aktivitas antioksidan karena kemampuan mendonorkan elektron (reducing agent) dengan baik (Mickaël Laguerre et al. 2014). Gugus hidroksil pada senyawa fenolik dapat menangkal radikal bebas (Hidayah dan Anggarani 2022), sehingga semakin banyaknya gugus hidroksil akan meningkatkan aktivitas antioksidan senyawa fenolik (Sunarni, Pramono, and Asmah 2007).

Selain itu, adanya aktivitas bakteri asam laktat (BAL) saat proses fermentasi menyebabkan naiknya kadar total senyawa fenolik (Novitasari 2018). Hal ini dikarenakan BAL dapat menghasilkan enzim β -glukosidase, dimana enzim ini dapat menghidrolisis glukosida fenolik sehingga menghasilkan senyawa fenolik yang disebut aglikon dan dapat meningkatkan konsentrasi polifenol bebas (Limón et al. 2015). Selain itu, yogurt yang berbahan dasar susu memiliki protein susu yang dapat mengalami proteolisis untuk melepaskan asam amino dengan rantai samping fenolik seperti tirosin, α -laktalbumin, dan β -laktoglobulin (Ozdal et al. 2013). Lepasnya rantai samping pada protein susu dapat berperan juga pada peningkatan kandungan senyawa fenolik (Muniandy et al. 2016).

Senyawa fenolik dihasilkan oleh bakteri asam laktat melalui metabolit sekunder (Celep 2014). Adanya metabolisme dari bakteri asam laktat yang mendegradasi asam ferulat dan sinamat menjadi 4-vinil fenol dan 4-vinil guaikol berubah menjadi senyawa fenolik (Primurdia 2014). Asam sinamat merupakan salah satu turunan senyawa fenolik. Sehingga semakin banyaknya jumlah bakteri asam laktat, maka kandungan senyawa fenolik dari yogurt akan ikut meningkat.

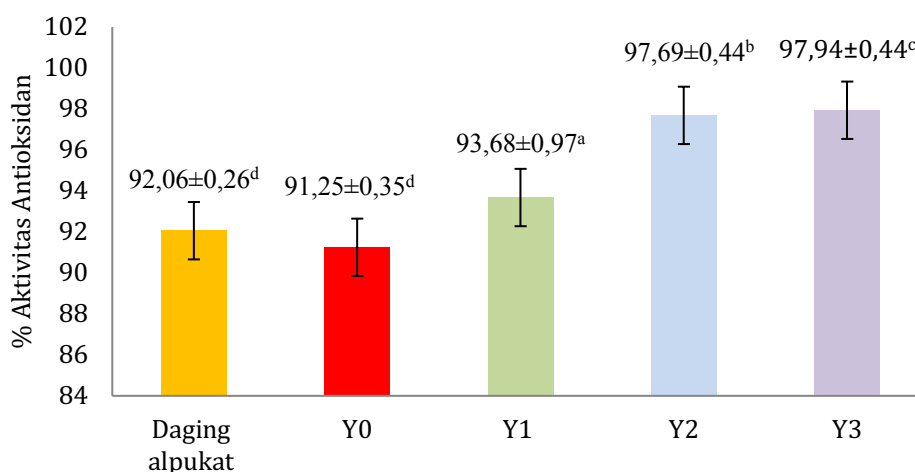
Analisa total fenolik pada ekstrak etanol daging buah alpukat ijo bundar dan tepung dari daging alpukat ijo bundar dengan metode *Follin-Cicalteu* (Marsigit et al. 2016). Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa kadar total senyawa fenolik pada ekstrak etanol daging alpukat ijo bundar adalah 11,67 mg GAE/gr, sedangkan kadar total senyawa fenolik pada tepung alpukat ijo bundar lebih tinggi daripada daging buah alpukatnya, yaitu 201,13 mg GAE/ 100 gr. Juma et al. (2023) juga melaporkan bahwa total senyawa fenolik dari alpukat yang diambil di Njombe, Tanzania memiliki kadar total fenolik 292,1 mg GAE/100 g. Pembuatan susu unta fermentasi dengan penambahan daging buah alpukat menghasilkan nilai total fenolik 527,60 μ GAE/g (Soliman dan Shehata 2019).

Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan

Alpukat memiliki komponen senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, alkaloid, tanin, terpenoid, tokoferol yang berperan sebagai antioksidan (Marsigit 2016; Salazar-López et al. 2020). Pada penelitian ini daging buah alpukat, yogurt kontrol dan yogurt dengan penambahan berbagai variasi daging buah alpukat akan dilakukan pengujian untuk menentukan masing-masing aktivitas antioksidannya.

Untuk mengukur aktivitas antioksidan dilakukan dengan spektrofotometer visibel dengan panjang gelombang 517 nm seperti yang dilakukan oleh Brand-Williams et al. (1995). Sebelum dilakukan analisis, dilakukan inkubasi selama ± 30 menit. Proses inkubasi ini dilakukan untuk mengoptimalkan reaksi antara DPPH dengan sampel yogurt sebagai antioksidan. Adanya aktivitas antioksidan pada daging buah alpukat seperti vitamin C, vitamin E, dan senyawa fenolik mengakibatkan terjadinya penangkapan elektron oleh radikal bebas DPPH (Ali et al. 2008). Menurut Aulia Pradita (2015) semakin banyaknya senyawa yang bersifat antioksidan pada sampel, maka semakin banyak pula elektron yang akan didonorkan dan semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa ekstrak daging buah alpukat memiliki aktivitas antioksidan sebesar 92.06% (Gambar 4). Hal ini menandakan bahwa daging alpukat memiliki kemampuan dalam meredam radikal bebas sebesar 92.06%, sehingga daging buah alpukat sangat berpotensi sebagai sumber aktivitas antioksidan. Berikut disajikan grafik mengenai aktivitas antioksidan pada sampel yang diuji.



