

**EFEKTIFITAS KOAGULASI KEJU MOZZARELLA DARI SUSU KAMBING
DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK BELIMBING WULUH (*Averrhoa Bilimbi L.*)**

***EFFECTIVENESS OF MOZZARELLA CHEESE COAGULATION FROM GOAT'S MILK WITH
THE ADDITION OF STAR FRUIT EXTRACT (*Averrhoa Bilimbi L.*)***

**Kasmawati Tunai^{1*)}, Arif Murtaqi Akhmad Mutsyahidan²⁾, Marleni Limonu³⁾,
Agus Bahar Rachman⁴⁾, Adnan Engelen⁵⁾**

¹⁻⁵⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis Korespondensi: e-mail: kasmawatitunai4@gmail.com

ABSTRACT

Mozzarella cheese is a type of soft cheese produced without any ripening process. This product has a distinctive elastic, soft, and fibrous texture. The aim of this study was to determine the effect of starfruit extract concentration on the coagulation of goat's milk mozzarella cheese. The method used was a one-factor Completely Randomized Design (RAL), namely starfruit extract treatment with concentrations of 0%, 8%, 16%, and 24%. The data analysis used was Analysis of Variant (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) comparative test. Testing parameters include water content, fat content, total titratable acid, pH, protein, elasticity, and organoleutics. The results obtained in this study were that the water content ranged from 42.13%-53.89%, fat content 6.80-15.57%, total titratable acid 1.85-4.41%, pH 6.35-5.41%, protein 25.61-17.66%, and elasticity 40.33-58.35%. Meanwhile, organoleptic tests showed that panelists liked the taste, but also slightly liked the aroma and color. They concluded that the best treatment was the addition of 24% starfruit extract, which had an effect on coagulation in mozzarella cheese production

Keywords: Starfruit extract, goat's milk, mozzarella cheese, coagulation

ABSTRAK

Keju mozzarella adalah jenis keju lunak yang diproduksi tanpa melibatkan tahap pemeraman. Produk ini memiliki karakteristik khas berupa tekstur elastis, lembut, dan berserat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak belimbing wuluh terhadap koagulasi keju mozzarella susu kambing. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu perlakuan ekstrak belimbing wuluh dengan konsentrasi 0%, 8%, 16%, dan 24%. Analisis data yang digunakan berupa *Analysis of Variant* (ANOVA) dan uji banding *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Parameter pengujian meliputi kadar air, kadar lemak, total asam tertitrasi, pH, protein, elatisitas, dan organolebtik. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu kadar air berkisar 42,13%-53,89%, kadar lemak 6,80-15,57%, total asam tertitrasi 1,85-4,41%, pH 6,35-5,41%, protein 25,61-17,66%, dan elastisitas 40,33-58,35%. Sedangkan uji organoleptik menunjukkan panelis suka terhadap rasa, agak suka terhadap aroma dan warna. Disimpulkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada 24% penambahan ekstrak belimbing wuluh dan berpengaruh terhadap koagulasi dalam pembuatan keju mozzarella.

Kata Kunci: Ekstrak belimbing wuluh, susu kambing, keju mozzarella, koagulasi

PENDAHULUAN

Susu adalah produk pangan yang kaya nutrisi, diproduksi oleh berbagai hewan ternak seperti sapi, kerbau, kuda, unta, dan kambing. Komposisinya mencakup protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa, enzim, serta mikroorganisme probiotik yang berkontribusi pada kesehatan (Thai Agricultural Standard, 2008; Arief et al., 2018).

Susu kambing dikenal memiliki profil nutrisi yang komprehensif, seringkali melampaui susu sapi, dengan proporsi protein sebesar 3,4%, lemak 3,8%, laktosa 4,1%, dan mineral 0,8% (Saputrayadi et al., 2021). Tingginya nilai gizi susu kambing membuatnya rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme patogen jika tidak dikelola dengan tepat. Sehingga, diperlukan metode pengolahan untuk memperpanjang umur simpan susu, di antaranya adalah melalui produksi keju mozzarella.

Keju mozzarella merupakan varian keju lunak yang tidak memerlukan tahap pematangan, dicirikan oleh teksturnya yang kenyal, empuk, dan berserat (Sunarya et al., 2016). Keju ini tergolong dalam kategori *pasta filata*, yang

diproduksi melalui proses isolasi curd melalui metode termo-mekanis mencakup koagulasi protein, pemisahan whey, penurunan kandungan air, dan konsentrasi komponen susu. Parameter selama tahap produksi secara signifikan berdampak pada karakteristik fisik serta kualitas akhir produk keju yang dihasilkan (Farkye et al., 2017).

