

Meningkatkan Daya Mulur, Daya Leleh dan Mikrostruktur Keju Mozzarella Analog (Sebuah Review) untuk Mencapai Kualitas yang Maksimal

Lukman Hakim ¹⁾, Nicolays Jambang ¹⁾, Steven Witman²⁾, Lusia Seti Palindung¹⁾ dan Premy Puspitawati Rahayu³⁾

1) National Research and Innovation Agency of the Republic of Indonesia (Research Center for Food Technology and Processing), Jl. Jogja-WonoSari Km. 31.5, RT 4/RW 5, Gading IV, Gading, Kec. Playen, Kab. Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta, 55861, Indonesia

2) National Research and Innovation Agency of the Republic of Indonesia (Research Center for Appropriate Technology), Jl. K.S Tubun No.5, Cigadung, Kec. Subang, Kab. Subang, Jawa Barat 41213, Indonesia

3) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang.

Email : lukm016@brin.go.id

Abstrak. Keju Mozzarella merupakan keju golongan pasta yang memiliki sifat mulur dan meleleh sebagai ciri khas. Mozzarella digemari masyarakat karena cocok dipadukan dalam olahan snack dan makanan. Total konsumsi keju di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik Tahun 2015 setiap tahun sebesar 2.281,25 ton/tahun. Hal ini merupakan tantangan tersendiri bagi industri untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat tersebut. Tahapan proses pembuatan keju mozzarella antara lain pasteurisasi, pengasaman, penambahan enzim rennet (koagulasi), pemotongan curd, pemisahan curd dan whey, pencampuran, pemuluran, pengemasan, dan penyimpanan. Kualitas keju Mozzarella dipengaruhi oleh tahapan proses pembuatan tersebut yaitu tahap pencampuran. Pencampuran dilakukan dengan menambahkan bahan penstabil, pengemulsi dan perasa agar kualitas keju yang diproduksi maksimal. Daya mulur, daya leleh dan mikrostruktur merupakan kualitas yang ditentukan oleh bahan pengemulsi dan penstabil. Bahan pengemulsi berfungsi untuk meratakan campuran partikel bahan dan penstabil berfungsi untuk menjaga ikatan campuran partikel bahan agar diperoleh sifat fisik yang baik. Mozzarella analog merupakan keju imitasi yang sebagian/ keseluruhan lemak yang digunakan dalam pembuatan keju diganti baik menggunakan minyak atau pati. Mozzarella analog cukup disukai masyarakat karena mempromosikan hidup sehat dengan penggantian lemak keju menggunakan pati. Pati menjadi pilihan yang baik sebagai pengganti lemak sekaligus menjadi bahan pengemulsi dan penstabil.

Katakunci: Keju Mozzarella, pengemulsi, penstabil, pati, analog .

1. Pendahuluan

Keju Mozzarella adalah salah satu keju pasta yang terkenal dengan sifatnya yang mulur dan meleleh, menjadi ciri khas yang sangat disukai oleh masyarakat. Keju Mozzarella ini menjadi salah satu bahan favorit dalam berbagai hidangan, terutama dalam olahan makanan ataupun camilan. Berdasarkan informasi dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2015 mencatat bahwa total konsumsi keju mencapai sekitar 2.281,25 ton per tahun (BPS, 2015). Angka ini mencerminkan tingginya minat masyarakat terhadap keju, yang menimbulkan tantangan tersendiri bagi industri keju di Indonesia untuk memenuhi tuntutan pasar yang terus berkembang. Menjaga kualitas keju Mozzarella dalam memenuhi kebutuhan pasar yang semakin tinggi bukanlah pekerjaan yang mudah. Proses pembuatan keju Mozzarella melibatkan sejumlah tahapan, antara lain pasteurisasi, pengasaman, pemberian enzim rennet, pembentukan curd, pemisahan curd dengan whey, pencampuran, pengolahan, pengemasan, dan penyimpanan (Hasibuan, 2019).