Gambar 4. Hasil analisis aktivitas antioksidan pada produk yogurt dengan penambahan daging buah alpukat

Pada sampel yogurt dengan penambahan daging buah alpukat mengalami peningkatan aktivitas antioksidan seiring dengan penambahan konsentrasi daging buah alpukat, hasil aktivitas antioksidan yang didapatkan berturut-turut yaitu 96.19%, 97.69%, dan 97.94%. Hasil ini lebih tinggi nilainya daripada yogurt kontrol yang hanya 91.25%. Hal ini dapat membuktikan bahwa penambahan daging buah alpukat berpengaruh nyata dalam meningkatkan aktivitas antioksidan pada yogurt, sehingga yogurt yang diproduksi ini dapat dimanfaatkan sebagai minuman yang kaya akan antioksidan. Yogurt merupakan salah satu minuman probiotik, yaitu minuman jika dikonsumsi dalam jumlah yang direkomendasikan, dapat memberikan efek kesehatan yang baik bagi manusia (Burton et al. 2014). Menurut Mishra et al. (2015) probiotik dapat mengeluarkan enzim superoksida dismutase (SOD) yang merupakan antioksidan enzimatis dan glutathion sintase (GSH). Enzim superoksida dismutase (SOD) dapat mengurangi resiko terjadinya reaksi stress

oksidatif (ROS) selama pencernaan makanan, peredaman senyawa oksidan dan meregenerasi usus (Mishra et al. 2015).

Selain itu, yogurt berbahan dasar susu kambing terdapat kandungan protein yang cukup tinggi, yaitu 4.3% (Faiqoh et al. 2022). Fataty (2018) melaporkan bahwa yogurt susu kambing merupakan sumber bioaktif peptida yaitu kasein yang berpotensi sebagai antioksidan. Pembuatan yogurt yang melalui proses fermentasi oleh BAL yaitu *Lactobacillus* dapat melepaskan enzim protease yang membuat kasein mengalami degradasi menjadi peptida bioaktif (Santosa et al. 2017). Peptida ini akan terus bertambah sering dengan berjalannya proses fermentasi karena hidrolisis protein terus berjalan (Sinthary dan Arief 2023). Mahdi et al (2018) melaporkan bahwa di dalam yogurt susu kambing terdapat 16 asam amino yang memiliki bersifat sebagai antioksidan. Salah satu asam amino yang terkandung dalam yogurt susu kambing, yaitu asam amino aromatik (fenilalanin, triptofan dan tirosin), asam amino hidrofobik (glisin, alanin, valin, leusin dan prolin), dan asam amino yang memiliki gugus sulfur (sistein dan metionin) (Lestari et al. 2020). Zou et al. (2016) menjelaskan bahwa asam amino aromatik dan hidrofobik memiliki cincin *imidazole* yang dapat mentransfer elektron terhadap radikal bebas. Sedangkan pada asam amino prolin dan triptofan memiliki cincin pirolidin dan indol yang berguna untuk mendonorkan hidrogen ke radikal bebas. Dari hal ini dapat diketahui bahwa peptida dapat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Penambahan daging buah alpukat ke dalam yogurt susu kambing terbukti dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Hal ini karena daging buah alpukat memiliki senyawa antioksidan yang cukup banyak, seperti fenolik dan vitamin C (Febrianti dan Zulfikar 2016).

