

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KEJU ANALOG DARI SUSU KACANG
SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) DENGAN VARIASI KONSENTRASI
ENZIM RENNET**

**PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CHEESE ANALOGS FROM SACHA INCHI
(*Plukenetia volubilis* L.) NUT MILK WITH VARIATION CONCENTRATION OF RENNET ENZYME**

Syima Lanur¹⁾, Yoyanda Bait^{2)*}, Adnan Engelen³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis korespondensi E-mail: yoyanda.bait@ung.ac.id

ABSTRACT

Analog cheese is a type of cheese made from vegetable protein replacing animal protein and mimicking the texture and flavor of real cheese. The purpose of this study was to determine whether the concentration of rennet enzyme can affect the physicochemical characteristics of analog cheese from sacha inchi bean milk (*Plukenetia volubilis* L.). The research design used in this study was a one-factor completely randomized design (CRD), namely rennet enzyme concentration of 1%, 2%, 3%. Each treatment was repeated 3 times. Based on the results of research on analog cheese from sacha inchi bean milk with different concentrations of rennet enzyme, it shows that rennet enzyme affects the physicochemical characteristics of analog cheese, namely protein content, free fatty acid content, water content, yield, viscosity, total cheese solids but does not affect the pH value. Analog cheese produced protein content of 6.29%-9.25%, free fatty acid content of 3.99%-5.58%, moisture content of 49.51%-53.46%, yield of 7.1%-9.4%, viscosity of 1.004-1.181 cP, total cheese solids of 46.54%-50.49% and pH value of 4.72-4.90 (acidic). Based on organoleptic assessment of color, aroma, texture and taste of analog cheese, the concentration of rennet enzyme influenced the taste and texture while color and aroma had no significant effect. The results of the panelists' assessment showed the panelists' level of liking for color 5.13 (rather like), aroma 4.07 (neutral), texture 4.73 (rather like) and taste 4.20 (neutral).

Keywords: Analog Cheese, Sacha inchi, Rennet Enzyme

ABSTRAK

Keju analog merupakan jenis keju yang terbuat dari protein nabati mengganti protein hewani dan meniru tekstur dan rasa dari keju asli. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah konsentrasi enzim rennet dapat mempengaruhi karakteristik fisikokimia keju analog dari susu kacang sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi enzim rennet 1%, 2%, 3%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Berdasarkan hasil penelitian pada keju analog dari susu kacang sacha inchi dengan konsentrasi enzim rennet yang berbeda menunjukkan bahwa enzim rennet mempengaruhi karakteristik fisikokimia keju analog yaitu kadar protein, kadar asam lemak bebas, kadar air, rendemen, viskositas, total padatan keju akan tetapi tidak mempengaruhi nilai pH. Keju analog menghasilkan kadar protein 6,29%-9,25%, kadar asam lemak bebas 3,99%-5,58%, kadar air 49,51%-53,46%, rendemen 7,1%-9,4%, viskositas 1,004-1,181 cP, total padatan keju 46,54%-50,49% dan nilai pH 4,72-4,90 (asam). Berdasarkan penilaian organoleptik warna, aroma, tekstur dan rasa keju analog menghasilkan konsentrasi enzim rennet mempengaruhi rasa dan tekstur sedangkan warna dan aroma tidak terdapat pengaruh yang signifikan. Hasil dari penilaian panelis menunjukkan Tingkat kesukaan panelis terhadap warna 5,13 (agak suka), aroma 4,07 (netral), tekstur 4,73 (agak suka) dan rasa 4,20 (netral).

Kata Kunci: Keju Analog, Kacang Sacha Inchi, Enzim Rennet.

PENDAHULUAN

Keju merupakan makanan hasil fermentasi yang berasal dari susu. Keju pada umumnya dibuat dari susu sapi segar, namun keju juga dapat dibuat dari protein nabati atau protein lainnya. Keju nabati umumnya didefinisikan sebagai keju analog karena menggabungkan protein non-susu dan lemak untuk menghasilkan makanan olahan yang mirip dengan keju hewani. Hal ini dapat mempengaruhi efektivitas bahan susu sederhana dan mengurangi biaya proses pembuatannya (Barokah *et al.*, 2018).

Keju analog merupakan keju tiruan atau substitusi, dan alternatif lain dari keju, Dimana keju analog dibuat dari protein susu atau protein non-susu dan menggantikan minyak atau lemak susu sebagai pengganti padatan susu. Keunggulan keju analog adalah tidak mengandung kolesterol, rendah natrium, mengandung lebih tinggi atau lebih rendah protein, bebas laktosa, dan mengurangi biaya produksi (Yusnia, 2017). Meningkatnya kesadaran masyarakat bahwa tingginya kandungan lemak dan kolesterol pada produk hewani mengancam bagi kesehatan dan membuka peluang bagi pengembangan keju nabati termasuk keju yang dibuat dari berbagai jenis kacang-kacangan (Barokah *et al.*, 2018).

