

Formulasi Fermentasi dalam Pembuatan Keju Nabati Berbasis Kacang Tanah dan Lemak *Crude Palm Oil* dengan *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Lactis*

Monica Adelya, Martha Aznury*, Dilia Puspa

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan

*Koresponden email: martha_aznury@polsri.ac.id

Diterima: 2 September 2025

Disetujui: 7 September 2025

Abstract

Plant-based cheese is a plant-based food innovation designed to mimic the texture, flavor, and nutritional value of conventional cheese, but without the use of animal ingredients. This product offers a solution for individuals with lactose intolerance, vegan lifestyles, and sustainable food needs. In this study, peanuts were used as the primary protein source due to their gel-forming ability and creamy texture, while crude palm oil (CPO) served as an alternative, oxidatively stable vegetable fat source. The cheese formulation was developed by varying the ratio of CPO to peanut milk (90:10, 85:15, dan 80:20) and incubation times (6, 12, and 24 hours). Product quality analysis included pH, moisture, fat, protein, and ash content, in accordance with the Indonesian National Standard (SNI) 2980:2018. The results showed that the appropriate combination of CPO and peanut protein can produce plant-based cheese with physical and chemical characteristics close to conventional processed cheese. These findings strengthen the potential of plant-based cheese as a functional and nutritionally valuable alternative in the modern food industry.

Keywords: *plant-based cheese, crude palm oil (cpo), peanuts*

Abstrak

Keju nabati merupakan inovasi pangan berbasis nabati yang dirancang untuk meniru tekstur, rasa, dan nilai gizi keju konvensional, namun tanpa menggunakan bahan hewani. Produk ini menjadi solusi bagi individu dengan intoleransi laktosa, gaya hidup vegan, serta kebutuhan pangan berkelanjutan. Dalam penelitian ini, kacang tanah digunakan sebagai sumber protein utama karena kemampuannya dalam membentuk gel dan menghasilkan tekstur creamy, sementara *Crude Palm Oil* (CPO) dimanfaatkan sebagai sumber lemak nabati alternatif yang stabil secara oksidatif. Formulasi keju dikembangkan melalui variasi rasio CPO dan susu kacang tanah (90:10, 85:15, dan 80:20), serta waktu inkubasi (6, 12, dan 24 jam). Analisis mutu produk mencakup pH, kadar air, lemak, protein, dan abu, mengacu pada standar mutu SNI 2980:2018. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi yang tepat antara CPO dan protein kacang tanah dapat menghasilkan keju nabati dengan karakteristik fisik dan kimia yang mendekati keju olahan konvensional. Temuan ini memperkuat potensi keju nabati sebagai alternatif fungsional dan bernilai gizi tinggi dalam industri pangan modern.

Kata Kunci: *keju nabati, crude palm oil (cpo), kacang tanah*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia, dan setiap tahunnya angka produksi terus menunjukkan peningkatan signifikan. Sebagai contoh, di Provinsi Sumatera Selatan, volume produksi pada tahun 2022 tercatat sebesar 4.019,0 ribu ton per tahun dan meningkat menjadi 4.119,2 ribu ton per tahun pada 2023 [1]. Lonjakan produksi ini tidak hanya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, tetapi juga sebagai komoditas ekspor dalam bentuk bahan mentah. Namun, ekspor CPO dalam bentuk mentah dianggap kurang optimal karena nilai tambah yang diperoleh relatif kecil. Oleh sebab itu, diperlukan upaya pengolahan CPO menjadi produk turunan dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan pendapatan negara sekaligus kesejahteraan masyarakat, khususnya petani sawit [2].

