

Substitusi Lemak dari *Crude Palm Oil* dalam Pembuatan Keju Vegan Susu Kedelai dengan Fermentasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis*

Nadya Septiani, Martha Aznury*, Linda Ekawati

Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

*Koresponden email: martha_aznury@polsri.ac.id

Diterima: 1 September 2025

Disetujui: 5 September 2025

Abstract

Indonesia is one of the world's largest producers of palm oil. However, most palm oil products are still limited to crude form and are exported without further processing. Therefore, it is essential to encourage public interest in the downstream processing of Crude Palm Oil (CPO) to increase its added value and optimize its contribution to the national economy. One potential application of CPO in the food industry is as a substitute for natural oils and fats, such as milk fat, in the production of vegan cheese. The research method employed several stages: the degumming of CPO, the hydrolysis of CPO fatty acids, and the production of vegan cheese from soy milk with the addition of CPO fatty acids. The soy milk to CPO fatty acid ratios used were 9:1, 8:2, and 7:3. The fermentation process involved inoculation with Lactic Acid Bacteria (LAB), *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus lactis* at a concentration of 15%, with incubation periods of 6, 12, and 18 hours. The results showed that CPO fatty acids can effectively replace milk fat in the production of soy milk-based vegan cheese. The resulting product exhibited the following characteristics: moisture content from 23,16 – 36,28%, ash content from 0,44 – 0,94%, protein content from 10,03 - 17,87%, and a stable pH of 5, all of which meet the requirements of the Indonesian National Standard (SNI) for processed cheese.

Keywords: *vegan cheese, crude palm oil, milk fat substitute, soybean, soy milk*

Abstrak

Indonesia merupakan negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Namun, sebagian besar dari produk kelapa sawit masih sering diekspor tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk meningkatkan minat masyarakat dalam proses hilirisasi atau pengolahan turunan dari *Crude Palm Oil* (CPO) agar dapat memberikan nilai tambah bagi industri kelapa sawit dalam negeri serta meningkatkan kontribusinya terhadap perekonomian Indonesia secara lebih optimal. Salah satunya pemanfaatan CPO dalam industri pangan dapat dipakai sebagai pengganti minyak/lemak alami seperti, lemak susu (*milk fat*) dalam proses pembuatan keju vegan. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari proses *degumming* CPO, hidrolisis asam lemak CPO, setelah itu proses pembuatan keju vegan dari susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO dengan variasi antara susu kedelai dan asam lemak CPO yaitu 9:1, 8:2, dan 7:3. Dengan penambahan inokulum Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis* sebanyak 15% dengan perbedaan waktu inkubasi selama 6, 12, dan 18 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asam lemak CPO bisa digunakan sebagai pengganti lemak susu dalam pembuatan keju vegan susu kedelai dengan karakteristik sebagai berikut kadar air yaitu, 23,16 – 36,28%, kadar abu yaitu, 0,44 – 0,94%, kadar protein yaitu, 10,03 - 17,87% dan memiliki pH konstan yaitu 5 telah sesuai dengan SNI keju olahan.

Kata Kunci: *keju vegan, minyak kelapa sawit, substitusi lemak susu, kacang kedelai, susu kedelai*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada wilayah Sumatera Selatan terdapat sebanyak 4.019,0 juta ton/tahun pada tahun 2022 dan mengalami kenaikan pada tahun 2023 menjadi sebanyak 4.119,2 juta ton/tahun, sehingga kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia [1].

Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, hasil kelapa sawit seperti *Crude Palm Oil* (CPO) masih sering diekspor tanpa adanya pengolahan lebih lanjut. Padahal luasnya wilayah Indonesia menjadi keuntungan tersendiri untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit dalam skala yang besar. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan minat masyarakat terhadap proses hilirisasi atau pengolahan

turunan dari CPO, sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi industri kelapa sawit di dalam negeri serta meningkatkan kontribusinya terhadap perekonomian Indonesia secara lebih optimal. Adapun pengolahan turunan dari CPO di Indonesia pada tahun 2023, meliputi 45,9% produk biodiesel, 44,4% produk pangan, 9,8% produk oleokimia dan 2,0% other [2].