Kacang yang digunakan untuk membuat keju analog ini yaitu kacang sacha inchi yang diolah terlebih dahulu menjadi susu. Kacang Sacha Inchi mempunyai potensi ekonomi yang tinggi untuk dikembangkan di Indonesia karena

memiliki nilai kompetitif dalam fungsi kesehatan. Kacang sacha inchi mengandung protein berkualitas tinggi, asam lemak omega-3 dan omega-6 yang seimbang, serta serat, vitamin, dan mineral yang bermanfaat bagi tubuh. Dalam 100 gram ekstrak kacang Sacha Inchi mentah, terdapat sekitar 27% protein (Ningrat, 2024).

Mekanisme proses pembuatan keju didasarkan pada pengasaman dan penambahan enzim rennet, dan tujuan pengasaman agar enzim rennet dapat berfungsi secara optimal. Enzim rennet mengandung enzim aktif yang disebut rennin (sering disebut *chymosin*). *Chymosin* pada rennet berperan penting sebagai enzim protease (menurunkan dan memecah rantai susu). Pada pembuatan keju terjadi dengan proses koagulasi dan pembentukan *curd* yang terjadi dengan mengasamkan susu dan menambahkan enzim rennin (Maharani *et al.*, 2023).

Pada hasil penelitian oleh Daulima, (2023) dalam pembuatan keju analog dari pencampuran susu kedelai dan susu jagung manis dengan karakteristik keju analog terbaik yang dihasilkan pada konsentrasi 0,10% asam sitrat memiliki randemen *curd* 19,768%, kadar protein 7,32%, kadar lemak 2,51%, kadar air 78,11%, pH 6,31 dan viskositas 14304,8 cP. Keju analog yang dibuat menggunakan enzim papain dengan konsentrasi enzim yang digunakan 0,022% (b/v). Karakteristik keju analog pada penelitian tersebut dari segi fisik keju termasuk kategori keju lunak yang memiliki kadar air maksimal 80% dengan rasa yang cukup asam dan warna kuning mendekati warna kuning keju pada

umumnya serta tidak memiliki aroma keju. Pada penelitian tersebut menyarankan penelitian lebih lanjut untuk konsentrasi enzim rennet untuk mengetahui pengaruhnya pada pembentukan *curd* keju analog yang akan dihasilkan.

Dalam penelitian Adrianto, (2020) tentang pembuatan keju lunak dengan berbagai pemanfaatan rennet untuk menghasilkan aroma dan rasa keju dengan ciri khas keju, seperti keju komersial dengan aroma susu segar. Hal ini terkait dengan kinerja enzim yang dihasilkan dari rennet yang aktif pada susu dan mampu mengumpalkan susu. Dilihat dari penelitian Hutagalung, (2017) hasil yang diperoleh dengan menggunakan enzim rennet menunjukkan panelis lebih menyukai tekstur keju dengan konsentrasi enzim rennet 2%.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk konsentrasi enzim rennet untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia keju analog yang diperbaharui dengan bahan dasar susu kacang sachinchi (*Plukenetia volubilis* L.).

METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Wadah, sendok, hotplate, gelas beker 1000 ml, magnetic stirrer, milksoybean, kain saring dan termometer. Adapun alat untuk analisis yang digunakan yaitu Cawan porselin, pipet mikro, biuret, labu Kjeldahl, biuret,

viscometer, Erlenmeyer, pH meter, gelas ukur, gelas beker, timbangan analitik, oven pengering, desikator. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kacang Sachinchi yang diambil dari tabongo timur, susu UHT *skim*, enzim rennet, garam, asam sitrat dan air. Adapun bahan untuk analisis yang akan digunakan yaitu aquades, alcohol 95%, phenolptalein, ethanol, NaOH 0.1 N, HCl, H₃BO₃, H₂SO₄.

Prosedur Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi enzim rennet terhadap keju analog dari susu kacang sachinchi. Konsentrasi enzim rennet yang berbeda yakni 1%, 2%, dan 3%. Masing- masing perlakuan 3 kali ulangan.

Tahapan Penelitian

- **Pembuatan Susu Kacang Sachinchi**

Pembuatan susu kacang sachinchi mengikuti prosedur pembuatan susu kacang dari penelitian (Mutia, 2013). Kacang dibersihkan terlebih dahulu dari kulit dan kotoran menggunakan air bersih. Kacang di panggang selama 20 menit disuhu sekitar 150°C dengan tujuan agar mengurangi aroma dan rasa langu pada kacang. Kemudian kacang dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan air (3): kacang sachinchi (1) (b/v). Selanjutnya disaring dengan kain saring hingga menghasilkan susu kacang sachinchi.

- **Pembuatan Keju Analog dari susu kacang sachinchi**

Prosedur pembuatan keju analog mengikuti prosedur dalam penelitian (Daulima *et al.*, 2021). Tahap pertama homogenisasi kedua susu kacang sachinchi dengan susu *skim*. Kemudian Susu di

pasteurisasi terlebih dahulu selama 15 menit dengan suhu 75°C. Dinginkan hingga suhu 60°C untuk penambahan asam sitrat 0,2% lalu ditambahkan enzim rennet dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3% sedikit demi sedikit seraya diaduk pelan hingga menghasilkan gumpalan. Diamkan selama 30 menit hingga terbentuk *curd*. Kemudian *curd* disaring dengan kain saring hingga terpisah dari *whey* yang tidak menetes lagi.