Tahap pencampuran menjadi kunci untuk menciptakan keju Mozzarella yang berkualitas tinggi (Sari, 2014). Pencampuran ini melibatkan penggunaan bahan pengemulsi dan penstabil yang memainkan peran penting dalam menentukan sifat daya mulur, daya leleh, dan mikrostruktur keju. Kualitas keju Mozzarella sangat bergantung pada pemilihan dan penggunaan bahan pengemulsi dan penstabil yang tepat. Gusnilawati (2022), menyatakan bahwa bahan pengemulsi digunakan untuk meratakan campuran partikel bahan, sementara bahan penstabil berfungsi untuk menjaga ikatan campuran

partikel bahan agar menciptakan sifat fisik yang optimal. Kualitas keju Mozzarella sangat bergantung pada pemilihan dan penggunaan bahan pengemulsi dan penstabil yang tepat. Kualitas ini akan memengaruhi citarasa dan tekstur keju Mozzarella yang dikonsumsi.

Pengolahan keju Mozzarella konvensional terus berkembang, sejalan dengan tren kesehatan dan gaya hidup yang semakin meningkat. Hal ini telah mendorong minat konsumen terhadap alternatif pengolahan keju, yaitu keju Mozzarella analog atau keju imitasi. Keju Mozzarella analog dibuat dengan menggantikan sebagian atau keseluruhan lemak yang biasanya digunakan dalam pembuatan keju dengan minyak atau pati (Fox, 2000). Berbagai penelitian telah diupayakan untuk meningkatkan daya mulur, daya leleh dan mikrostruktur keju Mozzarella analog. Fokus utama akan ditempatkan pada peran bahan pengemulsi dan penstabil, terutama pati dalam mencapai peningkatan kualitas keju Mozzarella analog. Peningkatan ini bertujuan untuk memenuhi tuntutan pasar yang terus berkembang di Indonesia dan di seluruh dunia. Pemenuhan kebutuhan pasar juga mempertimbangkan faktor-faktor kesehatan dan gaya hidup yang penting bagi konsumen. Melalui pemahaman yang lebih mendalam terhadap elemen-elemen yang mempengaruhi mutu keju Mozzarella analog diharapkan dapat mendorong industri makanan untuk terus berinovasi dan memenuhi harapan konsumen akan produk yang lebih baik dan lebih sehat.

2. Pembahasan

- Tempat dan waktu pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan pada bulan Oktober dengan kajian literatur. Kegiatan mengumpulkan dan mengkaji terhadap berbagai sumber referensi yang relevan dengan kajian masalah dan perkembangan yang telah dibahas dalam penelitian sebelumnya. Kegiatan ini menggunakan data yang diperoleh dari studi literatur sebagai sumber informasi. Metode studi literatur digunakan untuk mengumpulkan sumber-sumber dan informasi yang relevan dengan tema penelitian (Gunawan, 2022). Kajian literatur berperan sebagai fasilitas yang memberikan dasar teoritis untuk merumuskan hipotesis awal (Sugiyono, 2015). Literatur dapat memberikan wawasan terhadap penelitian yang telah dilakukan sebelumnya atau yang sedang dilakukan. Wawasan digunakan untuk menginterpretasikan kondisi atau keadaan, serta menghubungkan output penelitian dengan obyek atau topik yang sama. Hubungan ini tercermin dalam inti Sari yang kemudian diorganisir secara komprehensif untuk mengilustrasikan hasil dan kesimpulan.

- Metode

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif, di mana sumber-sumber informasi yang telah ditemukan dianalisis dengan tahapan yang mencakup menggambarkan kejelasan informasi, menganalisis informasi, serta memberikan penguraian yang disertai dengan penjelasan yang memadai. Melalui proses ini, dapat disusun kesimpulan yang komprehensif untuk menjawab tujuan dan permasalahan.