CPO memiliki peranan penting dalam berbagai industri, mulai dari pangan hingga nonpangan. Komoditas ini banyak digunakan dalam pembuatan minyak goreng, margarin, sabun, serta produk oleokimia. Data menunjukkan bahwa industri minyak goreng merupakan pengguna terbesar CPO dengan persentase 79%, diikuti industri oleokimia sebesar 14%, industri sabun sebesar 4%, dan industri margarin sebesar 3% [3]. Secara komposisi, CPO tersusun atas trigliserida sekitar 93%, dengan kandungan

digliserida 4,5% dan monogliserida 0,9%. Komponen asam lemak dominan dalam CPO adalah asam palmitat (40–45%) dan asam oleat (39–45%) [4]. Selain itu, terdapat pula senyawa pengotor seperti asam lemak bebas, fosfolipid, dan glikolipid yang dapat memengaruhi kualitas produk [5]. Senyawa asam lemak bebas sendiri sangat penting dalam industri pangan maupun kosmetik karena berperan meningkatkan stabilitas, tekstur, dan mutu produk akhir [6].

Salah satu produk pangan yang sangat digemari di seluruh dunia adalah keju. Produk ini diperoleh melalui proses fermentasi protein susu (kasein) menggunakan starter serta teknik pengolahan tertentu [7]. Umumnya, keju diproduksi menggunakan susu hewani seperti sapi, kambing, domba, maupun kerbau. Akan tetapi, konsumsi keju hewani sering menjadi kendala bagi individu dengan intoleransi laktosa [8]. Kondisi ini mendorong lahirnya inovasi dalam industri pangan, khususnya pengembangan keju nabati (vegan cheese), yang menggunakan bahan dasar dari tumbuhan untuk meniru karakteristik keju hewani baik dari segi tekstur, rasa, maupun sifat meleleh [9].

Berbagai bahan nabati dapat dijadikan alternatif dalam pembuatan keju nabati, salah satunya adalah kacang tanah. Kacang tanah mengandung protein 2,5–3,0 g/100 ml [10], jumlah yang relatif mendekati kandungan protein susu sapi (3,2 g/100 ml) [11]. Kandungan protein tersebut berfungsi penting dalam membentuk struktur dan tekstur keju, sedangkan lemak tak jenuh tunggal di dalam kacang tanah mampu memberikan rasa creamy alami serta manfaat kesehatan yang lebih baik dibandingkan lemak jenuh dalam susu hewani.

Dalam pengembangan keju nabati, salah satu tantangan utama adalah mencari sumber lemak alternatif yang mampu meniru peran lemak susu. CPO dapat dimanfaatkan sebagai kandidat potensial karena selain ketersediaannya melimpah di Indonesia, komposisi asam lemak di dalamnya mampu menunjang pembentukan tekstur dan kestabilan keju nabati. Dengan demikian, pemanfaatan CPO tidak hanya meningkatkan kualitas keju nabati, tetapi juga berkontribusi dalam diversifikasi produk turunan kelapa sawit bernilai tinggi [12].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan CPO sebagai pengganti lemak susu dalam formulasi keju nabati berbahan dasar kacang tanah. Harapannya, kombinasi kedua bahan ini dapat menghasilkan keju nabati dengan karakteristik fisik, tekstur, cita rasa, serta stabilitas yang lebih baik, sekaligus memenuhi standar mutu pangan yang ditetapkan, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) 2980:2018 tentang keju olahan.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada pembuatan keju nabati yaitu CPO, susu kacang tanah, bakteri asam laktat (*Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Lactis*), asam phosphate (H_3PO_4) 85% food grade, hidrogen klorida (HCl) food grade, dan garam. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu aquadest, NaOH, dan HCL. Peralatan yang digunakan yaitu blender, hotplate stirrer, gelas kimia, panci, saringan, refluks leher tiga, corong pisah, gelas ukur, thermometer, labu ukur, dan alat sentrifugasi.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan prosedur, yaitu:

1. Proses Degumming

Degumming merupakan tahap awal dalam proses pemurnian CPO yang bertujuan untuk menghilangkan komponen non-trigliserida, terutama senyawa gum yang terdiri dari fosfatida (fosfolipid), protein, logam berat, serta berbagai zat pengotor lain yang bersifat larut dalam air. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut dapat menurunkan kualitas minyak, baik dari segi kestabilan penyimpanan maupun karakteristik organoleptiknya. Oleh karena itu, degumming menjadi langkah penting sebelum minyak melalui tahapan pemurnian berikutnya.