Jika sudah menjadi keju dapat ditambahkan garam 1%.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini Kadar protein metode mikro kjeldahl (Rosaini, et al., 2015), Potential Hydrogen (Setiaji et al., 2019), Free Fatty Acid (Purwitasari, 2023), Kadar Air (Purwitasari, 2023), Organoleptik (Setiaji et al., 2019), Rendemen (Auliya et al., 2023), Viskositas (Perwira et al., 2020), dan Total Padatan Keju (Wasliyah et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian

Enzim	rote		FFA	Kada r
nne t	in (%)	pH	(%)	Air
1%	9.25	4.90	5.58	53.46
2%	7.88	4.83	4.82	51.22
3%	6.26	4.72	3.99	49.51

Kadar Protein

Kadar protein ditentukan menggunakan metode Kjeldahl. Metode ini umumnya digunakan untuk analisis protein makanan. Metode ini mengukur kadar protein kasar termasuk senyawa N

non-proteinogenik seperti urea, asam nukleat, purin, pirimidin dan sebagainya. Prinsip kerja metode Kjeldahl mengubah senyawa organik menjadi senyawa anorganik (Rosaini *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil sidik ragam taraf signifikan α -0,05 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap kadar protein keju analog susu kacang sachinchi. Hal ini disebabkan karena terjadi proses proteolisis yang dihasilkan oleh konsentrasi enzim rennet. Proteolisis yang berlebihan dapat menyebabkan kasein menjadi lebih larut dalam *whey*, dan *curd* akan menjadi lebih kecil. Jika terlalu banyak asam ditambahkan ke susu, struktur protein dapat rusak. Struktur protein yang rusak mudah larut dalam *whey*, sehingga rendemen keju segar mengecil. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin rendah 3kadar protein yang dihasilkan (Maharani *et al.*, 2023).

Dalam penelitian Maharani *et al.*, (2023) menunjukkan kadar protein keju mozzarella dari susu sapi dengan menggunakan enzim rennet menghasilkan sebesar 26,04% lebih tinggi dibandingkan kadar protein keju dengan susu nabati. Menurut Santoso *et al.*, (2020) bahwa enzim rennet mempengaruhi kadar protein keju menjadi rendah karena menghasilkan *curd* keju yang sedikit, sedangkan *whey* yang dikeluarkan semakin banyak. Hal ini karena protein yang tersisa dalam keju adalah protein kasein yang digumpalkan sedangkan protein *whey* dilepaskan.

Berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range test menunjukkan bahwa perlakuan K3 berbeda nyata dengan

perlakuan K2 dan K1. Hal ini disebabkan oleh enzim rennet yang merupakan enzim protease mengandung kimosin yang berperan mengkoagulasi kasein susu pada keju. Enzim protease dibagi menjadi empat kategori: protease serin, protease sulfhidril, protease logam, dan protease asam. Enzim rennet termasuk dalam kelompok protease asam yang memiliki dua gugus karboksil pada pusat aktifnya. Gugus karboksil terdiri dari gugus karbonil (-CO-) dan hidroksil (-OH). Gugus hidroksil (-OH) berinteraksi dengan H⁺ dari gugus asam amino membentuk air. Namun, gugus karbonil berinteraksi dengan air melalui ikatan hydrogen (Arlene *et al.*, 2015).

Kadar protein meliputi reaksi hidrolisis protein menjadi pepton dan asam amino oleh enzim protease. Hidrolisis protein merupakan pemutusan ikatan peptida pada protein untuk menjadikannya molekul yang lebih sederhana. Hidrolisis ikatan peptida menyebabkan beberapa perubahan pada protein, peningkatan kelarutan karena peningkatan kandungan NH₃⁺ dan COO⁻ serta pengurangan berat molekul protein. Protein dapat bergabung dengan komponen yang lebih sederhana dan mendorong proses pembentukan dadih lebih mudah (Arlene *et al.*, 2015).

pH

Derajat Keasaman atau pH merupakan faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim rennet. pH merupakan konsentrasi ion hidrogen (H⁺) dalam suatu larutan dan menunjukkan keasaman atau alkalinitas larutan. pH adalah besaran

fisika dan diukur pada skala 0 hingga 14. Pada pH < 7 larutan bersifat asam, pH > 7 larutan bersifat basa dan pH = 7 larutan bersifat netral (Ngafifuddin *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil sidik ragam dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet tidak signifikan terhadap nilai pH keju analog kacang sachet. Hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi enzim rennet yang digunakan selisih sedikit disetiap perlakuan sehingga nilai pH tidak berbeda jauh. Akan tetapi enzim rennet dapat mempengaruhi rasa keju menjadi asam. Berdasarkan Standar mutu susu kedelai menurut SNI nilai pH berkisar 6,5- 7,0 sedangkan susu kacang sachet inchi 6,7 (netral). Menurut pernyataan Arlene, (2015) ketika susu dicampur dengan bahan-bahan asam, ion hydrogen dilepaskan dari susu, sehingga menurunkan nilai pH. Hal ini dapat menyebabkan misel kasein larut dan ion kalsium (Ca⁺) terbentuk. Ion-ion ini menembus struktur misel kasein lainnya dan membentuk rantai kalsium internal yang kuat. Akibatnya, misel kasein diubah melalui agregasi dan dadih terbentuk.