Koagulasi adalah fase krusial dalam keju, yang melibatkan koagulasi protein kasein untuk membentuk padatan curd dan cairan whey. Tahapan ini dapat dilakukan melalui penggunaan asam, enzim rennet, atau mikroorganisme asam laktat. Metode koagulasi menggunakan rennet merupakan teknik yang paling lazim diterapkan, sementara koagulasi berbasis asam menggunakan bakteri biasanya menghasilkan keju yang memiliki konsistensi lebih lembut, kandungan kelembapan lebih tinggi, serta durasi penyimpanan yang lebih singkat (Farkye, 2017).

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) adalah buah yang sering digunakan dalam masakan, sebagai pengawet alami, dan dalam pengobatan tradisional. Buah ini berpotensi untuk diaplikasikan sebagai agen pengasaman dalam produksi keju dikarenakan kandungan

berbagai senyawa asam, utamanya asam sitrat dalam rentang 92,6–133,8 meq asam/100 g total padatan (Wiradimadja et al., 2015).

Pengasaman langsung digunakan untuk menurunkan pH susu guna mempercepat proses koagulasi tanpa memerlukan ketergantungan pada aktivitas kultur starter. Akan tetapi, metode ini berpotensi menghasilkan keju dengan profil rasa yang kurang otentik (Purwadi, 2019). Dengan demikian, pemanfaatan asam organik alami dari sumber buah-buahan seperti belimbing wuluh dapat menjadi suatu opsi untuk meningkatkan kualitas rasa keju.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2025 di CV Narendra Food dan diuji Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

Alat

Peralatan yang digunakan meliputi alat pasteurisasi, kompor, panci, wajan, gelas ukur, termometer, sendok, spatula, tabung ukur, saringan, alat tulis, kain penyaring, kotak plastik, dan timbangan digital. Sementara itu, peralatan untuk analisis terdiri atas cawan porselen, tang

krusibel, timbangan analitik, oven listrik, desikator, alat Kjeltex, erlenmeyer, buret, termometer, alat soxhlet, timbel, serta aluminium foil.

Bahan

Susu kambing 16 liter, ekstrak belimbing wuluh 4 liter, rennet fromase, dan garam. Bahan analisis yang digunakan yaitu Keju Mozzarella, Metilen Red, Brom Kresol gremen, katalis, larutan asam borat, larutan NaOH 40%, Larutan HCL 0,1 N, Larutan H₂SO₄ dan n-Hexana.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat tingkat perlakuan konsentrasi ekstrak belimbing wuluh, yaitu konsentrasi ekstrak belimbing wuluh 0% (P0), 8% (P1), 16% (P2), dan 24% (P3). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali untuk memperoleh 12 unit acuan penelitian. Selanjutnya data hasil penelitian dianalisis dengan uji *statistic analisist of variance* (ANOVA). Jika terdapat uji nyata ($P < 0.05$) pada setiap perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Tahapan Penelitian

Ekstrak belimbing wuluh dibuat menggunakan juicer extractor dengan

cara memeras buah dan mengambil sarinya. Sebanyak 4 kg belimbing wuluh menghasilkan sekitar 2,5 L ekstrak. Susu kambing segar sebanyak 4 liter dipasteurisasi pada suhu 71°C selama 15 menit, lalu suhunya diturunkan hingga mencapai 35°C. Kemudian, ditambahkan ekstrak belimbing wuluh sesuai perlakuan dan 0,5% yang telah dilarutkan dalam 50 ml air. Campuran didiamkan selama 5 menit hingga terbentuk curd. Curd yang terbentuk disaring dan diperas untuk memisahkannya dari whey, kemudian ditambah 1g garam pada setiap perlakuan. Proses pemuluran dilakukan dengan menambahkan air panas dengan suhu 75°C sambil curd ditarik dan dibalik hingga padat. Keju yang dihasilkan kemudian ditimbang, dicatat bobotnya, dan dibekukan di dalam freezer selama 24 jam sebelum diuji.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diteliti dalam penelitian ini adalah Kadar Air (Dahlan, *et al.*, 2024), Kadar Lemak (Pargiyanti *et al.*, 2019), Total AsamTitrasi (Dahlan *et al.*, 2024), pH (Rezaei *et al.*, 2022), Protein (AOAC, 2012), Elastisitas (Wisaniyasa *et al.*, 2016), Organoleptik (Ismanto *et al.*, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, perubahan sifat fisikokimia dan organoleptik keju mozzarella dipengaruhi oleh proses pengasaman menggunakan ekstrak belimbing wuluh. Asam organik dalam ekstrak menurunkan pH susu sehingga kasein menggumpal. Membentuk curd. Pembentukan curd tersebut berperan dalam menentukan kadar air, lemak, protein, tekstur dan tingkat penerimaan sensoris keju (Fox et al., 2017; Farkye, 2017).