- Keju Mozzarella Analog

Keju Mozzarella adalah jenis keju lunak yang dibuat dari susu sapi, susu kerbau atau kombinasi keduanya (Sunarya, 2016). Proses pembuatannya tidak dimatangkan, sehingga disebut sebagai keju segar. Keju ini sangat populer di seluruh dunia karena rasanya yang lezat dan teksturnya yang lembut. Keju Mozzarella dapat meleleh dan dicampur dengan berbagai jenis makanan, menjadikannya pilihan yang populer untuk berbagai hidangan (Pattahany, 2019). Pembuatan keju Mozzarella membutuhkan waktu yang singkat atau lama tergantung metodenya. Prosesnya melibatkan pasteurisasi susu pada suhu 72 °C selama 15 detik, pengasaman langsung yang berarti tidak perlu menunggu kerja kultur starter bakteri untuk memproduksi asam laktat. Metode ini dapat menggunakan asam sitrat dan asam alami dari jeruk nipis sehingga lebih singkat. Jika menggunakan kultur bakteri asam laktat (BAL) dalam pembuatan keju Mozzarella, maka perlu waktu yang lebih lama. Perlu fermentasi untuk menurunkan pH susu menjadi asam agar enzim rennet bekerja optimal (Purwadi, 2014; Goncalves, 2021). Pemberian enzim rennet sebagai koagulan; pembentukan curd/ padatan kasein; pemisahan curd dengan whey; pencampuran bahan seperti pengemulsi, penstabil, perasa dan pewarna dengan curd; pengolahan dengan meregangkan curd pada suhu 85 °C; pengemasan dan penyimpanan pada suhu -4 °C (Hakim, 2016). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa komposisi keju secara signifikan

dipengaruhi oleh jenis susu yang digunakan. Total bahan padat dan protein tertinggi adalah yang berasal dari susu kerbau dibandingkan susu sapi. Keju berbahan dasar susu kerbau memiliki kandungan total bahan padat 59,673% dan protein sebesar 29,01% (Sari, 2014).

Umumnya keju Mozzarella digunakan sebagai topping pizza sehingga sangat populer di masyarakat. Indonesia menggunakan keju Mozzarella tidak hanya sebagai topping pizza saja, namun banyak makanan dan jajanan yang dijual dengan tambahan keju Mozzarella. Makanan dan jajanan tersebut antara lain bakso, nasi goreng, dimsum, roti bakar, risol, onde-onde, bakpao dan sebagainya. Meskipun demikian, keju Mozzarella masih jarang ditemukan atau dijual di Indonesia karena masyarakat menganggap sulit dibuat (Pattahany, 2019). Data konsumsi keju khususnya keju mozzarella, di Indonesia menunjukkan peningkatan. Menurut data dari Biro Pusat Statistik, impor komoditas fresh cheese (keju segar) tahun 2010 sebesar 7.869.670 kg dan pada tahun 2011 sebesar 10.357.980 kg. Data ini menunjukkan adanya peningkatan permintaan konsumen akan keju sebesar 2.488.310 kg dalam kurun waktu satu tahun atau rata-rata 207.359 kg per bulan (Arifiansyah, 2015). Namun, data konsumsi keju secara spesifik di Indonesia masih kurang tersedia. Hal ini mungkin disebabkan oleh banyaknya jenis keju yang dikonsumsi oleh masyarakat, termasuk keju mozzarella, cheddar, dan lainnya. Konsumsi keju juga dipengaruhi oleh preferensi makanan dan gaya hidup masyarakat.

Keju mozzarella analog atau keju imitasi adalah produk yang dibuat dari susu, lemak susu, dan bahan lain seperti protein dengan penambahan garam emulsifikasi. Bahan-bahan ini biasanya berasal dari sumber nabati. Kasein, kasein renet, campuran kasein dan kasein renet, Ca/Na-kaseinat atau campuran Ca/Na -kaseinat adalah beberapa sumber utama protein pada keju imitasi berbasis sebagian susu. Untuk menghasilkan variasi rendah lemak, bahan-bahan ini umumnya digunakan baik sendiri atau bersama-sama dengan karbohidrat (Kamath, 2022). Keju analog diproduksi dengan memanfaatkan energi termal dan mekanik. Proses pembuatan keju mozzarella analog antara lain pemanasan, pemrosesan mekanik, pemotongan, dan emulsifikasi dengan garam. Keju analog ini lebih disukai karena efektivitas biayanya dan kemudahan dalam pembuatannya. Keju analog ini memiliki sifat tekstur dan fungsional yaitu, mudah meleleh, mudah dipotong dan dapat ditarik (Dharaiya, 2019). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan keju mozzarella analog antara lain adalah kasein dan kaseinat 18-24%, minyak nabati 22-28%, pati 0-3%, garam emulsifikasi 0.5-2, pemanis dan perasa 0.5-3%, stabilizer 0-0.5%, asam 0.2-0.36%, pewarna 0.04%, pengawet 0.10% dan kandungan air 45-55% (Badem, 2016). Keju mozzarella analog biasanya digunakan sebagai bahan dalam berbagai jenis makanan dan minuman. Salah satu penggunaan yang paling umum adalah sebagai topping pizza, karena keju ini memiliki sifat yang mudah meleleh dan dapat memberikan rasa dan tekstur yang lezat pada pizza (Putranto, 2022). Selain itu, keju mozzarella analog juga sering digunakan dalam berbagai jenis makanan jajanan, seperti roti, pasta, dan makanan penutup. Keju ini juga bisa digunakan dalam berbagai jenis minuman, seperti smoothie dan milkshake, untuk memberikan rasa dan tekstur yang khas.