Memproduksi keju dengan nilai pH dibawah 5,0 menyebabkan keju kehilangan kelarutan kasein. Oleh karena itu, dalam pembuatan keju perlu memperhatikan nilai pH yang terbentuk. Jika nilai pH yang digunakan terlalu asam maka kualitas keju yang dihasilkan menjadi rendah (Nindyasari *et al.*, 2023). Banyaknya enzim dalam susu mempengaruhi pH susu. Ketika jumlah bakteri yang mencemari susu meningkat, maka bakteri tersebut mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga membuat susu menjadi asam (Lestari *et al.*, 2020).

Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas atau free fatty acid (FFA) adalah asam lemak yang ada sebagai asam bebas dan tidak terikat sebagai trigliserida. Asam Lemak Bebas diproduksi melalui proses hidrolisis dan oksidasi. Asam lemak bebas juga merupakan asam yang dilepaskan selama hidrolisis lemak (Purwitasari, 2023). Berdasarkan hasil sidik ragam taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa variasi konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap kadar asam lemak bebas keju analog susu kacang sacha inchi. Karena adanya aktivitas enzimatik, lemak dihidrolisis untuk menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi menimbulkan bau tidak sedap, rasa yang tidak enak dan menurunkan nilai gizi (Mauliddiyah, 2021).

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada perlakuan K3 dengan perlakuan K2 dan K1. Hal ini mungkin disebabkan oleh enzim rennet, termasuk enzim protease asam, dan jamur *Rhizomucor miehei* dan lipase, yang disekresikan ke dalam medium melalui membran luar. Enzim lipase memecah lemak dan mengubahnya menjadi komponen yang lebih sederhana seperti asam lemak dan gliserin (Arlene *et al.*, 2015).

Semakin sedikit asam lemak bebas yang terkandung dalam keju analog, semakin tinggi kualitas keju. Asam lemak bebas terbentuk melalui proses oksidasi dan hidrolisis enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Asam lemak dalam

makanan yang melebihi dari 0,2 persen dari berat lemaknya dapat menghasilkan rasa yang tidak enak dan dalam beberapa kasus dapat meracuni tubuh. Asam lemak bebas diyakini terbentuk melalui pemanasan dan adanya air sehingga terjadi proses hidrolisis, selain itu oksidasi juga dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas. (Mauliddiyah, 2021).

Kerusakan lemak dapat disebabkan oleh proses oksidasi asam lemak tak jenuh. Laju oksidasi berbanding lurus dengan derajat ketidakjenuhan asam lemak. Semakin banyak asam lemak tak jenuh, semakin mudah teroksidasi. Laju proses oksidasi juga bergantung pada jenis lemak dan kondisi penyimpanan. Penyebab kerusakan lemak dibagi menjadi tiga kelompok, kerusakan akibat oksidasi, adanya enzim, dan reaksi hidrolisis lemak. Kerusakan lemak dapat disebabkan oleh proses oksidasi asam lemak tak jenuh. Laju oksidasi berbanding lurus dengan tingkat ketidakjenuhan asam lemak. Semakin banyak asam lemak tak jenuh, semakin mudah teroksidasi. Laju proses oksidasi juga bergantung pada jenis lemak dan kondisi penyimpanan. Karena asam lemak omega-3 merupakan asam lemak tak jenuh yang tinggi, maka asam lemak ini lebih rentan terhadap reaksi oksidasi asam lemak dibandingkan asam lemak lainnya. Reaksi oksidasi pada lemak atau minyak biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida (Aryani *et al.*, 2016).

Kadar Air

Kadar air adalah faktor yang sangat penting dalam menentukan tekstur keju. Hal ini karena peningkatan kadar air akan melembutkan tekstur keju, dan kadar air juga menentukan stabilitas keju, umur simpan, pemotongan, dan produk akhir keju. Susu memiliki kandungan air yang tinggi sehingga berperan sebagai media untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri pada susu (Maharani *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil statistik dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menghasilkan konsentrasi enzim rennet yang signifikan terhadap kadar air keju analog kacang sachinchi. Kadar air keju dapat dipengaruhi oleh semakin tingginya konsentrasi enzim rennet. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nindyasari, (2023) bahwa menurunnya kadar air pada keju disebabkan karena semakin meningkatnya konsentrasi rennet maka daya ikat air pada keju semakin menurun. Semakin banyak kelembapan yang ditambahkan selama produksi keju, tekstur keju akan semakin lunak. Kadar air keju sesuai Standar Keju Mozzarella Menurut USDA (2016) berkisar antara 46-53%. Kandungan air yang lebih tinggi terdapat pada keju lunak yang mengandung lebih banyak whey.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K3 berbeda nyata dengan K2 dan K1. Hal ini disebabkan karena hilangnya kadar air dalam keju yang terjadi pada proses pengepresan dan pemeraman. Tingginya kandungan air pada keju disebabkan oleh sifat hidrofilik dan hidrofobik protein pada kacang sachinchi. Hidrofilitas memungkinkan protein

mengikat dan menyimpan air. Disisi lain, karena sifat hidrofobiknya, protein berikatan dengan lemak. Kandungan kalsium yang rendah pada susu mentah dapat mengakibatkan tingginya kadar air pada keju. Penurunan kadar air keju selama pemasakan disebabkan oleh degradasi kompone-komponennya akibat aktivitas proteolitik. Aktivitas ini melibatkan pemecahan rantai panjang molekul protein menjadi molekul yang lebih kecil karena adanya enzim (Arlene *et al.*, 2015).