Metode yang umum digunakan dalam proses ini adalah degumming asidik, yaitu dengan menambahkan larutan asam fosfat (H_3PO_4) pada konsentrasi tertentu ke dalam CPO. Penambahan asam ini berfungsi untuk mengikat fosfatida dan pengotor lain sehingga membentuk endapan yang lebih mudah dipisahkan dari fase minyak. Setelah itu, endapan dapat dihilangkan melalui proses pengendapan atau sentrifugasi. Dengan demikian, minyak sawit yang telah melalui tahap degumming akan memiliki kualitas lebih baik, warna lebih jernih, serta lebih siap diproses ke tahap selanjutnya.

2. Proses Hidrolisis Asam Lemak CPO

Proses hidrolisis bertujuan untuk memecah molekul trigliserida yang merupakan komponen utama dalam CPO. Trigliserida sendiri merupakan molekul lemak yang tersusun atas satu molekul gliserol yang

terikat pada tiga gugus asam lemak. Melalui proses hidrolisis, ikatan ester antara gliserol dan asam lemak tersebut diputuskan, sehingga menghasilkan gliserol bebas dan asam lemak bebas.

3. Pembuatan Susu Kacang Tanah

Susu kacang tanah merupakan salah satu minuman nabati yang dapat dijadikan alternatif pengganti susu hewani karena memiliki kandungan protein, lemak tak jenuh, serta serat yang cukup tinggi. Produk ini dihasilkan melalui serangkaian tahapan sederhana yang melibatkan pengolahan kacang tanah hingga diperoleh cairan dengan tekstur lembut dan cita rasa khas. Pemanasan dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan kualitas produk, sekaligus memperpanjang umur simpannya. Dengan formulasi yang tepat, susu kacang tanah tidak hanya mampu memberikan nilai gizi yang sebanding dengan susu sapi, tetapi juga menawarkan manfaat kesehatan yang lebih baik berkat kandungan lemak tak jenuh tunggalnya.

4. Proses Pembuatan Keju Nabati

Keju nabati yang diformulasikan dari susu kacang tanah dengan penambahan asam lemak CPO diperoleh melalui mekanisme penggumpalan protein nabati. Pada tahap awal, susu kacang tanah digunakan sebagai bahan dasar utama yang berperan sebagai sumber protein, kemudian dikombinasikan dengan CPO sebagai sumber lemak nabati. Rasio formulasi antara susu kacang tanah dan CPO divariasikan pada perbandingan 90:10, 85:15, dan 80:20% (v/v) untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi lemak terhadap kualitas keju yang dihasilkan.

Untuk memicu proses fermentasi dan penggumpalan, ditambahkan inokulum starter dengan konsentrasi 15% (v/v), yang berfungsi memfermentasi laktosa nabati sekaligus menghasilkan enzim koagulan. Selain itu, penambahan garam sebesar 2% (v/v) tidak hanya bertujuan meningkatkan cita rasa, tetapi juga membantu mengontrol pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Setelah semua bahan tercampur homogen, campuran kemudian diinkubasi pada suhu rendah sekitar 3–4 °C selama interval waktu yang berbeda, yaitu 6, 12, dan 24 jam, untuk mengamati perkembangan tekstur dan tingkat kekompakan gumpalan (*curd*) yang terbentuk.

Curd hasil inkubasi kemudian dipisahkan dari fase cair (*whey*) dengan cara penyaringan menggunakan kain saring halus. Proses penyaringan ini penting untuk memastikan hanya padatan protein yang menggumpal yang tersisa sebagai bahan dasar keju. Setelah penyaringan, *curd* yang diperoleh ditempatkan dalam wadah kedap udara untuk menjaga higienitas dan mencegah kontaminasi mikroba. Selanjutnya, produk disimpan kembali dalam lemari pendingin hingga mencapai tekstur yang stabil.

5. Uji Karakteristik Kimia

Analisis mutu pada produk keju nabati berbasis susu kacang tanah dengan penambahan asam lemak CPO dilakukan melalui serangkaian pengujian kimia dan fisik untuk menilai kualitas serta kelayakan produk. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, nilai pH, dan kadar protein.