- **Substitusi Analog**

Substitusi pangan merujuk pada penggantian satu jenis makanan dengan jenis lain yang memiliki nilai gizi yang setara atau lebih baik. Substitusi ini biasanya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan gizi tertentu, mengurangi konsumsi makanan yang tidak sehat, atau sebagai alternatif bagi mereka yang memiliki alergi atau intoleransi terhadap makanan tertentu. Substitusi analog adalah proses di mana komponen makanan digantikan dengan bahan lain yang memiliki sifat fisik dan kimia yang serupa (Miura, 2019). Analog protein sayur yang ada dimasyarakat antara lain, fu (campuran gluten sayuran dan tepung), paneer (protein susu yang dikoagulasikan dengan penambahan asam sitrat dari jeruk nipis atau asam laktat dari whey), dan substitusi protein daging dan ikan (Kep.BPOM, 2006). Penelitian lain menunjukkan bagaimana substitusi analog digunakan dalam pembuatan keju Mozzarella analog, di mana pati digunakan sebagai substitusi lemak (Gusnilawati, 2022). Tren substitusi saat ini mencakup penggunaan produk susu dan krim bubuk analog, serta penggunaan pangan olahan diet untuk kontrol berat badan dan pangan tambahan untuk keperluan gizi khusus, seperti minuman khusus untuk ibu hamil dan/atau ibu menyusui, dan minuman olahraga. Pengemulsi dan penstabil adalah dua jenis bahan tambahan yang sering digunakan dalam proses substitusi analog. Pengemulsi digunakan untuk membantu mencampur dua atau lebih bahan yang biasanya tidak dapat dicampur, seperti air dan minyak. Keju dengan komposisi bahan yang terdispersi merata memiliki daya leleh yang baik

(Bachman, 2001). Pengemulsi pada beberapa penelitian dalam substitusi analog antara lain, minyak canola, minyak VCO, tween 80, span 80, lecithin, mono- dan digliserida, ester asam lemak poligliserol, dan ester asam lemak propilen glikol (Aini, 2020; Gusnilawati, 2022). Penstabil yang umum digunakan dalam substitusi analog termasuk gum guar, gum xanthan, alginat, kappa- and iota-carrageenan, kappa-carrageenan. Karagenan sering digunakan dalam produksi keju analog untuk membantu mempertahankan tekstur dan konsistensi produk (Jana, 2010; Ferawati, 2021). Kandungan lemak keju dapat diturunkan dengan bantuan berbagai jenis polisakarida seperti inulin dan pati termodifikasi. Inulin tidak terhidrolisa oleh sekresi lambung, senyawa ini memiliki potensi sebagai prebiotik (Kamath, 2022). Penelitian Karimi (2015), menunjukkan bahwa inulin adalah bahan tambahan multifungsi yang dapat meningkatkan kualitas organoleptik serta bisa berperan sebagai serat pangan dan pemanis. Sifat rheologi inulin mirip dengan lemak sehingga banyak digunakan dalam pembuatan keju sebagai pembentuk tekstur selain sebagai pengganti lemak.