CPO memiliki kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang seimbang. Asam lemak jenuh yang terkandung didalam CPO terdiri dari 44% asam palmitat, 5% asam stearat, dan sejumlah kecil asam miristat. Sedangkan, kandungan asam lemak tidak jenuh yang terkandung didalam CPO mencakup 40% asam lemak tidak jenuh tunggal, yaitu asam oleat, serta 10% asam lemak tidak jenuh ganda, yang terdiri dari asam linoleat dan linolenat [3]. Standar mutu CPO menurut SNI 2901-2021 mencakup beberapa parameter penting, meliputi kadar asam lemak bebas (ALB) 5%, sedangkan kadar air dan kotoran yang terkandung masing-masing 0,25% [4].

CPO sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri pangan, seperti minyak goreng, margarin, *shortening*, *filling/cream*, *spread fat*, *filled milk*, *Cocoa Butter Alternatves* (CBE/CBS/CBR) dan berbagai produk emulsifier lainnya tetapi juga bisa dimanfaatkan sebagai pengganti lemak susu nabati dalam pembuatan keju vegan karena mengandung senyawa trigliserida yang merupakan komponen utama dari CPO [5].

Keju merupakan produk yang dihasilkan dari pengolahan susu hewani, yang dibuat dengan cara memisahkan komponen padat dari susu. Kandungan gizi yang terdapat pada keju lebih tinggi dibandingkan susu itu sendiri. Saat ini, produk olahan keju sudah semakin variatif termasuk adanya keju vegan yang terbuat dari susu kedelai telah banyak dikembangkan sebagai *alternative* pengganti keju hewani yang tersedia di pasaran [6].

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati. Jika dibandingkan dengan protein susu sapi, ia memiliki kandungan protein yang lebih tinggi. Kandungan protein pada susu sapi yaitu 3,2%, sedangkan susu kedelai mengandung protein lebih tinggi, yaitu 3,5% [7]. Dan menurut [8], bahwa kandungan protein pada susu kacang kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan susu nabati lainnya, dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel informasi kandungan gizi susu nabati

| Komponen | Susu nabati | | | |
|-------------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| | Susu almond | Susu gandum | Susu beras | Susu kedelai |
| Protein (g/L) | 8 | 13 | 1 | 35 |
| Lemak (g/L) | 22 | 8 | 9 | 20 |
| Karbohidrat (g/L) | 3 | 93 | 110 | 12 |

Sumber: Romero-Sánchez, dkk., 2024

Dengan kandungan protein yang tinggi dan lemak yang rendah, kedelai memiliki potensi besar sebagai bahan baku untuk pembuatan keju vegan [9]. Susu kedelai yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan keju vegan mengandung nutrisi yang hampir setara dengan susu hewani pada umumnya, namun lebih sehat karena bebas dari gluten, kolesterol, dan laktosa. Sehingga dapat dinikmati oleh konsumen yang memiliki intoleransi terhadap gluten dan laktosa [10].

Saat ini, makanan nabati semakin populer dikalangan masyarakat karena konsumen lebih memilih bahan-bahan nabati sebagai pengganti produk hewani. Tren ini dipicu oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan, keberlanjutan lingkungan, dan kesejahteraan hewan. Kemajuan teknologi pangan juga berperan penting dalam menciptakan produk nabati dengan rasa dan tekstur yang semakin menarik bagi konsumen. Selain itu, inovasi produk yang variatif juga menjadi alasan mengapa makanan berbasis nabati sangat digemari oleh konsumen salah satunya adalah keju vegan yang telah mendapatkan perhatian yang signifikan [11].

Menurut penelitian [9], Formulasi optimal dalam pembuatan keju vegan diperoleh dengan menggunakan susu kedelai segar sebagai bahan utama, ditambahkan inokulum sebanyak 15% serta perisa keju dengan konsentrasi 0,9% sebagai bahan tambahan pangan. Kombinasi ini mampu menghasilkan keju nabati dengan aroma yang menyerupai keju berbahan dasar susu hewani.