Kadar air

Pengujian kadar air dilakukan menggunakan metode oven pengering, yaitu dengan cara memanaskan sampel pada suhu 105°C hingga beratnya konstan. Hasil pengukuran ini memberikan informasi mengenai tingkat kelembapan keju, yang sangat berpengaruh terhadap tekstur, masa simpan, serta stabilitas produk.

Kadar abu

kadar abu dianalisis dengan metode gravimetri. Proses ini dilakukan dengan cara membakar sampel pada suhu tinggi hingga seluruh komponen organiknya terurai, sehingga tersisa mineral anorganik dalam bentuk abu. Nilai kadar abu menjadi indikator kandungan mineral dan kemurnian produk.

Kadar pH

Analisis pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman keju nabati. Parameter ini penting karena pH berpengaruh terhadap cita rasa, tekstur, serta aktivitas mikroba dalam produk.

Kadar protein

kadar protein ditentukan dengan metode Kjeldahl, yang mengukur total kandungan nitrogen dalam sampel. Nilai nitrogen tersebut kemudian dikonversi menjadi kadar protein. Informasi ini sangat penting karena protein berperan utama dalam pembentukan struktur *curd* serta menentukan kualitas gizi dari keju vegan yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian mengenai pembuatan keju nabati dari kacang tanah sebagai pengganti susu hewani dengan pemanfaatan asam lemak CPO sebagai substitusi lemak susu. Dalam proses ini, digunakan bahan dasar susu kacang tanah dan asam lemak CPO dengan perbandingan 90:10; 85:15; dan 80:20 dengan variasi waktu inkubasi selama fermentasi, yaitu 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Uji yang dilakukan pada keju nabati yang diperoleh mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu pengujian pH, kadar air, kadar abu, dan protein. Diperoleh hasil keju nabati yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Keju Nabati Berbasis Kacang Tanah dan CPO

Setelah dilakukan proses inkubasi keju nabati dan membentuk gumpalan keju (*curd*), kemudian *curd* yang dipisahkan dari *whey* dianalisa kadar air dengan metode oven pengering, kadar abu dengan metode furnace bersuhu tinggi, kadar pH dengan bantuan pH meter atau kertas pH, dan kadar protein dengan metode Kjeldahl. Hasil analisa dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Analisa Keju Nabati

| Sampel | Variabel | | Waktu inkubasi (jam) | Kadar Air (%) | Kadar Abu (%) | pH | %N (%) | %Protein (%) |
|--------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|----|--------|--------------|
| | Formulasi | | | | | | | |
| | Susu Kacang Tanah (%) | Asam Lemak CPO (%) | | | | | | |
| A1 | | | 6 | 65,69 | 0,78 | 5 | 2,10 | 13,13 |
| A2 | 90 | 10 | 12 | 62,52 | 0,88 | 5 | 2,14 | 13,39 |
| A3 | | | 24 | 55,75 | 0,95 | 5 | 2,14 | 14,03 |
| B1 | | | 6 | 59,81 | 0,68 | 5 | 2,05 | 12,81 |
| B2 | 85 | 15 | 12 | 52,06 | 0,72 | 5 | 2,09 | 13,07 |
| B3 | | | 24 | 47,02 | 0,82 | 5 | 2,16 | 13,53 |
| C1 | | | 6 | 53,94 | 0,56 | 5 | 2,00 | 12,50 |
| C2 | 80 | 20 | 12 | 41,59 | 0,74 | 5 | 2,04 | 12,75 |
| C3 | | | 24 | 38,29 | 0,79 | 5 | 2,09 | 13,04 |

Analisa Kadar Air

Analisis kadar air pada keju nabati berbasis susu kacang tanah dengan penambahan asam lemak CPO dilakukan untuk menilai mutu dan kestabilan produk. Kadar air merupakan parameter penting karena berpengaruh terhadap tekstur, ketahanan simpan, dan stabilitas mikrobiologis [5]. Susu kacang tanah berperan sebagai sumber protein nabati, sedangkan CPO menggantikan lemak hewani dalam membentuk struktur khas keju. Pengujian dilakukan menggunakan metode oven pada suhu 105 °C hingga massa konstan, di mana selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan mencerminkan jumlah air yang menguap.