Substitusi analog dalam makanan, khususnya susu dan olahannya seperti keju, memiliki berbagai manfaat dan kegunaan. Substitusi analog dapat memberikan alternatif bagi individu yang memiliki alergi atau intoleransi terhadap susu sapi atau produk susu lainnya dan menciptakan produk makanan yang lebih sehat. Keju analog yang dibuat dengan lemak nabati atau protein kedelai dapat memiliki Keju analog yang dibuat dari susu kedelai atau susu jagung manis dapat dikonsumsi oleh individu yang intoleran terhadap laktosa dan memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan keju konvensional (Daulima, 2021). Keju analog dapat menjadi pilihan yang baik bagi individu yang sedang menjalani diet rendah lemak (Karimi, 2015). Substitusi analog juga dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari produksi susu dan produk susu. Produksi susu kedelai atau susu jagung manis dapat memiliki jejak karbon yang lebih rendah dibandingkan produksi susu sapi (Patahanny, 2019). Selain itu substitusi analog juga dapat digunakan untuk menciptakan variasi produk baru. Misalnya, keju analog dapat dibuat dengan berbagai rasa dan tekstur, memberikan lebih banyak pilihan bagi konsumen (Jana, 2010).

- **Daya Mulur Keju Mozzarella Analog**

Daya mulur merujuk kepada kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk aslinya setelah ditarik atau ditekan (Lucey, 2003). Daya mulur keju Mozzarella merujuk kepada sejauh mana keju dapat ditarik sebelum putus atau berubah bentuk (Kiiru, 2018). Keju Mozzarella dikenal memiliki daya mulur yang baik, yang membuatnya ideal untuk digunakan dalam pizza dan hidangan lainnya yang membutuhkan keju yang dapat meleleh dan meregang dengan baik (Kinsedt, 1993). Proteolisis lambat dalam beberapa jenis keju, terutama jenis pasta filata diduga tidak berpengaruh pada daya leleh atau mulur selama beberapa minggu (Jonson, 2000). Standar kualitas kemuluran pada keju mozzarella umumnya ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk komposisi kimia, proses pematangan dan agen proteolisis (Constabel, 2007). Komposisi kimia keju, termasuk kandungan lemak, protein, dan garam, dapat mempengaruhi kemampuan keju untuk meregang atau meleleh (Kiiru, 2018). Penelitian Ma (2012), menunjukkan bahwa perbedaan dalam kandungan kasein dan garam dapat menghasilkan variasi dalam kemuluran Keju Mozzarella. Semakin kuat ikatan kasein oleh kalsium maka akan menurunkan daya mulur keju Mozzarella. Proses pematangan juga mempengaruhi kemuluran keju. Terjadinya proses proteolisis akan memutus ikatan kuat kasein sehingga daya mulur dan leleh meningkat.

Substitusi bahan pengemulsi dan bahan penstabil dapat mempengaruhi kemuluran keju mozzarella analog. Bahan pengemulsi seperti whey protein, lecithin, minyak VCO, span 80 dan twen 80 ditambahkan dalam pembuatan keju Mozzarella. Bahan tersebut berfungsi untuk membantu menjaga ikatan antara lemak dan air (Dhanraj, 2017; Dharaiya, 2019; Aini, 2020). Bahan penstabil, seperti karagenan atau gum xanthan, digunakan untuk membantu menjaga struktur keju dan mencegahnya menjadi terlalu cair maupun keras (Jana, 2010). Selain karagenan atau gum xanthan, tepung porang dimodifikasi juga dapat mempengaruhi tekstur dan kemuluran keju. Semakin tinggi penambahan tepung porang dimodifikasi pada pembuatan keju Mozzarella analog meningkatkan daya mulur keju (Aripianto, 2014). Sifat-sifat dari suatu hidrokoloid dapat dimodifikasi dengan interaksi antar penstabil. Adanya berbagai interaksi ini dapat mengubah kelarutan, rheologi, sifat pembentuk gel dan reaktivitas, yang pada akhirnya dapat mengubah fungsionalitas bahan penstabil (Yang, 1982).