Dari hasil penelitian [12], Disebutkan bahwa sebanyak 63,75% responden menyukai karakteristik dari soy cheese. Produk ini memiliki warna putih kekuningan, dengan cita rasa yang hampir menyerupai keju konvensional, meskipun masih terdapat sedikit rasa khas kedelai. Teksturnya tergolong lembut dan agak lunak, yang kemungkinan disebabkan oleh rendahnya kandungan lemak dalam kedelai, sehingga struktur yang dihasilkan kurang padat atau tidak terlalu kompak.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi dari keju vegan dengan memanfaatkan asam lemak CPO sebagai pengganti lemak susu nabati dan susu kedelai sebagai sumber

protein dalam pembuatan keju vegan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2980:2018 tentang keju olahan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya selama 2 bulan dimulai dari bulan Mei- Juni 2025. Pada proses pembuatan keju vegan menggunakan variasi antara susu kedelai dan asam lemak CPO yaitu 9:1, 8:2, dan 7:3. Dengan penambahan inokulum Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis* sebanyak 15% dengan perbedaan waktu inkubasi selama 6, 12, dan 18 jam. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai penelitian ini.

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan keju vegan susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO yaitu minyak kelapa sawit, susu kedelai, Bakteri Asam Laktat (BAL), asam fosfat *food grade*, HCl *food grade*, dan garam. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu *aquadest*, NaOH, dan HCl. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan keju vegan susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO terdiri dari *hotplate stirrer*, refluks leher tiga, corong pisah, dan alat sentrifugasi. Alat yang digunakan untuk analisis yaitu oven, *furnace*, inkubator.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan prosedur, yaitu :

1. Proses *Degumming*

Tahap *degumming* merupakan langkah awal dalam rangkaian proses pemurnian *Crude Palm Oil* (CPO) yang berfungsi untuk menghilangkan senyawa *gum*, seperti fosfatida (fosfolipid), protein, logam berat, serta zat-zat pengotor lainnya yang bersifat larut air. Proses *degumming* dilakukan menggunakan metode asidik dengan penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dalam konsentrasi tertentu.

2. Proses Hidrolisis Asam Lemak CPO

Proses hidrolisis berfungsi untuk memisahkan antara asam lemak CPO dengan gliserol yang terkandung. Seperti yang diketahui bahwa CPO secara alami mengandung trigliserida, yaitu molekul lemak yang tersusun atas gliserol dan tiga gugus asam lemak. Untuk memperoleh asam lemak bebas, trigliserida perlu dipecah melalui proses hidrolisis.

3. Proses Pembuatan Keju Vegan

Keju vegan susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO dapat diperoleh melalui proses penggumpalan protein nabati dari bahan utama yaitu susu kedelai. Formulasi antara susu kedelai dan asam lemak CPO yang digunakan yaitu dengan variasi perlakuan 9:1, 8:2, dan 7:3% v/v. Dengan penambahan inokulum starter 15% v/v, garam 2% v/v, dan diinkubasi pada suhu 3-4°C selama 6, 12, dan 18 jam didalam lemari pendingin. Selanjutnya *curd* yang terbentuk akan disaring menggunakan kain saring, lalu ditempatkan diwadah yang kedap udara dan disimpan dilemari pendingin.

4. Uji Karakteristik Kimia

Analisa yang dilakukan pada produk keju vegan susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO meliputi analisa kadar air (metode oven), kadar abu (metode gravimetri), pH, dan kadar protein (metode kjeldahl).