Ketika makanan tinggi lemak mengandung air, terjadi reaksi hidrolisis yang dapat menurunkan kualitas lemak. Pembusukan makanan disebabkan oleh kadar air yang tinggi. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam lemak dan menentukan kualitas lemak pada keju. Semakin rendah kadar airnya, semakin baik kualitas produknya (Mauliddiyah, 2021).

Tabel 2 Hasil Pengujian

Konsentrasi Enzim Rennet	Waktu pendinginan	Skor organoleptik	Total Padatan Keju
1%	7.1%	1,004 (cP)	46.54 %
2%	8.0%	1,099 (cP)	48.78 %
3%	9.4%	1,181 (cP)	50.49 %

Rendemen

Nilai hasil dalam produksi keju menunjukkan jumlah keju yang dihasilkan selama produksi keju. Hasil yang lebih tinggi menunjukkan hasil yang lebih banyak dan kinerja enzim rennet yang lebih baik (Purwitasari, 2023). Berdasarkan hasil analisis statistik dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap nilai rendemen keju analog kacang sacha inchi. Sesuai dengan pernyataan Arlene, (2015) menyatakan jenis enzim dan susu yang digunakan mempengaruhi rendemen keju. Dalam penelitiannya rendemen tertinggi diperoleh pada variasi enzim rennet. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 berbeda nyata dengan perlakuan K2 dan K3. Hal ini disebabkan karena enzim rennet yang bekerja mendekati optimum. Protein dapat menangkap komponen yang lebih sederhana lebih mudah untuk membentuk dadih dan menyebabkan hasil dadih sehingga menjadi berbeda.

Tinggi rendahnya nilai rendemen juga disebabkan oleh kandungan protein yang terdapat pada kacang sehingga menghasilkan curd yang lebih sedikit dari keju dengan protein dari susu sapi. Semakin tinggi kandungan lemak dan protein, semakin tinggi pula jumlah dadih yang dihasilkan. Dengan demikian, jumlah keju yang dihasilkan juga akan semakin tinggi (Arlene *et al.*, 2015). Menurut Adrianto *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa penggunaan konsentrasi enzim rennet hewani dalam

pembuatan keju masih rendah untuk menggumpalkan protein susu sehingga curd yang dihasilkan sedikit dibandingkan dengan curd yang dihasilkan pada perlakuan enzim rennet nabati. Dalam penelitiannya nilai rendemen keju yang dihasilkan dengan perlakuan enzim rennet yaitu 8,53%.

Viskositas

Viskositas adalah hambatan atau hambatan terhadap aliran suatu zat cair (fluida) di bawah pengaruh tekanan, yang disebabkan oleh gaya gesek antara molekul-molekul penyusun zat cair atau ketahanan bahan terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Saat Anda menyentuh suatu material, sejumlah gaya tertentu diterapkan (Noor *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap nilai viskositas keju analog. Hal ini disebabkan karena sifat enzim rennet yang mempengaruhi kekentalan keju dengan perubahan hidrolitik yang disebabkan oleh sifat proteolitik enzim rennet. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 dan K2 berbeda nyata dengan perlakuan K3. Hal ini sejalan dengan pernyataan Patahanny *et al.*, (2019) bahwa Semakin tinggi tingkat bahan penggumpal selama pembuatan produk cenderung menghasilkan tekstur yang lebih halus atau kekenyalan yang lebih rendah. Ini karena tingkat bahan penggumpal yang lebih tinggi akan meningkatkan aktivitas

proteolitik, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih halus.

Total Padatan Keju

Padatan total adalah pengukuran semua padatan tersuspensi, koloid, dan padatan terlarut dalam sampel air. Padatan total adalah semua bahan yang tersisa sebagai residu ketika air dikeringkan sampai suhu tertentu. Kandungan total padatan dapat dihitung dengan menguapkan sampel dalam wadah timbang dan mengeringkannya dalam oven (Simaibang dan Naik, 2022). Berdasarkan hasil analisis statistic dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menghasilkan konsentrasi enzim rennet yang signifikan terhadap total padatan keju analog kacang sacha inchi. Peningkatan total padatan keju dipengaruhi oleh penurunan kadar air keju seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim rennet. Kadar air yang terkandung dalam keju menyusut dikarenakan adanya proses penguapan air selama proses pemisahan curd dengan whey yang mengakibatkan total padatan cukup tinggi pada keju (Purwitasari, 2023).