Tabel 1. Nilai Kadar Air, Kadar Lemak, Total Asam Tertitrasi, pH, Protein Keju Mozzarella

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Lemak	Total Asam Tertitrasi	pH	Protein
P0	41,13	8,47	1,19	6,35	25,61
P1	47,62	11,80	1,86	6,28	23,50
P2	51,68	14,66	2,73	5,84	21,68
P3	53,89	18,41	3,65	5,41	18,22

Tabel 2 Nilai Keelastisan dan Organoleptik Keju Mozzarella

Perlakuan	Keelastisan	Rasa	Aroma	Warna
P0	20,56	4,30	3,90	3,57
P1	35,28	5,13	4,76	4,40
P2	50,32	5,57	5,36	5,46
P3	65,34	6,20	4,56	4,63

Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian analisis ragam, diperoleh data bahwa kadar air keju mozzarella susu kambing dengan penambahan ekstrak belimbing wuluh berkisar antara 42,13%–53,89%. Nilai kadar air terendah diperoleh pada perlakuan P0 (42,13%), sedangkan tertinggi pada P3 (53,89%). Peningkatan kadar air menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak belimbing wuluh, semakin besar kemampuan curd dalam mengikat dan mempertahankan air.

Peningkatan kadar air diduga disebabkan oleh kandungan asam pada ekstrak belimbing wuluh yang mempercepat penurunan pH sehingga proses koagulasi kasein berlangsung lebih longgar dan meningkatkan kemampuan curd menahan air. Kondisi ini menghasilkan tekstur keju yang lebih lunak dan elastis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Widarta et al. (2016) yang melaporkan bahwa penambahan

ekstrak belimbing wuluh dapat meningkatkan kadar air keju mozzarella melalui proses pengasaman yang memengaruhi daya ikat air curd. Selain itu, kadar air yang tinggi berkontribusi terhadap peningkatan kelembutan dan daya mulur keju mozzarella (Jana et al., 2017).

Meskipun demikian, kadar air yang tinggi dapat meningkatkan risiko kerusakan mikrobiologis selama penyimpanan (Zulfikar et al., 2026). Berdasarkan SNI 8896:2020, kadar air keju mozzarella yang baik berada pada kisaran 46–56%. Oleh karena itu, perlakuan dengan penambahan ekstrak belimbing wuluh 8%–24% dinilai optimal karena menghasilkan kadar air yang masih sesuai dengan standar mutu keju mozzarella.

Kadar Lemak

Berdasarkan hasil uji, kadar lemak keju mozzarella susu kambing meningkat bertahap dari P0 (8,47%) hingga P3 (18,41%) seiring peningkatan konsentrasi

ekstrak belimbing wuluh. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak belimbing wuluh tidak hanya berperan sebagai pengasam, tetapi juga memengaruhi retensi lemak dalam struktur curd.

Peningkatan kandungan lemak diduga terjadinya proses koagulasi yang lebih efisien karena penambahan ekstrak belimbing wuluh. Asam yang terdapat dalam ekstrak berkontribusi pada pembentukan curd yang memiliki kapasitas lebih besar untuk mengikat globula lemak, yang mengakibatkan peningkatan kadar lemak keju seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Kemampuan matriks kasein untuk menahan lemak selama proses koagulasi memengaruhi retensi lemak dalam keju. (Fox et al., 2017).

Kadar lemak juga dipengaruhi oleh parameter pemrosesan seperti suhu dan konsentrasi asam yang diterapkan (Usmiati et al., 2020), sehingga belimbing wuluh memiliki potensi sebagai sumber alami asam sitrat yang dapat berfungsi sebagai agen koagulan dalam produksi keju. Peningkatan kadar lemak pada keju mozzarella yang dihasilkan melalui penambahan ekstrak belimbing wuluh terkait erat dengan mekanisme pembentukan dadih selama fase koagulasi. Penurunan tingkat keasaman (pH) yang diinduksi oleh asam sitrat memfasilitasi pembentukan matriks dadih kasein yang efektif dalam menjebak globula lemak; oleh karena itu, tingkat keasaman yang lebih tinggi berkorelasi dengan

penjerapan lemak yang lebih besar dalam produk keju.