Gambar 2. Residu sampel keju nabati setelah proses pengujian kadar air dengan metode oven

Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi CPO dalam formulasi dan semakin lama waktu inkubasi, kadar air keju nabati cenderung menurun. Hal ini berkaitan dengan sifat hidrofobik asam lemak dalam CPO, terutama asam palmitat dan oleat, yang membentuk emulsi stabil dalam matriks protein. Kondisi tersebut mengurangi kemampuan protein kacang tanah dalam mengikat air, sehingga kadar air bebas berkurang. Temuan ini konsisten dengan penelitian Abubakar dan Usmiati [13], yang melaporkan bahwa penggunaan minyak nabati sebagai pengganti lemak susu mampu menurunkan kadar air keju nabati akibat terbentuknya struktur *curd* yang lebih padat.

Penurunan kadar air juga diperkuat oleh studi Nurhasanah dkk. [14], yang menemukan bahwa formulasi susu kedelai dengan penambahan CPO menghasilkan produk lebih stabil secara fisik dan memiliki kadar air lebih rendah. Menurut penelitian tersebut, lemak berperan dalam mendorong pemisahan fase air pada produk fermentasi sehingga tekstur menjadi lebih kompak. Dengan demikian, penambahan CPO tidak hanya berfungsi sebagai substitusi lemak susu, tetapi juga meningkatkan kestabilan fisik keju nabati.

Jika dibandingkan dengan standar SNI 2980:2018 tentang keju olahan, kadar air maksimum yang diperbolehkan adalah 45% [15]. Pada penelitian ini, formula dengan rasio susu kacang tanah : asam lemak CPO sebesar 80:20 memiliki kadar air terendah (53–38%) dengan nilai SNI kadar air sebesar 45% sehingga sebagian besar memenuhi standar tersebut. Sebaliknya, formula dengan rasio 90:10 justru menghasilkan kadar air yang cukup tinggi, bahkan mencapai lebih dari 60%, sehingga menghasilkan tekstur lebih lembek dan kurang stabil.

Durasi inkubasi turut memengaruhi hasil, di mana perpanjangan waktu inkubasi dari 6 hingga 24 jam menyebabkan kadar air menurun pada seluruh formula. Proses ini disebabkan aktivitas fermentatif bakteri asam laktat (BAL) yang memecah protein dan karbohidrat kompleks menjadi senyawa sederhana, sehingga *curd* yang terbentuk lebih padat dan mampu menahan air lebih baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Puspawati dan Sugitha [5], yang melaporkan bahwa fermentasi oleh BAL pada keju kedelai menurunkan kadar air serta menghasilkan struktur *curd* yang lebih kompak.

Analisa Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada keju nabati berbasis susu kacang tanah dan asam lemak CPO merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas kimiawi produk pangan. Kadar abu mengacu pada residu anorganik yang tersisa setelah semua komponen organik terbakar habis pada suhu tinggi. Penentuan kadar abu memberikan gambaran mengenai kandungan mineral alami maupun mineral tambahan yang terdapat dalam produk, sehingga dapat digunakan untuk menilai aspek nutrisi, kemurnian bahan baku, hingga potensi kontaminasi logam berat pada produk keju nabati.

Susu kacang tanah sebagai bahan dasar utama diketahui mengandung sejumlah mineral penting, seperti kalsium, fosfor, magnesium, dan kalium, yang berperan dalam menjaga nilai gizi produk serta ketahanan struktur protein selama proses fermentasi. Sebaliknya, CPO yang berfungsi sebagai sumber lemak dalam formulasi keju nabati cenderung rendah mineral karena sifatnya yang dominan lipid. Namun, dalam beberapa kasus, minyak sawit yang tidak dimurnikan sepenuhnya masih dapat mengandung mineral dalam jumlah kecil seperti natrium atau zat besi, meskipun kontribusinya relatif rendah terhadap total kadar abu [13]. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah pembakaran kering (*dry ashing*), yaitu dengan memanaskan sampel dalam tanur pada suhu 550–600°C hingga seluruh bahan organik menguap. Residu padat yang tertinggal kemudian ditimbang untuk menentukan kadar abu dalam bentuk persentase terhadap massa awal sampel.