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 berbeda nyata dengan K2 dan K3. Kadar air berpengaruh terhadap total padatan keju, total padatan akan tinggi jika kadar air didalam keju rendah. Pemadatan terjadi karena adanya penggumpalan dari kasein yang terdapat dalam susu. Aktivitas metabolisme lebih aktif membutuhkan air yang lebih banyak untuk bermetabolisme, menyebabkan kadar air berkurang. Sisa dari metabolisme

yang dihasilkan dari bakteri mampu meningkatkan total padatan. Bakteri yang berkembang didalam keju akan hidup dan membutuhkan nutrisi agar tetap bertahan hidup dan membutuhkan oksigen yang didapat dari kandungan air keju. Populasi mikroba yang terdapat dalam keju dipengaruhi oleh retensi pada saat penambahan rennet, kehilangan selama proses pemisahan curd dengan whey. Total padatan yang meningkat selama masa pemasakan keju disebabkan oleh penguapan air selama penyimpanan dingin. Penurunan kadar air pada saat keju disimpan pada umumnya karena adanya garam yang ditambahkan pada saat proses pembuatan keju yang akan meningkatkan total padatan keju sehingga kadar air didalamnya akan berkurang. Sebaliknya, jika total padatan turun maka kadar air didalam keju meningkat karena garam yang diberikan pada proses pembuatan tidak banyak menyerap kandungan air, selain itu bakteri yang ada tidak berkembangbiak dengan baik yang menyebabkan kandungan air tidak berkurang (Purwitasari, 2023).

Organoleptik

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptik

Enzim Rennet	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
1%	4.93	3.53	3.93	4.20
2%	5.00	3.73	4.27	3.60
3%	5.13	4.07	4.73	3.00

Warna

Warna adalah salah satu parameter yang diukur oleh pemeriksa

ketika mengevaluasi kualitas dan penerimaan produk

(Hutagalung *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil sidik ragam dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet tidak signifikan terhadap nilai organoleptik warna keju analog kacang sachinchi. Hal ini disebabkan karena warna enzim rennet yang ditambahkan tidak mempunyai warna yang dapat menyebabkan perubahan pada keju. Pada penelitian Hutagalung *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna keju dengan nilai tertinggi pada perlakuan enzim rennet 2% dan bakteri *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 8% yaitu 5,88 (suka).

Menurut Barokah *et al.*, (2018) pada penelitian Cunha perbandingan antara keju tradisional yang dibuat dari susu hewani dan keju analog yang dibuat dari susu nabati menunjukkan perbedaan dalam tingkat kesukaannya oleh panelis. Hal ini disebabkan oleh panelis yang lebih dari 50% cenderung lebih menyukai warna keju analog yang dibuat dari lemak nabati dibandingkan keju tradisional tergantung dari metode pembuatan dan penggunaan jenis susu. Jenis susu kacang sachinchi mempunyai warna susu yang cenderung warna kecoklatan dengan corak putih. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ningrat, (2024) bahwa Biji sachinchi sendiri berbentuk pipih, berwarna coklat muda dengan ciri khas belang putih. Warna buahnya hijau ketika masih muda dan berubah menjadi coklat kehitaman seiring bertambahnya usia.

Aroma

Aroma dapat diartikan

sebagai sesuatu yang dapat dideteksi dengan indera penciuman. Zat bau masuk ke jaringan penciuman hidung melalui udara (Hutagalung *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet tidak signifikan terhadap nilai organoleptik aroma. Dalam penelitian ini keju menghasilkan aroma keju yang sangat tipis dan hal ini berhubungan dengan kinerja enzim yang dihasilkan dari rennet yang mampu menunjukkan aktivitasnya pada susu. Dalam penelitian Hutagalung *et al.*, (2017) menghasilkan nilai organoleptik aroma keju terbaik pada konsentrasi enzim rennet 2% dengan nilai 6,03 (suka).

Rennet berperan sebagai koagulan kasein dalam pembuatan keju dan mengandung enzim protease rennin. Enzim rennet yang digunakan merupakan enzim proteolitik yang dapat mengentalkan protein susu. Protein dihidrolisis menjadi biopeptida, dan lemak dihidrolisis menjadi asetaldehida. Biopeptida memberikan rasa pahit pada keju, dan asetaldehida memberikan aroma khasnya (Syamsu & Elshahida, 2018).

Tekstur

Tekstur merupakan faktor kualitas pangan yang paling penting untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Tekstur dinilai dengan Indera peraba (Patahanny *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil analisis sidik