Kandungan lemak dalam keju juga bergantung pada bahan mentah yang dipakai. Kadar lemak yang tinggi berkontribusi pada kualitas tekstur keju yang lebih baik (Khaeruddin et al., 2025). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8896:2020, kandungan lemak keju mozzarella, yang diukur berdasarkan berat kering, seharusnya berada di antara 18% hingga 20%. Perlakuan P3, dengan kadar lemak sebesar 24%, menunjukkan kemampuan retensi lemak yang memadai selama proses koagulasi. Hal ini berkontribusi pada peningkatan tekstur, kemampuan meleleh (*meltability*), dan sifat mulur (*stretchability*) yang merupakan ciri khas keju mozzarella.

Total Asam Tertitrasi

Total asam tertitrasi merupakan penduga pengaruh keasaman terhadap aroma dan rasa yang lebih baik dibandingkan dengan nilai pH (Prastujati et al., 2018). Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa keju mozzarella dari susu kambing dengan penambahan ekstrak belimbing wuluh memiliki nilai total asam yang semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Peningkatan nilai total asam dalam setiap perlakuan menunjukkan penambahan ekstrak belimbing wuluh secara langsung berdampak peningkatan

tingkat keasaman pada keju mozzarella. Hal ini diduga disebabkan oleh belimbing wuluh yang dikenal memiliki kandungan asam organik yang tinggi, seperti, asam oksalat, asam sitrat dan asam askorbat (vitamin C), yang secara alami membuat jumlah asam dalam produk meningkat. Menurut penelitian (Marlinda *et al.*, 2022) semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, semakin besar pula penambahan asam organik ke matriks keju, sehingga nilai total asam tertitiasi semakin meningkat. Nilai total asam ialah salah satu indikator krusial dalam menentukan mutu sifat fisik sensorik keju. Nilai TAT yang tinggi terdapat pada P2 (2,73%) dan P3 (3,65%). Nilai total asam yang berada menyebabkan terjadinya demineralisasi kasein secara optimal sehingga terbentuk jaringan protein yang lentur dan mampu menghasilkan karakteristik daya mulur yang baik. Apabila keasaman terlalu rendah, struktur protein masih kaku dan sulit diregangkan, sedangkan keasaman yang terlalu tinggi menyebabkan protein menjadi rapuh sehingga elastisitas menurun.

pH

Nilai pH merupakan parameter penting dalam pembuatan keju mozzarella karena berpengaruh terhadap proses

koagulasi protein dan kualitas akhir produk. Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH keju mozzarella mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak belimbing wuluh. Penurunan ini menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara konsentrasi ekstrak dengan nilai pH. Penurunan pH disebabkan oleh kandungan asam organik dalam belimbing, termasuk asam sitrat, asam oksalat, dan asam askorbat. Asam-asam ini meningkatkan konsentrasi ion H^+ , sehingga meningkatkan keasaman. Hasil ini sejalan dengan penelitian Wijayanti *et al.*, (2019) yang menunjukkan bahwa penambahan ekstrak belimbing secara signifikan meningkatkan total keasaman dan menurunkan pH produk makanan. Ketika pH menurun mendekati titik isoelektrik kasein (sekitar pH 4,6–5,2), muatan negatif pada misel kasein berkurang sehingga terjadi agregasi dan pembentukan curd. Ong *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa penurunan pH menyebabkan perubahan struktur protein dan meningkatkan interaksi antar molekul sehingga terbentuk jaringan gel yang lebih padat. Oleh karena itu, semakin rendah pH akibat penambahan ekstrak, semakin cepat dan kuat proses koagulasi yang terjadi. Standar Nasional

Indonesia (SNI) pH keju mozzarella berkisar 5,1-5,4% sehingga pH pada perlakuan 16%-24% masih memenuhi standar SNI.