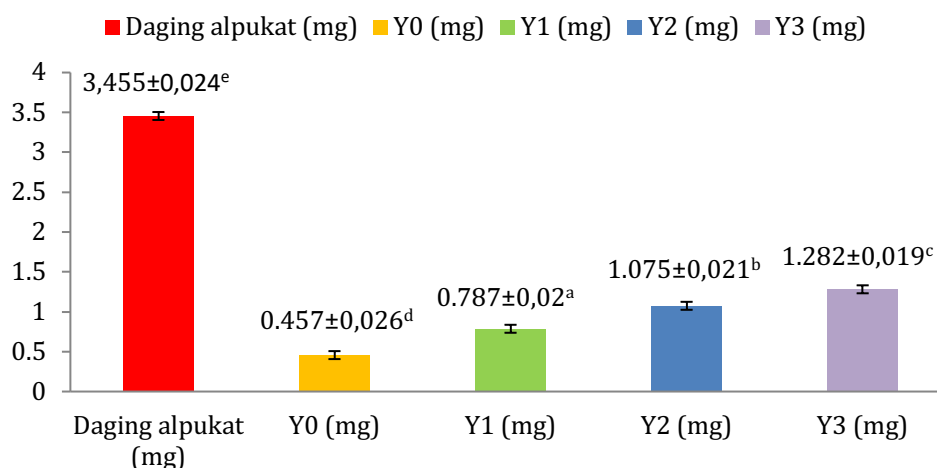
Hasil Analisis Kadar Vitamin E

Vitamin E merupakan salah satu bentuk dari antioksidan yang peranannya cukup penting, yaitu mengubah superoksida, hidroksil dan radikal peroksi lipid berkurang kereaktifannya (R. N. Sinaga et al. 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Acta et al. (2023) dengan membandingkan kandungan vitamin E antara yogurt susu sapi, yogurt susu kambing dan yogurt susu domba, kandungan vitamin E pada yogurt susu kambing paling rendah yaitu 27,87 µg/100 mL. Alpukat merupakan buah kaya akan nutrisi, salah satunya kandungan vitamin Enya cukup tinggi (Annisa Noviyani 2023). Menurut Vo et al. (2024) alpukat jenis Hass yang diambil dari Peru memiliki kandungan α -tokoferol sebanyak 57,7 µg/100 gram. Sedangkan menurut Marsigit et al. (2016) alpukat varietas hijau bundar memiliki kandungan vitamin E sebanyak 7945 mg. Sehingga penambahan daging buah alpukat dapat meningkatkan kandungan vitamin E dalam yogurt susu kambing. Berikut disajikan grafik mengenai kandungan vitamin E dalam yogurt yang telah diteliti.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan alpukat dapat meningkatkan kadar vitamin E dari yogurt yang diproduksi. Dalam penelitian ini diketahui bahwa kandungan vitamin E dalam yogurt berturut-turut adalah 0,787 mg; 1,075 mg; dan 1,282 mg, kandungan vitamin E ini akan sesuai dengan asupan gizi harian yaitu 16 mg untuk dewasa, jika dikonsumsi sebanyak $\pm$ 14-20 gram/hari atau setara dengan 1-2 sendok makan (Schwarzova dan Fatrcova-sramkova 2021). Dari perbedaan perlakuan tersebut menunjukkan adanya perbedaan dari kadar vitamin E dengan presentase yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyaknya penambahan daging buah alpukat, maka kadar vitamin Enya meningkat. Selain itu, Bramley et al. (2000) menambahkan bahwa perbedaan kadar vitamin E dapat diakibatkan karena adanya paparan oksigen, cahaya, panas, alkali dan hidroperoksida yang dapat mengurai vitamin E.

Kandungan vitamin E yang rendah bahkan hampir tidak ada dalam susu kambing menjadi meningkat setelah dibuat menjadi yogurt. Hal ini karena yogurt memiliki kandungan peptida yang mengandung aktivitas antioksidan (Farvin et al. 2010). Peptida ini biasanya mengandung senyawa fenolik sebagai rantai sampingnya dan akan dilepaskan selama proses fermentasi berlangsung (Korhonen 2009). Senyawa fenolik yang terdapat dalam susu berasal tanaman yang merupakan dari pakan ruminansia (Raikos et al. 2021). Penelitian sebelumnya menjelaskan korelasi antara

peningkatan aktivitas antioksidan secara nyata terkait dengan peningkatan kadar vitamin E (Karmowski et al. 2015).



Gambar 5. Kadar vitamin E produk yogurt dengan penambahan buah alpukat (mg/g)

Menurut Mahrous and Abd-El-Salam (2014) α -tokoferol atau vitamin E dapat meningkatkan kadar antioksidan pada yogurt karena α -tokoferol menyumbangkan atom hidrogen fenoliknya menjadi radikal peroksil untuk diubah menjadi radikal α -tokoferoksil. Vitamin E yang merupakan vitamin larut lemak dapat berintegrasi dengan membran sel dan melindungi asam lemak tak jenuh ganda dari peroksidasi lipid (Li et al. 2010). Setelah menyumbangkan elektronnya, vitamin E dapat diregenerasi oleh antioksidan lain seperti vitamin C untuk meningkatkan kembali fungsi antioksidannya. Tingkat perlindungan oksidatif dari α -tokoferol 10.000 kali lebih cepat dibandingkan bereaksi dengan PUFA, sehingga tidak akan terjadi reaksi oksidatif berantai (Estrada Andino 2011).

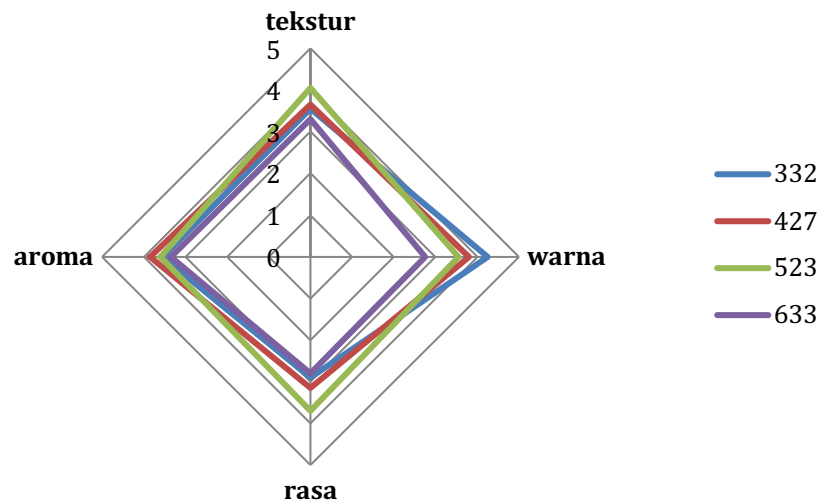
Hasil Analisis Sensori Produk Yogurt dengan Penambahan Daging Buah Alpukat

Yogurt yang telah ditambahkan dengan daging buah alpukat kemudian dilakukan analisa sensori. Pengujian analisa sensori yang dilakukan merupakan uji penerimaan, yaitu uji hedonik. Uji hedonik merupakan pengujian yang paling banyak dilakukan dalam mengukur tingkat kesukaan panelis kepada suatu produk (Suryono et al. 2018). Untuk dapat melakukan pengolahan datanya, hasil penelitian analisa sensori dilakukan dengan teknik skoring. Penilaian teknik skoring tingkat kesukaan dilakukan dalam skala *Likert*, sehingga bisa dilakukan analisa statistik (Wahyuningtias et al. 2014). Skala *Likert* pada penelitian ini yaitu 1 sampai 5, dengan kriteria 1 sangat tidak suka, 2 tidak suka, 3 netral, 4 suka, 5 sangat suka.