ragam dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap nilai organoleptik tekstur keju analog kacang sachinchi. Hal ini disebabkan adanya sifat hidrolitik dalam enzim rennet. Sifat proteolitik enzim rennet menyebabkan perubahan hidrolitik yang mempengaruhi pengembangan rasa dan tekstur keju (Hutagalung *et al.*, 2017). Dibandingkan dengan penelitian Hutagalung *et al.*, (2017) menunjukkan nilai rata-rata tertinggi tekstur keju terbaik terdapat pada konsentrasi enzim rennet 2% dan bakteri *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 8% dengan nilai 5,50 (suka) yang lebih tinggi daripada keju kacang sachinchi.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 dan K2 berbeda nyata dengan perlakuan K3. Hal ini dapat disebabkan oleh kadar air pada keju yang mempengaruhi perbedaan tekstur keju. Faktor yang sangat penting dalam menentukan tekstur keju adalah kadar airnya. Suhu, umur simpan, proteolisis, lemak, dan kandungan air akan menyebabkan tekstur keju menjadi lunak. Proteolisis menyebabkan protein lebih terhidrasi sehingga interkoneksi kasein menurun. Tingkat proteolisis yang rendah akan meningkatkan interkoneksi protein. Interkoneksi kasein sangat diperlukan untuk pembentukan regangan. Ion koagulan berikatan dengan air dan membentuk ikatan kimia yang membentuk gumpalan di matriks keju. Hal ini membuat matriks protein lebih rapat dan terlindungi (Gusnilawati *et al.*, 2022).

Rasa

Rasa merupakan unsur yang sangat penting dalam suatu makanan. Perbedaan penilaian rasa yang dilakukan peserta uji dapat diartikan sebagai penerimaan aroma dan rasa yang disebabkan oleh kombinasi bahan. Selain warna, aroma dan tekstur, rasa merupakan faktor terpenting dalam penerimaan (Hutagalung *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil uji statistic dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi enzim rennet signifikan terhadap nilai organoleptik rasa keju analog kacang sachinchi. Hal ini dapat diduga karena konsentrasi enzim rennet mempengaruhi rasa pada saat pembuatan keju. Menurut Hutagalung *et al.*, (2017) Rennet membantu dalam proteolisis primer, proses pemecahan protein menjadi peptida, serta dalam pembentukan rasa keju. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata perlakuan K3 terhadap perlakuan K2 dan K1. Menurut pendapat Patahanny *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa konsentrasi enzim proteolitik yang berlebihan dapat menimbulkan rasa pahit karena terbentuk ikatan peptida yang memang mempunyai rasa pahit sehingga menghasilkan perbedaan rasa pada produk.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada keju analog dari susu kacang sachinchi dengan konsentrasi enzim rennet yang berbeda dapat menarik kesimpulan bahwa enzim rennet mempengaruhi karakteristik fisikokimia keju analog yaitu kadar

protein, kadar asam lemak bebas, kadar air, rendemen, viskositas, total padatan keju akan tetapi tidak mempengaruhi nilai pH. Dari segi Organoleptik konsentrasi enzim rennet mempengaruhi rasa dan tekstur tapi tidak mempengaruhi warna dan aroma keju.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R., Wiraputra, D., Jyoti, M. D., & Andaningrum, A. Z. (2020). Rendemen, Aroma, Rasa, Penampilan Keju Lunak Dari Susu Sapi Dengan Penambahan Rennet Dan Starter Bal Yoghurt Biokul. *Jurnal Agritechno*, 13(2), 120–126. <https://doi.org/10.20956/at.v13i2.359>
- Arlene, A., Prima Kristijarti, A., & Ardelia, I. (2015). The Effects of the Types of Milk (Cow, Goat, Soya) and Enzymes (Rennet, Papain, Bromelain) Toward Cheddar Cheese Production. *Makara Journal of Technology*, 19(1), 31. <https://doi.org/10.7454/mst.v19i1.3028>
- Aryani, T., Siswi Utami, F., & Aulia Ulfah, I. M. (2016). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kerusakan Asam Lemak Omega-3 Pada Air Susu Ibu (ASI). *Kesmas*, 10(2), 169–176.
- Auliya, Z., Syarifah, S. M., Kafiya, M., & Khumaira, A. (2023). Pembuatan keju mozzarella dengan pengasaman tidak langsung. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 1, 22–2023.
- Barokah, Y., Angkasa, D., & Melani, D. V. (2018). Evaluasi Sifat Fisika Kimia dan Nilai Gizi Keju Berbahan Dasar Kacang Tunggak dengan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebagai keju Nabati Rendah Lemak. *Jurnal Science and Technology*, 2(3), 12–21. <http://jurnal.unimus.ac.id>
- Budiman, S., Hadju, R., Siswosubroto, S. E., & Rembet, G. D. G. (2017). PEMANFAATAN ENZIM RENNET dan *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 TERHADAP pH, CURD dan TOTAL PADATAN KEJU. *Zootec*, 37(2), 321. <https://doi.org/10.35792/zot.37.2.2017.16139>
- Daulima, D. T., Andriyani, A., Mustofa, P. N., & Liputo, S. A. (2021). Cheese Analog Basis Susu Jagung Manis dan Susu Kedelai Sebagai Keju Rendah Lemak. *Journal of Agritechnology and Food Processing*, 1(2), 61. <https://doi.org/10.31764/jafp.v1i2.6684>
- Desti R P (2023). Total Padatan dan Free Fatty Acid Keju Segar Dengan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin. *Skripsi*.