Protein

Protein adalah salah satu parameter kimia krusial yang berperan sebagai penyedia energi, serta komponen pembangun dan pengatur dalam organisme (Karsidin *et al.*, 2022). Berkurangnya kadar protein diduga terkait dengan tingginya konsentrasi asam organik dalam ekstrak belimbing wuluh, khususnya asam oksalat dan asam sitrat, yang berdampak pada proses koagulasi protein. Penurunan kadar protein terjadi karena penambahan asam yang terlalu tinggi menyebabkan sebagian protein larut dan terbuang bersama whey. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak belimbing wuluh, semakin banyak protein yang tidak tertahan dalam curd keju. Fox *et al.* (2017) menyatakan bahwa proses pengasaman yang terlalu cepat dapat menyebabkan sebagian protein keluar bersama whey. Semakin banyak ekstrak belimbing wuluh yang ditambahkan, semakin banyak asam organik yang masuk ke dalam susu, yang dapat menyebabkan protein terlarut lebih banyak dalam whey dan tidak

terperangkap dalam curd keju. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) kandungan protein umumnya berkisar 18-28%. Dari data yang dihasilkan semua perlakuan masih memenuhi SNI. Proses koagulasi yang terlalu cepat akibat penurunan pH yang drastis dapat menyebabkan pembentukan struktur protein yang kurang optimal. Sehingga proses koagulasi menjadi kurang terkontrol dan efisiensi penangkapan protein menurun. Dewi *et al.*, (2021) menambahkan bahwa tingkat pH yang sangat asam dapat mengakibatkan denaturasi protein yang berlebihan, sehingga justru menurunkan kapabilitas protein dalam membentuk matriks gel yang kokoh dalam produk keju.

Keelastisan

Keelastisan (*springiness*) mengacu pada kapasitas suatu produk pangan untuk kembali ke wujud aslinya setelah dikenai tekanan. Parameter ini mencerminkan tingkat elastisitas produk berdasarkan rasio respons terhadap tekanan kedua dibandingkan dengan tekanan pertama yang diterapkan pada sampel (Jonathan *et al.*, 2016). Peningkatan keelastisan keju mozzarella terjadi karena kadar air dan lemak yang lebih tinggi membuat tekstur keju menjadi lebih lentur. Selain

itu, proses pengasaman membantu pembentukan struktur protein yang lebih elastis sehingga keju lebih mudah mulur saat dipanaskan. Menurut Feng *et al.*, (2021), struktur protein mozzarella yang baik akan meningkatkan sifat elastis dan *stretchability* keju. Selain itu, penggunaan rennet juga berperan penting dalam pembentukan jaringan kasein yang kompak dan elastis. Kombinasi antara pengasaman dan aktivitas enzim rennet menghasilkan struktur protein yang lebih rapat sehingga meningkatkan kemampuan regang dan elastisitas keju mozzarella (Wisaniyasa *et al.*, 2016). Pada perlakuan dengan ekstrak yang lebih banyak, sehingga menghasilkan keju yang lebih lentur dan tidak gampang hancur. Penelitian Widarta *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak belimbing wuluh memiliki dampak yang nyata terhadap elastisitas dan kemampuan meregang keju mozzarella. Selain itu, susu kambing juga berperan dalam sifat elastisitas keju. Susu kambing mempunyai ukuran butiran lemak yang lebih kecil, sehingga lebih mudah tersebar dalam protein dan membantu menciptakan tekstur yang lebih lembut dan elastis. Struktur protein dalam susu kambing dapat membentuk

curd yang halus sehingga mengandung sifat rheologi mozzarella. Karakteristik tekstur dan elatisitas mozzarella dipengaruhi oleh kandungan protein, kadar air, serta proses peregangan saat pembuatan keju mozzarella (Faccia *et al.*, 2021). Nilai keelastisan paling tinggi pada P3 menunjukkan bahwa perlakuan ini menghasilkan mozzarella dengan karakteristik terbaik dengan tekstur yang kenyal dan fleksibel.

Rasa

Rasa merupakan faktor yang sangat penting yang berkontribusi pada selera konsumen. Menurut Palandeng *et al.*, (2016), Faktor yang mempengaruhi apakah produk diterima atau ditolak oleh pelanggan adalah cita rasa produk. Peningkatan tingkat kesukaan terhadap rasa diduga adanya kandungan asam organik pada belimbing wuluh, terutama asam sitrat, asam oksalat, dan asam malat yang memberi cita rasa asam segar sehingga menghasilkan keseimbangan rasa yang lebih baik pada keju. Menurut penelitian Budaraga *et al.*, (2023), penggunaan belimbing wuluh sebagai sumber asam alami dapat meningkatkan karakteristik sensoris produk keju karena menghasilkan rasa yang lebih khas dan disukai panelis. Pada perlakuan P0 tanpa