Produk yogurt yang dihasilkan kemudian ditambahkan dengan daging buah alpukat berbagai perbandingan, yaitu 20% (Y1), 40% (Y2), dan 60% (Y3). Penambahan buah daging buah alpukat berbagai perbandingan ini bertujuan untuk memperoleh formula yang paling disukai panelis.

Uji hedonik yogurt buah alpukat dilakukan oleh 20 panelis tidak terlatih dengan atribut pengujian dalam penelitian meliputi tekstur, aroma, rasa, dan warna. Panelis memberikan penilaian skala *Likert* tersebut. Data hasil pengujian yogurt dengan penambahan daging buah alpukat disajikan pada Gambar 6.

Dari hasil pengolahan data dengan grafik jaring laba-laba dapat diketahui bahwa yogurt yang disukai oleh panelis merupakan formulasi yogurt Y1 dari atribut aroma dan warna, sedangkan formulasi Y2 produk yang paling disukai oleh panelis berdasarkan atribut tekstur dan rasa. Selain grafik jaring laba-laba, pada Tabel 4 disajikan rerata hasil perhitungan analisis sensori sampel yogurt kontrol dan yang terfortifikasi buah alpukat.



Gambar 6. Grafik jaring laba-laba hasil analisis sensori

Tabel 4. Hasil analisis sensori sampel yogurt kontrol dan dengan penambahan daging alpukat

Sampel	Parameter Uji			
	Tekstur	Warna	Rasa	Aroma
Y0	3,55	4,25	2,9	3,55
Y1	3,65	3,8	3,15	3,85
Y2	4,05	3,55	3,7	3,6
Y3	3,3	2,75	2,8	3,35

Keterangan:

Y0= Yogurt tanpa penambahan buah alpukat (kontrol)

Y1= Yogurt dengan penambahan 20% buah alpukat

Y2= Yogurt dengan penambahan 40% buah alpukat

Y3= Yogurt dengan penambahan 60% buah alpukat

Dari hasil rata-rata analisa sensori keempat parameter memiliki rata-rata kesukaan yang berbeda. Yogurt yang disukai oleh panelis merupakan yogurt dengan penambahan alpukat 20% dari segi aroma dan warna, sedangkan varian 40% produk yang paling disukai oleh konsumen berdasarkan parameter tekstur dan rasa.

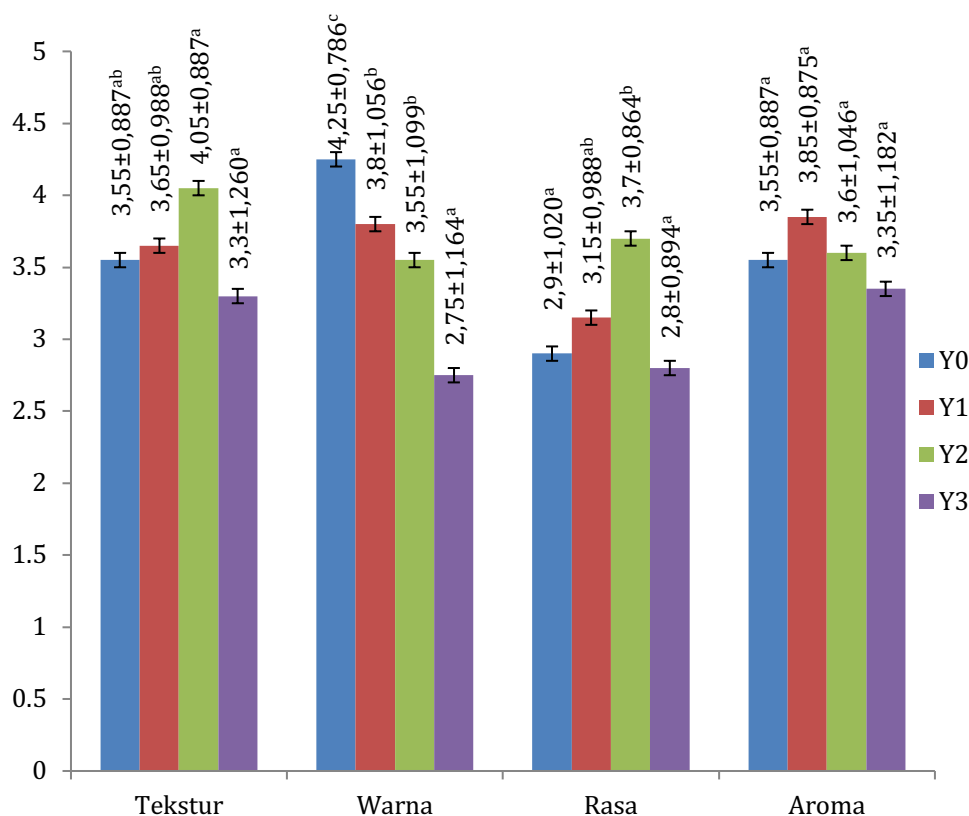
Pengaruh penambahan buah alpukat terhadap kesukaan rata panelis pada setiap parameter pengujiannya dianalisis menggunakan uji statistika dengan *software* IBM SPSS 16.0. Pengujian yang dilakukan yaitu uji ANOVA satu arah dengan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$. Uji anova bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan atau pengaruh pada setiap formulasi yang telah dibuat. Uji ANOVA disebut juga uji hipotesis statistik dimana pengambilan kesimpulan didasarkan dari data atau kelompok statistik inferensif (Marpaung et al. 2019). Berikut disajikan tabel mengenai hasil uji ANOVA yang telah dilakukan.