3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan keju vegan berbasis susu kedelai merupakan salah satu pendekatan inovatif dalam pengembangan produk pangan *alternative* yang ramah lingkungan baik bagi individu dengan intoleransi laktosa, alergi protein hewani, maupun konsumen dengan pola makan berbasis nabati. Susu kedelai dipilih sebagai bahan dasar karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi serta memiliki kemampuan dalam membentuk *curd* sehingga menjadikannya cocok dalam pembuatan keju vegan. Namun tidak adanya kandungan lemak susu hewani dalam susu kedelai menyebabkan tekstur dan cita rasa keju vegan yang dihasilkan cenderung berbeda dari keju konvensional pada umumnya, sehingga penelitian ini bertujuan memanfaatkan asam lemak CPO sebagai pengganti lemak susu nabati dalam pembuatan keju vegan. Analisa yang produk keju vegan meliputi analisa kadar air, analisa kadar abu, pH, dan analisa kadar protein.

Hasil analisa kadar air dari produk keju vegan dari susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Air Keju Vegan dari Susu Kedelai dan Asam Lemak CPO

| Sampel | Formula | | | | Kadar Air (%) |
|--------|---|---------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| | Susu Kedelai : Asam Lemak CPO (%) | Inokulum BAL (%) | Garam (%) | Waktu Inkubasi (Jam) | |
| F1 | | | | 6 | 33,34 |
| F2 | 9 : 1 | 15 | 2 | 12 | 35,79 |
| F3 | | | | 18 | 36,28 |
| F4 | | | | 6 | 25,29 |
| F5 | 8 : 2 | 15 | 2 | 12 | 27,95 |
| F6 | | | | 18 | 29,74 |
| F7 | | | | 6 | 23,16 |
| F8 | 7 : 3 | 15 | 2 | 12 | 24,98 |
| F9 | | | | 18 | 24,90 |

Untuk hasil analisa kadar abu pada produk keju vegan dari susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Hasil Analisa Kadar Abu Keju Vegan dari Susu Kedelai dan Asam Lemak CPO

| Sampel | Formula | | | | Kadar Abu (%) |
|--------|--|---------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| | Susu Kedelai: Asam Lemak CPO (%) | Inokulum BAL (%) | Garam (%) | Waktu Inkubasi (Jam) | |
| F1 | | | | 6 | 0,86 |
| F2 | 9 : 1 | 15 | 2 | 12 | 0,91 |
| F3 | | | | 18 | 0,94 |
| F4 | | | | 6 | 0,63 |
| F5 | 8 : 2 | 15 | 2 | 12 | 0,78 |
| F6 | | | | 18 | 0,89 |
| F7 | | | | 6 | 0,44 |
| F8 | 7 : 3 | 15 | 2 | 12 | 0,46 |
| F9 | | | | 18 | 0,53 |

Adapun untuk analisa kadar protein pada produk keju vegan dari susu kedelai dengan penambahan asam lemak CPO dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Hasil Analisa Kadar Protein Keju Vegan dari Susu Kedelai dan Asam Lemak CPO

| Sampel | Formula | | | | Kadar Protein (%) |
|--------|--|---------------------|-----------|-------------------------|----------------------|
| | Susu Kedelai: Asam Lemak CPO (%) | Inokulum BAL (%) | Garam (%) | Waktu Inkubasi (Jam) | |
| F1 | | | | 6 | 15,00 |
| F2 | 9 : 1 | 15 | 2 | 12 | 15,14 |
| F3 | | | | 18 | 17,87 |
| F4 | | | | 6 | 12,95 |
| F5 | 8 : 2 | 15 | 2 | 12 | 13,22 |
| F6 | | | | 18 | 13,30 |
| F7 | | | | 6 | 10,03 |
| F8 | 7 : 3 | 15 | 2 | 12 | 10,09 |
| F9 | | | | 18 | 11,08 |

3.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air pada produk keju vegan berbahan dasar susu kedelai dengan pemanfaatan asam lemak dari CPO sebagai pengganti lemak susu bertujuan untuk menilai kualitas dan kestabilan produk akhir. Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi struktur tekstur, daya simpan, serta stabilitas mikrobiologis pada keju vegan. Untuk mengukur kadar air, metode yang digunakan adalah metode pengeringan menggunakan oven (AOAC, 1995).