penambahan ekstrak belimbing wuluh, rasa keju cenderung didominasi oleh cita rasa susu, sehingga penerimaan panelis lebih rendah, sedangkan P1,P2, dan P3 meningkat karena adanya rasa asam dan gurih yang lebih seimbang. Proses pengasaman yang dihasilkan oleh ekstrak belimbing wuluh menyebabkan penurunan pH susu, sehingga koagulasi kasein terjadi dengan lebih efisien. Proses pengasaman pada keju mozzarella memiliki peran penting dalam pembentukan senyawa volatil yang menentukan sifat rasa dan aroma keju (Natralla *et al.*, 2020).

Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter penilaian mutu makanan yang terbentuk dari kombinasi berbagai bahan yang digunakan dalam proses pengolahan. (Dewi, 2021). Pola peningkatan nilai kesukaan dari P0 sampai P2 menunjukkan bahwa tambahan ekstrak belimbing wuluh dengan konsentrasi sedang memberi dampak positif terhadap aroma keju mozzarella. Penerimaan aroma paling tinggi terjadi pada perlakuan P2 (5,37), yang menandakan bahwa kadar ekstrak pada perlakuan ini menciptakan aroma yang paling disukai panelis. Asam-asam organik yang terdapat dalam ekstrak

belimbing wuluh, terutama asam oksalat dan asam sitrat, bukan hanya bermanfaat sebagai pengasam, melainkan juga sebagai bahan dasar untuk membentuk senyawa aroma (Sitompul *et al.*,2023). Proses ini menghasilkan aroma yang khas, yang pada konsentrasi rendah pada P0-P2 memberikan aroma yang disukai oleh panelis. Namun pada konsentrasi yang P3 menghasilkan asam organik yang bebas yang berlebihan menyebabkan aroma asam yang sangat kuat dan merusak keseimbangan aroma keju. Hal ini sejalan dengan penelitian (Anggraini *et al.*, 2023) yang menjelaskan bahwa penambahan ekstrak buah asam kedalam produk susu diatas batas optimal dapat menurunkan tingkat kesukaan pada aroma, karena memunculkan dominasi aroma asam yang berlebihan. Selain asam organik, ekstrak belimbing wuluh mengandung zat fenolik, flavonoid, dan tanin yang bisa berinteraksi dengan protein susu (kasein dan whey protein). Kandungan tanin dibelimbing wuluh juga bisa bereaksi dengan protein susu untuk menciptakan senyawa yang mudah menguap pada tingkat tertentu menghasilkan aroma yang disukai oleh panelis (Mustiqawati *et al.*, 2022).

Warna

Warna adalah kesan pertama dari sebuah produk yang dapat mempengaruhi apakah panelis menentukan penerimaan atau penolakan produk (Lanusu et al., 2017). Berdasarkan grafik diatas menunjukkan penilaian organoleptik warna keju mozzarella dari susu kambing yang ditambahkan ekstrak belimbing wuluh, terlihat bahwa tingkah kesukaan terhadap warna keju meningkat dari perlakuan P0 sampai P2, namun mengalami penurunan pada P3. Peningkatan ini menunjukkan bahwa Pemberian ekstrak belimbing wuluh dalam jumlah tertentu bisa menambah daya tarik warna keju mozzarella, tetapi jika konsentrasinya dapat menurunkan penerimaan panelis. Peningkatan tingkat warna diperlakukan P0 hingga P2 diduga terjadi karena adanya asam organik di ekstrak belimbing wuluh yang mendukung proses penggumpalan protein, sehingga menciptakan warna keju yang lebih cerah dan menarik bagi panelis. Menurut penelitian Widarta (Narayana et al., 2022) Proses penambahan asam yang tepat dapat menghasilkan curd dengan kualitas struktur yang lebih baik membuat warna mozzarella lebih merata. Namun pada P3 mengalami penurunan terhadap warna

yang diduga disebabkan oleh penambahan ekstrak belimbing wuluh yang sangat tinggi, yang membuat warna keju tidak cerah dan terlihat kusam. Kelebihan asam dapat berpengaruh pada kestabilan warna dan membuat kurang disukai oleh panelis. Penelitian (Rahayuningsih et al., 2023), jika konsentrasi ekstrak belimbing wuluh terlalu tinggi bisa mengurangi stabilitas warna dan menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk makanan.