Dari hasil pengujian ANOVA pada tabel 5 dapat diketahui bahwa parameter warna dan rasa memiliki nilai $\text{Sig} < 0,05$ sehingga dapat diartikan bahwa antar perlakuan sampel dari setiap variasi baik yogurt kontrol maupun yogurt terfortifikasi memiliki data yang berbeda secara nyata. Sedangkan untuk parameter tekstur dan aroma memiliki nilai $\text{Sig} > 0,05$ artinya setiap perlakuan yogurt kontrol maupun yogurt terfortifikasi memiliki data yang tidak berbeda secara nyata. Oleh karena itu, karena adanya data dari atribut yang tidak berbeda secara nyata, maka perlu dilakukan uji lanjut yaitu uji Duncan untuk mengetahui formulasi mana yang memiliki perbedaan. Priyatno (2013) menjelaskan bahwa uji Duncan merupakan pengujian nonparametrik dengan basis peringkat dan memiliki tujuan untuk melihat adanya perbedaan secara statistik antara dua

hingga lebih kelompok. Uji Duncan memiliki batas kepercayaan 95%. Berikut disajikan diagram batang untuk melihat nilai signifikansi dari setiap atribut (gambar 7).

Tabel 5. Hasil uji One-way Anova analisis sensori sampel yogurt kontrol dan yogurt dengan penambahan daging buah alpukat

	Tekstur	Warna	Rasa	Aroma
Mean	1.946	7.913	3.246	.846
Square				
Df	3	3	3	3
Assymp.	0.140	0.000	0.016	0.478
Sig				



Gambar 7. Hasil uji Duncan pada setiap atribut sensori

Berdasarkan hasil uji Anova yang dilakukan, atribut warna dan rasa memiliki nilai Sig < 0,05. Setelah dilakukan uji Duncan, atribut warna setiap formulasi berbeda secara nyata, kecuali formulasi Y2 dengan Y4. Sedangkan pada atribut rasa, setiap formulasi berbeda secara nyata kecuali formulasi Y0 dengan Y3. Untuk atribut tekstur dan aroma memiliki nilai Sig > 0,05 dari uji Anova, sehingga kedua parameter ini tidak memiliki perbedaan secara nyata.

Seluruh pengujian Anova dan Duncan memiliki nilai signifikansi yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan penilaian panelis dilakukan secara subjektif, artinya dilakukan sesuai keinginan panelis. Pemberian nilai oleh panelis ini sangat berpengaruh terhadap hasil uji statistik. Oleh karena itu, pemilihan panelis perlu dilakukan agar dihasilkan hasil pengujian yang baik.

Penelitian mengenai yogurt dengan penambahan buah cempedak juga pernah dilakukan oleh Puspita et al. (2023) dimana penambahan buah cempedak pada yogurt berpengaruh secara signifikan terhadap sifat sensori yogurt yang diproduksi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil produksi yogurt susu kambing telah sesuai dengan SNI 2981 bahwa yogurt memiliki warna putih kekuningan dengan penampakan cairan sedikit padat, berbau khas, rasa asam dan memiliki konsistensi yang homogen dengan pH 4,1–4,5. Sedangkan yogurt dengan penambahan daging buah alpukat dengan formulasi Y1 dan Y2 merupakan yogurt yang sesuai dengan standar pH dari SNI 2981.
2. Hasil penambahan daging buah alpukat berbagai konsentrasi menghasilkan 3 varian yogurt, yaitu Y1 (20 daging buah alpukat:80 yogurt), Y2 (40 daging buah alpukat:60 yogurt), dan Y3 (60 daging buah alpukat:20 yogurt). Untuk kandungan total fenolik, formulasi Y1 berbeda secara signifikan dengan Y2 dan Y3. Sedangkan pada uji aktivitas antioksidan dan kadar vitamin E setiap formulasi berbeda secara signifikan.
3. Penambahan daging buah alpukat bervariasi berpengaruh secara signifikan terhadap kesukaan panelis. Y1 merupakan produk yang paling disukai oleh panelis dari atribut warna dan aroma dan Y2 merupakan produk yang paling disukai berdasarkan atribut rasa dan tekstur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & A. Sodiq. 2008. *Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa*. Bandung: PT Agro Media Pustaka.
- Acta. 2023. Changes In The Quality Of Plain Yogurt Made From Cow's, Goat's, And Sheep's Milk Within The Shelf Life. XXVII (2), 304–17.
- Af'idah, F., & Trimulyono, G. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Asam Laktat Yoghurt Tempe Kedelai (Glycine Max) Dan Yoghurt Tempe Kacang Hijau (Vigna Radiata). *LenteraBio*, 8(1), 17–24.
- Afrianti L. H. 2010. *Macam-Macam Buah-Buahan Untuk Kesehatan*. Bandung: Alfabeta.
- Ali, S. S., Kasoju, N., Lithra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., & Bora, U. 2008. Indian Medicinal Herbs as Sources of Antioxidants. *Food Research International*, 41, 1–15.
- Noviyani, A. 2023. Review : Potensi Tanaman Alpukat (Persea Americana) Sebagai Zat Aktif Dalam Formulasi Sediaan Krim Anti Jerawat. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*, 1, 371–84.
- AOAC. 1988. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Virginia, USA: Arlington.
- Aristya, A., Legowo, A., & Al-Baarri, A. 2013. Total Asam, Total Yeast, Dan Profil Protein Kefir Susu Kambing Dengan Penambahan Jenis Dan Konsentrasi Gula Yang Berbeda. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(7), 116426.
- Effendy, A. P. 2015. Pengaruh Waktu Fermentasi Yoghurt Dan Penambahan Sari Buah Naga Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan Yoghurt Terfortifikasi Sari Buah Naga Merah. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Bramley, P. M., Elmadfa, I., Kafatos, A., Kelly, F. J., Manios, Y., Roxborough, H. E., Schuch, W., Sheehy, P. J.A., & Wagner, K-H. 2000. Vitamin E. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 913–38.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lwt - Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Burton, E., Arief, I. I., & Taufik, E. 2014. Formulasi Yoghurt Probiotik Karbonasi Dan Potensi Sifat Fungsionalnya. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 2(1): 213–18.
- Celep, G. S., Rastmanesh, R., & Marotta, F. 2014. Microbial Metabolism of Polyphenols and Health. *Polyphenols in Human Health and Disease*, 5, 77–89.
- Dwiwanti. 2021. Kualitas Kimia Dan Nilai Keasaman Yogurt Greek Pada Berbagai Jenis Konsentrasi Starter. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Dwiyathi. 2008. Probiotik, Yoghurt, Dan Manfaatnya Dalam Menjaga Keseimbangan Flora Normal Pencernaan. In *E-Book Pangan*, pp. 1–14.