Gambar 3. Residu sampel keju nabati setelah proses pengujian kadar abu dengan metode *furnace*

Berdasarkan hasil penelitian, kadar abu keju nabati berkisar antara 0,56% hingga 0,95%. Formula dengan dominasi susu kacang tanah (rasio 90:10, A3) setelah 24 jam inkubasi menghasilkan kadar abu tertinggi sebesar 0,95%, sedangkan kadar abu terendah tercatat pada formula dengan proporsi CPO lebih besar (rasio 80:20, C1) setelah 6 jam inkubasi, yaitu 0,56%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar proporsi susu kacang tanah dalam formula, maka semakin tinggi pula kadar abu, sejalan dengan kandungan mineral yang lebih melimpah pada bahan tersebut. Sebaliknya, peningkatan proporsi CPO menyebabkan dilusi mineral sehingga kadar abu menurun [16].

Jika dibandingkan dengan SNI 2980:2018 tentang keju olahan, batas maksimal kadar abu yang diperbolehkan adalah 5,5%. Seluruh sampel keju nabati dalam penelitian ini memiliki kadar abu jauh di

bawah batas tersebut, menandakan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya aman dikonsumsi tetapi juga menunjukkan kemurnian bahan yang baik. Temuan ini didukung oleh penelitian Abubakar dan Usmiati [13], yang melaporkan bahwa penggunaan minyak nabati sebagai pengganti lemak susu tidak memberikan dampak signifikan terhadap kadar abu keju nabati. Dengan demikian, penambahan CPO sebagai sumber lemak alternatif terbukti tidak menurunkan kualitas mineral produk, sekaligus menjaga stabilitas mutu kimiawi keju nabati yang dihasilkan.

Analisa Kadar pH

Pengukuran pH pada keju nabati berbasis susu kacang tanah merupakan indikator penting untuk menilai tingkat keasaman, kestabilan sistem emulsi, serta potensi ketahanan produk selama penyimpanan. Proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat menghasilkan asam organik, terutama asam laktat, yang berperan menurunkan pH. Penurunan ini memicu denaturasi dan koagulasi protein nabati, sehingga terbentuk *curd* dengan tekstur padat dan lebih stabil [15].



Gambar 4. Pembacaan Nilai pH dengan Kertas Indikator pH

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH keju nabati berada pada kisaran ± 5 . Nilai ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa koagulasi susu nabati, termasuk susu kacang tanah, berlangsung optimal pada pH 4,5–5,5 [14]. Rentang tersebut memungkinkan pembentukan *curd* dengan struktur yang kompak dan tekstur yang sesuai, sekaligus mendukung mutu fisik dan sensorik produk akhir. Kondisi ini juga mengindikasikan bahwa proses fermentasi berlangsung dengan baik tanpa adanya penyimpangan signifikan pada sistem asam-basa.

Penambahan asam lemak CPO ke dalam formulasi tidak menyebabkan fluktuasi besar terhadap pH sampel. Hal ini menunjukkan bahwa CPO tidak mengganggu jalannya fermentasi, melainkan dapat mendukung kestabilan sistem emulsi protein-air-lemak [13]. Sifat hidrofobik CPO membantu menyeimbangkan distribusi molekul polar dan non-polar dalam sistem, sehingga produk keju tetap stabil. Emulsi dalam keju nabati sangat dipengaruhi oleh pH; apabila pH terlalu tinggi *curd* cenderung lembek, sedangkan pH yang terlalu rendah menyebabkan tekstur terlalu keras dan cita rasa yang asam.

Dengan demikian, pH pada semua formula yang diuji berada dalam kondisi ideal untuk proses fermentasi dan koagulasi susu kacang tanah. Temuan ini memperlihatkan bahwa variasi rasio CPO tidak berdampak signifikan terhadap kestabilan pH, sehingga penggunaannya dapat diterapkan sebagai alternatif lemak dalam keju nabati tanpa menurunkan kualitas kimia maupun tekstur produk. Kondisi ini semakin memperkuat potensi CPO dalam aplikasi pangan fungsional yang berbasis protein nabati.