- Gusnilawati, G., Wulandari, N., Purnomo, E. H., Ilmu, D., Pertanian, F. T., Bogor, I. P., & Darmaga, K. I. P. B. (2022). *Kajian Keju Mozzarella Analog yang Disubstitusi dengan Pati Termodifikasi*. 42(1), 86–93.
- Hutagalung, T. M., Yelnetty, A., Tamasoleng, M., & Ponto, J. H. W. (2017). Penggunaan Enzim Rennet Dan Bakteri *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 Terhadap Sifat Sensoris Keju. *Zootec*, 37(2), 286. <https://doi.org/10.35792/zot.37.2.2017.16068>
- Lestari, D., Yurliasni, & Dzarnisa. (2020). Kualitas Whey Keju Yang Dihasilkan Dengan Teknik Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 5(1), 265–271. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP
- Maharani, N., Banyuwangi, P. N., Sari, I. A., Banyuwangi, P. N., Wicaksono, D. A., Banyuwangi, P. N., Nuraini, U., & Karawang, U. S. (2023). *Kajian Penggunaan Jenis Rennet Nabati dan Hewani Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Keju Mozarella Susu Sapi*. 1(1), 423–431.
- Mauliddiyah, N. L. (2021). ANALISIS ASAM LEMAK BEBAS DAN BILANGAN ASAM PADA PRODUK SELAI KACANG TANAH. *Skripsi*, 6.
- Mutia, U., & Saleh, C. (2014). Uji Kimia Pada Keju Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Berdasarkan Variasi Waktu dan Konsentrasi Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis*. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 58–62.
- Ngafifuddin, M., Sunarno, S., & Susilo, S. (2017). PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 66. <https://doi.org/10.21831/jsd.v6i1.14081>
- Nindyasari, K. D., Irfin, Z., & Moentamaria, D. (2023). Enzim Zingibain Sebagai Bahan Koagulasi Susu Untuk Pembuatan Keju Mozarella. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1), 133–140. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i1.309>
- Ningrat, R. G. P. K., & Pamungkas, B. (2024). Review Book Of “Sacha Inchi : a Rich Nutrient Superfood from Amazon.” by Tresno Saras, Tiram Media Publisher, 2023. *Interdisciplinary International Journal of Conservation and Culture*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.25157/ijcc.v2i1.3847>
- Noor, A. R., Rahmatullaily, A. K., Ramadani, D., Rahmatullah, F. A., & Hasibuan, Y. A. (2019). *Laporan Praktikum Kimia Fisika Viskositas Berbagai Jenis Cairan Kelas a*

*Program Studi Sarjana
Teknik Kimia.*

- Patahanny, T., Amar Hendrawati, L., Pembangunan Pertanian Malang, P., Cipto, J., Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, P., & Malang, P. (2019). Pembuatan Keju Mozzarella dengan Enzim Papain dan Ekstrak Jeruk Nipis Mozzarella. *Jurnal Agriekstensi*, 18(2), 135–141.
- Perwira, F., Guna, D., Priyo Bintoro, V., & Hintono, A. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Porang sebagai Penstabil terhadap Daya Oles, Kadar Air, Tekstur, dan Viskositas Cream Cheese The Effect of using Porang Flour (*Amorphophallus oncophyllus*) as a stabilizer on topical power, water content, texture, and viscosity of. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(2), 88–92.
- www.ejournal-
s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.
- Rosaini, H., Rasyid, R., & Hagramida, V. (2015). PENETAPAN KADAR PROTEIN SECARA KJELDAHL BEBERAPA MAKANAN OLAHAN KERANG REMIS (*Corbiculla moltkiana* Prime.) DARI DANAUSINGKARAK. *Jurnal Farmasi Higea*, 7(2), 120–127.
- Rukmi, P. A. (2009). Pengaruh Variasi Suhu Pemeraman Terhadap Kualitas Keju Peram (Ripened Cheese) Hasil Fermentasi *Rhizopus oryzae*. *Skripsi*, 1–26.
- Santoso, A., Wijaya, A. R., Permatasari, Y., Anisa, T. N., & Sumari. (2020). The effect of starter concentration variations and rennet on cheese characteristics of cow milk. *AIP Conference Proceedings*, 2231(June 2023).
<https://doi.org/10.1063/5.0002557>
- Setiaji, W. P., Rizqiati, H., & Nurwantoro, N. (2019). Aktivitas Antioksidan, Nilai pH, Kemuluran dan Uji Hedonik Keju Mozzarella dengan Penambahan Jus Umbi Bit (*Beta vulgaris* L). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 9–19.
<https://doi.org/10.14710/jtp.2019.21542>
- Sumartono, E., Moulina, M. A., Arif, H. M., Yulihartika, R. D., & Suparti, Y. (2024). *Budidaya dan Pemanfaatan (Plukenetia volubilis Linneo) Kacang Sacha Inchi*. 1–16.
- Syamsu, K., & Elshahida, K. (2018). Pembuatan Keju Nabati Dari Kedelai Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari Dadih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(2), 154–161.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.per.t.2018.28.2.154>
- Wasliyah, U., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2022). Pengaruh Penambahan Bubuk Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap Kadar Protein dan Total Padatan Keju Rendah Lemak. *Bulletin of Applied Animal Research*, 4(2), 53–57
<https://doi.org/10.36423/baar.v4i2.1016>.
- Yusnia, D. (2017). *Teknologi Pengolahan Susu Keju Analog Lembaran*. 2–4.