Analisis kadar air pertama dimulai dengan mengoven sampel pada suhu 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang berat sebelum dan setelah proses

pengeringan hingga beratnya tidak berubah (massa konstan). Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan digunakan untuk menghitung kadar air total, menggunakan rumus:

$$A = (\text{Berat OD-Berat cawan})/(\text{Berat sampel}) \times 100\% \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{Kadar air (\%)} = 100 - A \quad \dots\dots(2)$$

Hasil pengujian kadar air ini akan menunjukkan seberapa besar air yang tersisa dalam produk maka semakin tinggi kadar air, keju yang dihasilkan pun cenderung lebih lunak dan mudah rusak, sedangkan kadar air yang lebih rendah menunjukkan tekstur keju yang lebih padat dan memiliki umur simpan yang lebih lama. Penambahan asam lemak dari CPO biasanya membantu mengurangi kadar air karena kemampuannya dalam membentuk emulsi yang stabil serta menghambat pengikatan air oleh protein kedelai. Berdasarkan SNI 2980:2018 standar keju olahan kadar air yang terkandung maksimal yaitu, 45%. Produk keju vegan berbahan dasar susu kedelai dengan pemanfaatan asam lemak dari CPO sebagai pengganti lemak susu mengandung kadar air rata-rata tidak melebihi 45%. Dimana kadar air sampel yang diperoleh yaitu, 23,16 – 36,28%.

Produk dengan variasi 1:9 mengandung kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 3:7. Dikarenakan pada variasi 1:9 mengandung kadar susu kedelai yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak CPO sehingga produk yang dihasilkan akan mengandung kadar air yang lebih banyak. Selain itu waktu inkubasi juga berperan penting, bahwa semakin lama waktu inkubasi yang digunakan maka akan semakin besar kadar air yang terkandung dikarenakan semakin banyak pula jumlah *curd* yang akan terbentuk selama proses inkubasi berlangsung tetapi juga harus ditinjau apakah bakteri yang digunakan sebagai koagulan masih berperan atau tidak.

Keju dalam penelitian ini tidak mengalami proses pemeraman/pematangan sehingga tergolong *unripened cheese*, sehingga kadar air keju berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan [13]. Pengujian kadar air merupakan tahapan penting dalam pengendalian mutu keju vegan serta untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan telah sesuai dengan karakteristik keju olahan. Berdasarkan hasil dari sampel yang dianalisis, seluruhnya telah memenuhi batas kadar air yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 2980:2018 untuk keju olahan.

3.2 Pengujian Kadar Abu

Analisis kadar abu pada produk keju vegan bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah total mineral anorganik yang masih tersisa setelah seluruh komponen organik mengalami pembakaran sempurna pada suhu tinggi. Pengujian ini termasuk dalam analisis proksimat yang berperan penting dalam menentukan kandungan nutrisi, khususnya mineral, dalam suatu produk pangan. Kandungan abu mencerminkan keberadaan unsur-unsur mineral seperti kalsium, magnesium, fosfor, dan natrium, yang bersifat tahan terhadap panas dan tidak terurai selama proses pembakaran. Menurut [14] bahwa semakin tinggi kadar abu suatu bahan makanan menunjukkan bahwa kadar mineral suatu bahan semakin tinggi.

Dalam formulasi keju vegan, susu kedelai berperan sebagai sumber protein nabati dan juga mengandung sejumlah mineral seperti kalsium, fosfor, dan magnesium. Sementara itu, asam lemak dari CPO, meskipun lebih dominan sebagai sumber lipid, dapat membawa sedikit kandungan mineral tergantung pada tingkat kemurniannya. Pengujian kadar abu dilakukan dengan metode gravimetri, pada suhu 550–600°C hingga seluruh komponen organik habis dan hanya tersisa residu mineral. Sampel ditimbang sebelum dan sesudah proses pembakaran, lalu kadar abu dihitung berdasarkan persentase residu terhadap berat awal sampel.