Analisa Kadar Protein

Pengujian kadar protein pada keju nabati berbasis susu kacang tanah dengan penambahan asam lemak dari CPO merupakan parameter penting untuk menilai mutu gizi dan kualitas akhir produk. Protein berperan sebagai komponen utama dalam proses koagulasi serta pembentukan struktur *curd*, yang secara langsung memengaruhi tekstur, cita rasa, dan daya simpan produk keju. Oleh karena itu, pemantauan kadar protein tidak hanya memastikan kelayakan sensorik, tetapi juga relevan dalam menjamin bahwa produk keju nabati dapat memenuhi standar nutrisi yang diharapkan [15].

Berdasarkan hasil pengamatan, kadar protein keju nabati menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan lamanya inkubasi. Formula dengan rasio susu kacang tanah : CPO sebesar 90:10 (A1-A3) menghasilkan kadar protein tertinggi, yakni 14,03% pada inkubasi 24 jam. Sebaliknya, formula dengan rasio 80:20 (C1-C3) menunjukkan kadar protein terendah, berkisar antara 12,50% hingga 13,04%. Variasi

ini menegaskan bahwa komposisi bahan baku serta waktu fermentasi memiliki pengaruh nyata terhadap kandungan protein yang dihasilkan [14].

Proses peningkatan kadar protein ini dapat dijelaskan melalui mekanisme fermentasi aktif oleh bakteri asam laktat. Menurut Puspawati & Sugitha [15], fermentasi menyebabkan terjadinya proteolisis, yaitu pemecahan protein kompleks menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana. Semakin lama waktu inkubasi, semakin tinggi derajat hidrolisis protein, sehingga lebih banyak komponen protein larut yang terdeteksi dalam analisis. Hal ini menjelaskan kecenderungan kenaikan kadar protein terukur pada formula dengan waktu fermentasi yang lebih panjang.

Susu kacang tanah sebagai bahan utama mengandung protein cukup tinggi, sehingga formula dengan proporsi susu lebih besar (misalnya 90:10) memiliki kadar protein lebih tinggi dibandingkan formula dengan kandungan CPO lebih besar. Penambahan CPO dalam jumlah dominan menyebabkan terjadinya dilusi protein, karena CPO hampir tidak mengandung protein dan hanya berfungsi sebagai sumber lemak [13]. Kondisi ini sesuai dengan temuan Nurhasanah dkk. yang menjelaskan bahwa peningkatan fraksi lemak dalam formula akan mengurangi konsentrasi relatif protein dalam sistem keju nabati.

Jika dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 2980:2018), kadar protein minimum pada keju olahan adalah 19,5%. Hasil tertinggi penelitian ini (14,03%) memang belum mencapai standar tersebut, namun sudah menunjukkan potensi besar susu kacang tanah sebagai sumber protein untuk produk keju nabati. Abubakar & Usmiati [13] juga menegaskan bahwa kandungan protein sangat menentukan kekompakan dan elastisitas *curd*; formula dengan kadar protein lebih tinggi cenderung membentuk struktur yang lebih padat dan bergizi, sedangkan formula rendah protein menghasilkan *curd* yang lembek dan kurang stabil. Dengan demikian, optimasi konsentrasi protein awal atau penerapan teknik fermentasi yang lebih efisien masih diperlukan agar produk mendekati standar mutu keju olahan yang berlaku.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi susu kacang tanah dan CPO mampu menghasilkan keju nabati dengan karakteristik fisik dan kimia yang sesuai. Penambahan CPO dan lama inkubasi terbukti menurunkan kadar air sehingga *curd* menjadi lebih padat, sedangkan kadar abu berkisar 0,56–0,95% dan masih jauh di bawah batas maksimum SNI 2980:2018 (5,5%). Nilai pH stabil pada kisaran ± 5 yang merupakan rentang ideal koagulasi, sehingga fermentasi berlangsung optimal dan produk tetap terjaga kestabilannya.