- Andino, A. J. 2011. Production and Processing of a Functional Yogurt Fortified with Microencapsulated Omega-3 and Vitamin E (Thesis). Louisiana: Louisiana State University.
- Faiqoh, F., Munfarida, H., Armadani, M. T., A'rifah, F. A., Sofiyan, A., & Susilaningrum, D. F. 2022. Analisis Perbandingan Yoghurt Dari Olahan Susu Sapi Jenis Friesian Holstein (PFH) Dan Kambing Jenis Etawa. *Pendidikan Biologi*, 3(1), 28–33.
- Fataty, R. F. 2018. Pengaruh Kasein Yogurt Susu Kambing Terhadap Kadar Malondialdehida (MDA) Dan Aktivitas Protease Jejenum Tikus (*Rattus Norvegicus*) Hasil Induksi 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD). Malang: Universitas Brawijaya.
- Febrianti & Zulfikar. 2016. Aktivitas Antioksidan Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Dan Buah Stroberi (*Fragaria Vesca* L.). *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)*, 6, 13–20.
- Hidayah., Ayuni, L., & Anggarani, M. A. 2022. Indonesian Journal of Chemical Science Determination of Total Phenolic, Total Flavonoid, and Antioxidant Activity of India Onion Extract. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(2), 124–35.
- Ilhamza, A., & Farres. 2023. Identifikasi Senyawa Antioksidan Dalam Alpukat Melalui Analisis Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 307806–12.
- Umi, I., Masykuri, & Abduh, S. M. 2014. Nilai PH, Keasaman, Citarasa, Dan Kesukaan Susu Fermentasi Dengan Penambahan Ekstrak Buah Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3), 114–116.
- Juma, I., Englund, J. E., Ortiz, R., Geleta, M., Tibuhwa, D. D., Carlsson, A. S., Nyomora, A., Fatih, M., & Hovmalm, H. P. 2023. Polyphenolic Content and Radical Scavenging Activities of the Peel, Pulp and Seed of Avocado (*Persea Americana* Mill.) Grown in Tanzania. *Tanzania Journal of Science*, 49(1), 230–239.
- Marpaung, J. L., Sutrisno, A., & Lumintang, R. 2017. Penerapan Metode Anova Untuk Analisis Sifat Mekanik Komposit Serabut Kelapa. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 6, 2, 151–162.
- Karmowski, J. 2015. Antioxidant Activities of Tocopherols/Tocotrienols and Lipophilic Antioxidant Capacity of Wheat, Vegetable Oils, Milk and Milk Cream by Using Photochemiluminescence. *Food chemistry*, 17, 593–600.
- Khaldi, Nora, & Denis C Shields. 2011. Shift in the Isoelectric-Point of Milk Proteins as a Consequence of Adaptive Divergence between the Milks of Mammalian Species. *Biology direct*, 6, 40.
- Hannu, K. 2009. Milk-Derived Bioactive Peptides: From Science to Applications.” *Journal of Functional Foods*, 1(2), 177–87.
- Diana, L., Evan, J., & Suhartono, M. T. 2020. Fraksi Peptida Antioksidan Dari Kasein Susu Kambing. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(2), 188–96.
- Yin, L. 2010. Engineering Tocopherol Biosynthetic Pathway in *Arabidopsis* Leaves and Its Effect on Antioxidant Metabolism. *Plant Science*, 178(3), 312–20.
- Limón, R. I. 2015. Fermentation Enhances the Content of Bioactive Compounds in Kidney Bean Extracts. *Food Chemistry*, 172, 343–52.
- Chanif, M., Padaga, M., & Raharjo, S. J. 2018. The Characterization of Bioactive Peptides of Goat Milk Fermented to Activities as Anti-Hypercholerolemia. *International Food Research Journal*, 25.
- Hoda, M., & Abd-El-Salam, R. 2014. Production of a Functional Frozen Yoghurt Fortified with Omega-3 and Vitamin E. *American Journal of Food and Nutrition*, 2(5), 77–84. <http://pubs.sciepub.com/ajfn/2/5/1/>.
- Marsigit, W. 2016. Morphometric Characteristics, Proportion, Total Phenol Content And Profil Phenolics Of Avocado (*Persea Americana*, Mill) Pulp, Seed And Peel Variety Of Ijo Panjang And Ijo Bundar. *Jurnal Agroindustri*, 6(1), 18–27.
- Marsigit, W., Astuti, M., Anggrahini, S., & Naruki, S. 2016a. Kandungan Gizi, Rendemen Tepung, Dan Kadar Fenol Total Alpukat, *Agritech*, 36(1), 48–55.
- Laguerre, M., Lecomte, J., & Villeneuve, P. 2014. The Physico-Chemical Basis of Phenolic Antioxidant Activity. *Lipid Technology*, 26(3), 59–62.