Hasil dari uji ini memberikan informasi penting mengenai nilai gizi dan kemurnian bahan, serta dapat digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi logam berat atau mineral asing apabila kadar abu melebihi standar. Kadar abu tertinggi produk keju vegan yang dimiliki oleh sampel F3 sebesar 0,94% dan sampel dengan kadar abu terendah yaitu sampel F7 sebesar 0,44%. Untuk nilai kadar abu keju olahan menurut SNI maksimal 5,5%, maka sampel yang dihasilkan telah memenuhi SNI 2980:2018 yaitu Standar Keju Olahan. Nilai kadar abu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah juga dapat menunjukkan inkonsistensi dalam formulasi atau proses produksi, sehingga pengujian ini menjadi bagian penting dalam evaluasi mutu keju vegan.

3.3 Pengujian pH

Pengujian pH pada produk keju vegan merupakan salah satu langkah penting dalam evaluasi mutu dan kestabilan produk, karena pH berperan langsung dalam menentukan karakteristik kimia, fisik, dan

mikrobiologis dari produk akhir. Nilai pH yang dihasilkan mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu bahan, yang sangat berpengaruh terhadap tekstur, rasa, warna, dan daya simpan produk.

Dalam proses pembuatan keju vegan, khususnya yang menggunakan bahan dasar susu kedelai dan penambahan asam lemak dari CPO, perubahan pH bisa terjadi akibat aktivitas mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat, serta proses koagulasi protein. Oleh karena itu, pemantauan pH tidak hanya diperlukan untuk memastikan keberhasilan fermentasi, tetapi juga untuk menghindari pertumbuhan mikroba patogen atau pembusuk yang dapat berkembang pada rentang pH tertentu. Selain itu, nilai pH yang ideal juga membantu dalam pembentukan struktur keju yang padat dan kompak, serta mendukung kestabilan emulsi antara lemak dan protein dalam sistem pangan.

Nilai pH yang ideal untuk koagulasi susu kedelai biasanya berkisar antara 4,5 hingga 5,5, tergantung jenis koagulan yang digunakan. Nilai pH dibawah 4,5 akan menyebabkan aroma dan rasa asam pada keju vegan [9]. Nilai pH dari keju vegan susu kedelai dengan memanfaatkan asam lemak CPO memiliki pH konstan, yaitu 5 sesuai dengan rentan nilai pH keju vegan.

Nilai pH memiliki peranan yang sangat krusial dalam menentukan keberhasilan proses pembuatan keju vegan, khususnya dalam tahap koagulasi protein dan pembentukan tekstur produk akhir. Jika nilai pH terlalu tinggi atau berada di atas kisaran optimal, proses penggumpalan protein tidak akan berlangsung secara maksimal, sehingga menyebabkan koagulasi yang tidak sempurna. Akibatnya, struktur keju yang dihasilkan menjadi terlalu lunak atau lembek, dan sulit membentuk konsistensi padatan yang diharapkan. Sebaliknya, jika pH terlalu rendah atau terlalu asam, meskipun koagulasi dapat terjadi dengan cepat, kondisi ini justru dapat menimbulkan rasa yang terlalu tajam atau asam yang tidak diinginkan, serta menyebabkan struktur keju menjadi rapuh, mudah hancur, dan kurang elastis. Kedua kondisi ekstrem ini tentunya berdampak negatif terhadap kualitas mutu produk. Oleh karena itu, pengendalian pH dalam proses pembuatan keju vegan menjadi aspek yang sangat penting dan harus diawasi secara ketat. Nilai pH yang tepat tidak hanya memastikan bahwa proses koagulasi berjalan dengan efisien, tetapi juga dapat berkontribusi secara langsung terhadap mutu fisik, cita rasa, dan kestabilan produk akhir.

3.4 Pengujian Kadar Protein

Pengujian kadar protein pada produk keju vegan berfungsi untuk mengetahui sejauh mana kandungan nutrisi, khususnya protein, yang terdapat dalam produk akhir. Sebagai salah satu komponen utama dalam pangan, protein memegang peranan penting dalam pembentukan struktur, tekstur, serta nilai gizi dari keju vegan. Dalam produk keju konvensional, protein utama berasal dari kasein susu hewani, sedangkan pada keju vegan, sumber protein umumnya berasal dari bahan nabati seperti susu kedelai.