Kadar protein tertinggi tercatat 14,03% pada rasio 90:10 dengan inkubasi 24 jam, meskipun belum memenuhi standar SNI (19,5%). Hal ini menunjukkan bahwa susu kacang tanah berpotensi sebagai sumber protein, namun memerlukan optimasi lanjutan agar mutu gizinya meningkat. Secara keseluruhan, penggunaan CPO sebagai substitusi lemak susu tidak hanya meningkatkan kestabilan fisik keju nabati, tetapi juga memperluas diversifikasi pemanfaatan CPO menjadi produk pangan bernilai tambah.

5. Singkatan

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| CPO | <i>Crude Palm Oil</i> |
| HCl | Hidrogen klorida |
| H ₃ PO ₄ | Asam phosphate |
| NaOH | Natrium Hidroksida |

6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), "Produksi kelapa sawit menurut provinsi," 2024.
- [2] V. Nurmalita and P. A. Wibowo, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor minyak kelapa sawit Indonesia ke India," *Economic Education Analysis Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 605–619, 2019, doi: 10.15294/eeaj.v8i2.31492.
- [3] Z. Hastuti, H. P. Dwi, and R. Erlan, "Pemanfaatan CPO Asam Lemak Bebas Tinggi Sebagai Bahan Bakar," *Jurnal Energi dan Lingkungan*, vol. 11, no. 1, pp. 61–66, 2015.
- [4] M. R. Harahap, A. A. Agustania, and S. Agustiar, "Analisis kadar air dan minyak dalam sampel press fibre dan kadar asam lemak pada CPO (Crude Palm Oil) di PMKS PT. X," *AMINA*, vol. 2, no. 3, 2020.
- [5] H. Heryani, "Penentuan kualitas degummed bleached palm oil (DBPO) dan refined bleached deodorized palm oil (RBDPO) dengan pemberian bleaching earth pada skala industri," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 29, no. 1, pp. 11–18, 2019, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.1.11.

- [6] N. Sofiana, A. Permadi, N. S. Sembiring, and E. Sulistiawati, "Review: Asam linoleat sebagai bahan baku pada formulasi kosmetik," in Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi (SEMNASINTEK), Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Nov. 27, 2024.
- [7] R. U. A. Nursiwi, "Fermentasi Whey Limbah Keju Untuk Produksi Kefiran oleh Kefir Grains," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 8, 2015.
- [8] K. Syamsu and K. Elshahida, "Pembuatan keju nabati dari kedelai menggunakan bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 28, no. 2, pp. 154–161, 2018, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.154
- [9] E. C. Short, A. J. Kinchla, and A. A. Nolden, "Plant-based cheeses: A systematic review of sensory evaluation studies and strategies to increase consumer acceptance," *Foods*, vol. 10, no. 4, p. 725, 2021, doi: 10.3390/foods10040725. PMID: 33808105; PMCID: PMC8066998.
- [10] Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, *Komposisi Kimia Kacang Tanah*. Jakarta: Depkes RI, 2015.
- [11] E. L. Beckett, T. Cassettari, C. Starck, and F. Fayet-Moore, "Susu sapi: Ada alternatif tapi tidak ada padanannya," *Ilmu Pangan & Gizi*, vol. 12, pp. 8470–8482, 2024, doi: 10.1002/fsn3.4301.
- [12] *Standar Nasional Indonesia (SNI) 2980:2018, Keju Olahan*, BSN, 2018.
- [13] Y. Abubakar and S. Usmiati, "Pengaruh substitusi lemak susu dengan minyak jagung terhadap mutu keju putih rendah lemak," *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*, vol. 18, no. 2, pp. 77–84, 2016.
- [14] L. Nurhasanah, R. A. Nugroho, and Y. Widyastuti, "Formulasi keju vegan berbasis susu kedelai dan minyak kelapa sawit," *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, vol. 31, no. 2, pp. 135–144, 2020.
- [15] N. M. D. Puspawati and I. M. Sugitha, "Pengaruh Perlakuan 3 Jenis Bakteri Asam Laktat dan Kombinasinya terhadap Karakteristik Keju Kedelai," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (JITEPA)*, vol. 9, no. 2, pp. 141–150, 2020.
- [16] C. Ardelia, T. Pantjajani, and F. Irawati, "Pembuatan keju lunak kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus acidophilus*," *CALYPTRA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, vol. 9, no. 1, 2020.