- Vijendra, M. 2015. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63.
- Premalatha, M., Shori, A. B., & Baba, A. S. 2016. Influence of Green, White and Black Tea Addition on the Antioxidant Activity of Probiotic Yogurt during Refrigerated Storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 1–8.
- Murhadi. 2009. Senyawa Dan Aktivitas Antimikroba Golongan Asam Lemak Dan Esternya Dari Tanaman. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 14(1), 97–105.
- Nasution, H. S., Handayani, P., & Noviyanti, R. 2021. Berat Badan Pada Pasien Tb Paru Dan Tb Mdr. *Jurnal Keperawatan Priority*, 4(1), 42–49.
- Novitasari, H. 2018. Analisis Senyawa Fenolik Pada Ekstrak Segar Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum* Ruiz & Pav) Menggunakan Metode Folin Cioceltau Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Analis Farmasi*, 3(3), 155–63.
- Nurhikmah, I. R., Fitriyanti, A. R., & Sulistyaningrum, H. 2023. Karakteristik Fisik Dan Karakteristik Kimia Firm Yoghurt Dengan Penambahan Pure Labu Kuning. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, (6), 614–23.
- Ozdal, T., Capanoglu, E., & Altay, F. 2013. Review. *Food Research International*, 51(2), 954–70.
- Masdiana, P., Erika, A. P. H, & Irawan, M. 2018. Efek Antioksidatif Kasein Yogurt Susu Kambing Terhadap Pencegahan Reprotoksik Pada Hewan Model Rattus Norvegicus Yang Dipapar 2, 3, 7, 8 Tetrachlorinedibenzo-P-Dioksin (TCDD). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 13(2), 72–80.
- Pamela, V. Y. 2022. Karakteristik Karakteristik Sifat Organoleptik Yoghurt Dengan Variasi Susu Skim Dan Lama Inkubasi. *Nutriology : Jurnal Pangan Gizi, Kesehatan*, 3(1), 18–24.
- Pangisian, J., Sangi M. S., & Kumaunang, M. 2022. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Aktivitas Antioksidan Serta Antibakteri Biji Buah Pangi (*Pangium Edule* Reinw). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 7(1), 11–19.
- Pérez, M., Dominguez-López, I., & Lamuela-Raventós, R. M. 2023. The Chemistry Behind the Folin-Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly) Phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17543–53.
- Praja, D. I. 2018. *Good Food Good Mood*. Jakarta: Bhuana Ilmu Populer.
- Primurdia, E.K., & Kusnadi, J. 2014. Aktivitas Antioksidan Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix Dactilyfera* L.) Dengan Isolat L. *Plantarum* Dan L. *Casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 98–109.
- Priyatno. 2013. *Analisis Data Dengan SPSS*. Jakarta: Media Kom.
- Puspita, M. W., Wibawanti, W. J. M., & Mudawaroch, R. E. 2023. Total Asam Dan Sifat Organoleptik Yogurt Buah Cempedak (*Artocarpus Champaden* L.) Total Acid and Organoleptic Properties of Cempedak Fruit Yogurt (*Artocarpus Champaden* L.), 8(1), 42–54.
- Raharjanti, Z., Pramono, Y. B., & Al-Baarri, A. N. 2019. Nilai PH Dan Kekentalan Cocogurt Dengan Penambahan Ekstrak Daun Stevia. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 305–8.
- Rahman, I. R., & Yarsi. 2019. Karakteristik Yogurt Dengan Komposisi *Lactobacillus Bulgaricus* Dan *Streptococcus Thermophilus* Pada Yogurt Yang Difortifikasi Buah Lakum (*Cayratia Trifolia*(L.) Domin). (2).
- Raikos, V., Pirie, L. P. , Gürel, S., & Hayes, H. E. 2021. Encapsulation of Vitamin e in Yogurt-Based Beverage Emulsions: Influence of Bulk Pasteurization and Chilled Storage on Physicochemical Stability and Starter Culture Viability. *Molecules*, 26(6).
- Rasbawati. 2019. Karakteristik Organoleptik Dan Nilai PH Yoghurt Dengan Penambahan Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 07(1), 41–46.
- Ratya, N., Taufik, E., & Arief, I. I. 2017. Karakteristik Kimia, Fisik Dan Mikrobiologis Susu Kambing Peranakan Etawa Di Bogor Chemical, Physical and Microbiological