Oleh karena itu, pengukuran kadar protein menjadi indikator penting untuk mengevaluasi keberhasilan substitusi bahan hewani dengan bahan nabati, baik dari segi kandungan gizi maupun fungsionalitas teknologi pangan. Dengan mengetahui kadar protein yang terkandung dalam produk, produsen dapat menyesuaikan formulasi dan proses produksi untuk mencapai kualitas produk yang optimal serta memastikan bahwa keju vegan yang dihasilkan memiliki nilai gizi yang memadai dan dapat diterima oleh konsumen sebagai alternatif dari keju berbasis susu hewani.

Selain itu, kadar protein juga memengaruhi proses koagulasi dan pembentukan *curd*, yang berperan dalam menghasilkan tekstur keju yang padat dan elastis. Kadar protein yang terkoagulasi menjadi *curd* atau larut ke dalam *whey* biasanya dipengaruhi oleh jenis susu, pH serta jenis koagulan yang digunakan [13]. Kadar protein juga dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat yang mempercepat penguraian asam amino [15].

Kadar protein yang dihasilkan sampel F3 memiliki kadar protein sebesar 17,87% hampir mendekati kadar protein dari Standar Keju Olahan (SNI 2980:2018), yaitu min. 19,5%. Sebaliknya, sampel F7 merupakan sampel dengan kadar protein paling sedikit dikarenakan menggunakan variasi susu kedelai lebih sedikit dan asam lemak CPO lebih banyak, sehingga menghasilkan kadar protein yang lebih rendah disebabkan adanya dilusi oleh asam lemak CPO.

Seperti yang kita ketahui bahwa keju merupakan produk hasil dari denaturasi protein didalam susu, yang dimana semakin banyak kandungan susu kedelai (sumber protein utama) maka produk yang dihasilkan juga akan memiliki kadar protein yang semakin banyak karena protein pada susu akan terdenaturasi dengan sempurna sedangkan semakin rendah jumlah susu kedelai yang digunakan, maka kandungan protein dalam produk yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan konsentrasi protein ini disebabkan oleh adanya asam lemak dari CPO yang digunakan dalam proses pembuatannya.

4. Kesimpulan

Keju vegan yang dihasilkan dari memanfaatkan susu kedelai sebagai sumber protein dan asam lemak dari CPO sebagai sumber lemak, dengan formulasi optimum menggunakan perbandingan 9:1. Proses pembuatannya melibatkan penambahan inokulum starter berupa Bakteri Asam Laktat (BAL) sebanyak 15% (v/v) dan garam sebagai emulsifier sebanyak 2% (v/v), kemudian diinkubasi selama maksimal 18 jam pada suhu 2–4°C di dalam lemari pendingin.

Hasil produk keju vegan ini menunjukkan beberapa analisa, seperti kadar air, kadar abu, dan pH, yang telah memenuhi standar SNI 2980:2018 untuk keju olahan. Adapun nilai kadar air berkisar antara 23,16 – 36,28%, kadar abu antara 0,44 – 0,94%, dan pH konstan pada angka 5. Namun demikian, kadar protein yang dihasilkan masih berada di bawah standar, yaitu sebesar 10,03 - 17,87%, sedangkan standar SNI mensyaratkan kadar protein minimum sebesar 19,5%.

5. Daftar Singkatan

| | |
|--------------------|---------------------------|
| <i>CPO</i> | Crude Palm Oil |
| <i>CBE/CBS/CBR</i> | Cocoa Butter Alternatives |
| <i>BPS</i> | Badan Pusat Statistik |
| <i>BAL</i> | Bakteri Asam Laktat |