KESIMPULAN

Penambahan ekstrak belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) efektif digunakan sebagai koagulan alami dalam pembuatan keju mozzarella susu kambing karena mampu membantu proses koagulasi dan pembentukan curd. Peningkatan konsentrasi ekstrak belimbing wuluh memengaruhi karakteristik fisikokimia keju mozzarella, yaitu meningkatkan kadar air, kadar lemak, dan total asam tertitrisasi, menurunkan pH, serta menyebabkan perubahan kadar protein dan tingkat keelastisan. Penambahan ekstrak belimbing wuluh juga memengaruhi sifat organoleptik keju mozzarella yang meliputi rasa, aroma, dan warna, dengan tingkat penerimaan panelis berkisar dari agak tidak suka hingga suka. Perlakuan

terbaik diperoleh pada penambahan ekstrak belimbing wuluh 24% karena

menghasilkan karakteristik fisikokimia dan organoleptik yang paling optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, O. R., Jannah, H., Metri, Y., & Riani, U. S. (2023). Pengaruh penambahan ekstrak kulit buah manggis dan lama penyimpanan terhadap organoleptik dan tingkat kesukaan susu kambing fermentasi. *STOCK Peternakan*, 5(2), 45–53.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). (2012). Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Maryland, USA
- Arief, R. W., Santri, N., & Asnawi, R. (2018). Pengenalan Pengolahan Susu Kambing Di Kecamatan Sukadana Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23(1), 45–56.
<https://doi.org/10.23960/jtihp.v23i1.45-56>
- Budaraga, I. K., Salihat, R. A., & Fitria, E. A. (2023). Acidification effects of starfruit (*Averrhoa Bilimbi* L.) on soy milk-based cottage cheese: A physicochemical and organoleptic assessment. *Slovak Journal of Food Sciences*, 17.
- Dahlan, S. A., Bait, Y., Nusi, N., Mahmud, N., & Syaidah, S. (2024, August). KARATERISTIK FISILOGIMIA PADA PEMBUATAN TEH BUNGA GUMITIR. In *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa* (Vol. 3, No. 1).
- Dewi, R. K., Mulyani, S., & Hintono, A. (2021). Kajian pH dan Suhu terhadap Kualitas Protein Keju Mozzarella. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(3),
- Faccia, M., Gambacorta, G., Pasqualone, A., Summo, C., & Caponio, F. (2021). Quality characteristics and consumer acceptance of high-moisture mozzarella obtained from heat-treated goat milk. *Foods*, 10(4).
<https://doi.org/10.3390/foods10040833>
- Farkye, N. Y. (2017). Acid-heat coagulated cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed.). Academic Press.
- Feng, R., Barjon, S., van den Berg, F. W. J., Lillevang, S. K., & Ahrné, L. (2021). Effect of residence time in the cooker-stretcher on mozzarella cheese composition, structure and functionality. *Journal of Food Engineering*, 309(February).
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110690>
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science* (2nd ed.). Springer.
- Ismanto, H. (2022). uji organoleptik keripik udang (*L. vannamei*) hasil Penggorengan vakum. *Jurnal AgroSainTa: Widyaaiswara Mandiri Membangun Bangsa*, 6(2), 53-58.
- Jana, A. H., & Tagalpallewar, G. P. (2017). Functional properties of mozzarella cheese for its end use application. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3766–3778.
<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2886-z>
- Jonathan, A. A. T., Trisnawati, C. Y., & Sutedja, A. M. (2016). Pengurangan kuning telur pada beberapa konsentrasi gum xanthan

- terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik cake beras rendah lemak. Pengurangan Kuning Telur pada Beberapa Konsentrasi Gum Xanthan terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Cake Beras Rendah Lemak, 10(1), 1-11.
- Kaban, D. H., Timbowo, S., Pandey, E., Mewengkang, H., Palenewen, J., Mentang, F., & Dotulong, V. (2019). Analisa kadar air, ph, dan kapang pada ikan cakalang (Katsuwonus pelamis, L) asap yang dikemas vakum pada penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 76.
- Karsidin, B., Wahyuni, Y. S., & Dwiyaniti, N. (2022). Uji Penetapan Kadar Protein Pada Kolagen Dan Uji Hedonik Sediaan Gel Kolagen Limbah Ikan Kakap Merah (Lutjanus Russelli). *Praeparandi: Jurnal Farmasi dan Sains*, 5(2), 121-133.
- Lanusu, A. D., Surtijono, S. E., Karisoh, L. C. M., & Sondakh, E. H. B. (2017). Sifat organoleptik es krim dengan penambahan ubi jalar ungu (Ipomea batatas L). *Zootec*, 37(2), 474-482.
- Marlinda, N., Yulistiani, R., & Sarofa, U. (2022). Utilization of fruit extract as acidulant on physicochemical and sensory properties of cottage cheese with addition calcium chloride. *Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment*, 6(2), 15-21. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v6i2.95>
- Mustiqawati, E., Supardi, S., & Juniadin. (2022). Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(1), 15-22. <https://doi.org/10.57151/jsika.v1i1.17>
- Narayana, N. K., & Palliyaguru, O. G. (2022). Combined effect of milk source and acidification method of cheese milk on properties of mozzarella cheese. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 10(8), 1603-1610. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i8.1603-1610.4689>
- Ong, L., Dagastine, R. R., Kentish, S. E., & Gras, S. L. (2020). The effect of pH on protein structure and functionality in cheese. *Food Chemistry*, 332, 127327. <https://doi.org/10.1016/j.foodche.2020.127327>
- Palandeng, F. C., Mandey, L. C., & Lumoindong, F. (2016). Karakteristik fisikokimia dan sensori sosis ayam petelur afkir yang difortifikasi dengan pasta dari wortel (Daucus carota L). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 4(2), 19-28.
- Pargiyanti, P. (2019). Optimising fat extraction time with the Soxhlet method using micro Soxhlet tools. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1, 29.
- Prastujati, Anis Usfah, Mustofa Hilmi, and M. Habbib Khirzin. "Pengaruh konsentrasi starter terhadap kadar alkohol, pH, dan total asam tertitrasi (TAT) whey kefir." *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan* 1.2 (2018): 63-69.
- Rahayuningsih, T., Revitriani, M., & Andaryati, . (2023). Effect of Butterfly Pea Flower (Clitoria ternatea L.) and Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Extract on the Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Pudding. *Journal of Advances in Food Science & Technology*,

- 10(3), 15–25.
<https://doi.org/10.56557/jafsatsat/2023/v10i38176>
- Sitompul, Y. M. L., Wartini, N. M., & Sugitha, I. M. (2023). Karakteristik ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) pada perlakuan pelarut etanol dan suhu ekstraksi. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 10(1), 17–23.
<https://doi.org/10.24843/MITP.2023.v10.i01.p17>
- SUNARYA, H., SAMBODHO, P., & LEGOWO, A. M. (2016). *Pemanfaatan Susu Kerbau, Susu Sapi dan Kombinasinya Untuk Optimalisasi Kadar Air, Kadar Lemak, dan Tekstur Keju Mozarella* (Doctoral dissertation, Fakultas Peternakan & Pertanian Undip).
- Usmiati, S., Abubakar, & Azmier, A. (2020). Pengaruh penggunaan pengental terhadap karakteristik fisikokimia keju mozzarella susu sapi. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(1), 1–10
- Widarta, I. Wayan Rai, and Ni Wayan Wisaniyasa. "Pengaruh penambahan ekstrak belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap karakteristik fisikokimia keju mozzarella." *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno* 1.01 (2016): 37-45.
- Wijayanti, D. A., Sjoefjan, O., & Djunaidi, I. H. (2019). Pengaruh konsentrasi belimbing wuluh terhadap pH dan aktivitas antimikroba. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(1), 9–14.
<https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.01.02>
- Wiradimadja, R., Tanwiriah, W., Rusmana, D. (2015). Efek penambahan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dalam ransum terhadap performan, karkas, dan income over feed cost ayam kampung. *ZIRAA'AH*, 40(2): 86-91
- Wisaniyasa, N. W., & Prayekti, H. (2016). *AGROTECHNO Pengaruh Penambahan Ekstrak Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L .) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Keju Mozzarella Influences of addition Bilimbi (Averrhoa bilimbi L .) extract on psychochemical characteristics of Mozzarella cheese Abstrak*. 1(1), 37–45.
- Zulfikar, G. A., Saputro, S. T., Al-Basthi, M. S., Setyawardani, T., & Widodo, H. S. (2026). Physicochemical Characteristics of Mozzarella Cheese with the Addition of Secang Wood Extract (*Caesalpinia Sappan* L.). *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 14(1), 113-123.