- Characteristics of Etawa Crossbred Goat Milk In Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 05(1), 1–4.
- Robiah, S. 2020. Produksi Dan Uji Organoleptik Yogurt Dengan Penambahan Minyak Buah Alpukat. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Roziana, R., Hertanto, W. S., Suhartono, S., & Widyastiti, N. S. 2016. Pengaruh Suplementasi Vitamin e (α -Tokoferol) Terhadap Kadar Gamma Glutamil Transferase (Ggt) Dan Kadar Nitric Oxide (No) Pada Tikus (Studi Pada Tikus Rattus Novergicus Strain Wistar Jantan Terpapar Inhalasi Uap Benzene). *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 3(2), 73–79.
- Rusiani, E. 2019. Suplementasi Vitamin C Dan E Untuk Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Melakukan Aktivitas Fisik Maksimal. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 9(2):, 32–37.
- Sabeena, F., Caroline, K. H., Baron, P., Nielsen, N. S., & Jacobsen, C. 2010. Antioxidant Activity of Yoghurt Peptides: Part 1-in Vitro Assays and Evaluation in ω -3 Enriched Milk. *Food Chemistry*, 123(4), 1081–89.
- López, S., & Norma. 2020. Avocado Fruit and By-Products as Potential Sources of Bioactive Compounds. *Food Research International*, 138, 109774.
- Budi, S., Fitasari, E., & Suliana, G. 2017. Produksi Pakan Fungsional Mengandung Tiga Senyawa Bioaktif Dari Ampas Tahu Dengan Menggunakan Mikroba Effective Microorganism-4 DAN Lactobacillus Plantarum. *Buana Sains*, 17(1), 25.
- Sarah, S., Indarti, E., & Yunita, D. 2021. Pengujian Starter Yoghurt (Streptococcus Thermophilus Dan Lactobacillus Bulgaricus) Serta Ekstrak Jamblang (Syzygium Cumini L.) Pada Kasus Niyoghurt Jamblang Yang Telah Rusak. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(1), 37–43.
- Sari, F. Y. K., Septiani., & Melati, M. 2024. Karakteristik Organoleptik Dan Kimia Produk Yogurt Sinbiotik Dari Umbi Lokal. *Jurnal Medika Indonesia*, 5(1), 9–18.
- Schwarzova, M., & Fatrcova-Samkova, K., Tvrda, E., dan Kacaniova M. 2021. *Vitamin E : Recommended Intake*, dalam Buku *Health and Disease - Interactions, Diseases and Health Aspects*, Web of Science.
- Sholikah, N. 2021. Pengolahan Susu Sapi Menjadi Susu Pasteurisasi Untuk Meningkatkan Nilai Susu Dan Daya Jual. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 2(1), 75.
- Sinaga, R. N., Fajar, A. S., & Siregar, I. D. A. 2019. Pengaruh Pemberian Vitamin E Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Aktivitas Fisik Submaksimal. *Kesehatan dan Olahraga*, 12(2), 152–63.
- Sinthary, V., & Arief, M. J. 2023. Review: Peptida Bioaktif Kasein Susu Kambing Sebagai Sumber Antimikroba Dan Antioksidan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(3), 444–457.
- Sodiq, A., & Zainal. A. 2008. *Kambing Peranakan Ettawa: Penghasil Susu Berkhasiat Obat*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Soliman, T. N., & Samera H. S. 2019. Characteristics of Fermented Camel's Milk Fortified with Kiwi or Avocado Fruits. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 18(1), 53–63.
- Sujono, S., Rofat, M.R.A., Hendra, K., & Kusnul, K. 2019. Karakter Rasa Dan PH Yoghurt Susu Kambing Pada Lama Dan Jenis Starter Yang Berbeda. *BERDIKARI : Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 7(1), 27–35.
- Sunarni, T., Suwidjiyo, P., & Ratna, A. 2007. Flavonoid Antioksidan Penangkap Radikal Dari Daun Kepel (Stelechocarpus Burahol (Bl.) Hook f. & Th .). *Majalah Farmasi Indonesia* 18(3), 111–116.
- Surajudin, K., & Purnomo, D 2006. *Yoghurt, Susu Fermentasi Yang Menyehatkan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Suryono, C., Lestari, N., & Triana, R. D. 2018. Uji Kesukaan Dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan Dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif. *Jurnal Pariwisata*, 5(2), 95–106.
- Sutama., I. K. 2007. *Petunjuk Teknis Beternak Kambing Perah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tamime, A Y, & Robinson, R. K. 2007. 8 - Preservation and Production of Starter Cultures. In

- Tamime and Robinson's Yoghurt (Third Edition)*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, eds. A Y Tamime and R K Robinson. Woodhead Publishing, 608–45.
- Teguh, R. P. K., Nugerahani, I., & Kusumawati, N. 2015. Pembuatan Yoghurt Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus* L.): Proporsi Sari Buah Dan Susu Uht Terhadap Viabilitas Bakteri Dan Keasaman Yoghurt. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 14(2), 89–94.
- Utami, M. M. D., Pantaya, D., Subagja, H., & Ningsih, N. 2020. Eknologi Pengolahan Yoghurt Sebagai Diversifikasi Produk Susu Kambing Pada Kelompok Ternak Desa Wonoasri Kecamatan Tempurejo Kabupaten Jember. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(1), 30.
- Marović, R., Sabolović, M. B., Brncic, M., & Grassino, A. N. 2024. The Nutritional Potential of Avocado By-Products: A Focus on Fatty Acid Content and Drying Processes. *Foods*, 13(13), 2003.
- Wahyuningtias, D., Putranto, T.S., & Kusdiana, R. N. 2014. Uji Kesukaan Hasil Jadi Kue Brownies Menggunakan Tepung Terigu Dan Tepung Gandum Utuh. *Binus Business Review*, 5(1), 57.
- Zou, T. B., Taiping, H., Li, H. B., & Tang, H. W. 2016. The Structure-Activity Relationship of the Antioxidant Peptides from Natural Proteins. *Molecules*, 21, 72.
- Zouraria, A., Accolasa, J. P., & Desmazeauda, M. J. 2020. Metabolism and Biochemical Characteristics of Yogurt Bacteria . A Review. *Le Lait*, 72, (1992), 1–34.
- Zulaikhah, S., & Rahmawati. 2021. Sifat Fisikokimia Yogurt Dengan Berbagai Proporsi Penambahan Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Sains Peternakan*, 9(1), 7–15.