6. Referensi

- [1] S. I. BPS Indonesia, "Catalog : 1101001," *Stat. Indones.* 2023, vol. 1101001, hal. 790, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- [2] Gapki (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia), "Palm Oil Performance : Production Drops, Local Consumption Keeps Rising," 2024, Diakses pada 24 Januari 2025 dari <https://gapki.id/en/news/2023/10/28/palm-oil-performance-in-august-2023-production-drops-local-consumption-keeps-rising/>.
- [3] S. Sujadi, H. A. Hasibuan, H. Y. Rahmadi, dan A. R. Purba, "Komposisi Asam Lemak dan Bilangan IOD Minyak dari Sembilan Varietas Kelapa Sawit DxP," *J. Penelit. Kelapa Sawit*, vol. 24, no. 1, hal. 1–11, 2016, doi: 10.22302/iopri.jur.jpks.v24i1.1.
- [4] H. A. Hasibuan, "Kajian Mutu Dan Karakteristik Minyak Sawit Indonesia Serta Produk Fraksinasinya," *J. Stand.*, vol. 14, no. 1, hal. 13, 2012, doi: 10.31153/js.v14i1.51.
- [5] BPDPKS, "Produk Pangan Olahan Kelapa Sawit," 2024, Diakses pada 25 Januari 2025 dari <https://www.bpdp.or.id/Produk-Pangan-Olahan-Kelapa-Sawit>.
- [6] P. E. Remantari, "Inovasi rasa pada keju vegetarian: Innovation in vegetarian cheese," *J. Ilm. Pariwisata dan Bisnis*, vol. 1, no. 4, hal. 1030–1048, 2022.
- [7] M. Alveanita, "Susu Sapi Vs Susu Kedelai," 2016, [internet Tersedia pada : <http://www.pekalongankab.go.id/informasi/artikel/pertanian/8222-susu-sapi-vs-susu-kedelai.html>].
- [8] I. Romero-Sánchez, I. Alonso-Núñez, E. Gracia-Lor, dan Y. Madrid-Albarrán, "Analysis and evaluation of in vitro bioaccessibility of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in plant-based milks," *Food Chem.*, vol. 460, no. February, 2024, doi: 10.1016/j.foodchem.2024.140538.
- [9] K. Syamsu dan K. Elshahida, "Pembuatan Keju Nabati Dari Kedelai Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari Dadih," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 28, no. 2, hal. 154–161, 2018, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.154.
- [10] Ciptasari, Riska, dan Nurrahman, "Sifat Fisik, Sifat Organoleptik Dan Aktivitas Antioksidan Susu Bubuk Kedelai Hitam Berdasarkan Konsentrasi Tween 80," *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 10(1), 45–59, 2020, <https://doi.org/10.26714/jpg.10.1.2020.49-63>.
- [11] Z. Lyu, G. Sala, dan E. Scholten, "Melting properties of vegan cheese: Effect of emulsion and protein addition on the thermal behaviour of starch gels," *Food Hydrocoll.*, vol. 144, no. June, hal. 108917, 2023, doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108917.
- [12] A. Arsyi Anggraini dan T. Ardyati, "Pengaruh Kombinasi Starter Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Pembuatan Keju Kedelai (Soy Cheese)," *Biotropika - J. Trop. Biol.*, vol. 5, no. 3, hal. 83–85, 2017, doi: 10.21776/ub.biotropika.2017.005.03.4.

-
- [13] Puspawati, Ni Nyoman, and I. Made Sugitha. "Pengaruh perlakuan 3 jenis bakteri asam laktat dan kombinasinya terhadap karakteristik keju kedelai." *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)* 9.4 (2020): 412-425.
- [14] A. Abubakar, "Mutu Keju Putih Rendah Lemak Diproduksi Dengan Bahan Baku Susu Modifikasi," *Bul. Peternak.*, vol. 40, no. 2, hal. 144, 2016, doi: 10.21059/buletinpeternak.v40i2.9085.
- [15] D. T. Daulima, A. Andriyani, P. N. Mustofa, dan S. A. Liputo, "Cheese Analog Basis Susu Jagung Manis dan Susu Kedelai Sebagai Keju Rendah Lemak," *J. Agritechnology Food Process.*, vol. 1, no. 2, hal. 61, 2021, doi: 10.31764/jafp.v1i2.6684.