- **Daya Leleh Keju Mozzarella Analog**

Daya leleh adalah salah satu karakteristik penting dari keju mozzarella, yang diukur berdasarkan sejauh mana keju dapat meleleh saat dipanaskan. Daya leleh ini ditentukan dengan menggunakan gelas ukur berdiameter 18 mm dan dipanaskan dalam oven kering pada suhu 232 °C (Purwadi, 2010). Daya leleh memastikan bahwa saat dioven keju Mozzarella dapat mengalir dan menutup permukaan pizza, roti atau nasi (Guo, 2023). Pengujian daya leleh biasanya dilakukan dengan metode fork test. Sebanyak 20 g keju ditempatkan pada stainless steel cup. Keju Mozzarella analog dipanaskan dalam oven bersuhu 185 °C selama 5 menit, kemudian stainless steel cup dikeluarkan dari oven. Garpu diletakkan di tengah mengenai dasar stainless steel cup, kemudian keju Mozzarella analog ditarik tegak lurus, setelah itu panjang regangan keju Mozzarella analog diukur menggunakan penggaris (Gusnilawati, 2022). Standar kualitas daya leleh keju mozzarella dapat bervariasi, tetapi menurut beberapa penelitian, daya leleh keju mozzarella analog yang dibuat dengan menggunakan bakteri *L. fermentum* LLB3 ditemukan memiliki daya leleh tertinggi (479,94 %), dibandingkan dengan keju mozzarella komersial (403,73%) (Saputri, 2016).

Bahan pengemulsi seperti lemak, berperan penting dalam menentukan daya leleh keju. Sebaran lemak yang merata pada keju Mozzarella analog dapat meningkatkan daya leleh keju Mozzarella analog (Guo, 2023). Penelitian Hakim (2013), menunjukkan bahwa gum guar dapat digunakan sebagai bahan penstabil sekaligus bahan pengemulsi. Gum guar dapat meningkatkan sebaran lemak dan protein susu dengan bahan lain dengan membentuk lemak menjadi droplet kecil yang merata. Selain itu bahan penstabil juga mempengaruhi daya leleh keju. Penambahan penstabil seperti inulin pada pembuatan keju Mozzarella analog menurunkan daya leleh keju (Bi, 2015). Namun, semakin lama penyimpanan dapat meningkatkan daya leleh keju Mozzarella. Peningkatan daya leleh juga tergantung pada ikatan protein pada keju Mozzarella. Semakin tinggi proses proteolisis maka semakin mudah terputusnya ikatan protein keju Mozzarella. (Gulzar, 2020). Proses proteolisis berjalan selama penyimpanan. Proses hidrolisis protein ini dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan (Masotti, 2023).

- Mikrostruktur Keju Mozzarella Analog

Mikrostruktur merujuk pada struktur suatu material yang dapat diamati pada skala mikroskopis. Pada keju Mozzarella, mikrostruktur merujuk pada susunan dan interaksi antara komponen-komponen utama keju, seperti protein, lemak, dan air. Pengujian mikrostruktur keju biasanya dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron scanning (SEM) atau mikroskop cahaya (Purwadi, 2016). Sampel keju dipersiapkan dan diperiksa di bawah mikroskop untuk mengamati struktur internalnya. Hal ini dapat memberikan informasi tentang ukuran dan distribusi globul lemak, susunan protein, dan struktur serat dalam keju. Standar kualitas mikrostruktur pada keju mozzarella umumnya ditentukan oleh karakteristik tertentu seperti ukuran dan distribusi globul lemak, susunan protein, dan struktur serat. Keju Mozzarella berkualitas biasanya memiliki distribusi globul lemak yang seragam dan struktur protein yang baik (Hakim, 2016). Selain itu, mikrostruktur juga mempengaruhi sifat fungsional keju, seperti kemampuan meleleh dan kekenyalan. Penelitian Ma (2013); Bi (2015), menunjukkan bahwa kecepatan peregangan yang lebih tinggi dan suhu peregangan yang lebih tinggi secara signifikan meningkatkan sirkularitas dan diameter dari globul lemak. Sedangkan keju dengan peregangan suhu dan kecepatan yang lebih rendah memiliki diameter yang lebih rendah dan sirkularitas globul lemak yang lebih tinggi. Kecepatan peregangan ini berhubungan erat dengan distribusi lemak dan interaksi komponen komposisi keju Mozzarella. Lemak yang terdistribusi merata cenderung memiliki ukuran lebih kecil dan bentuk bulat sehingga mudah meleleh saat dipanaskan.

Mikrostruktur keju mozzarella analog dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk penggunaan pengemulsi dan penstabil yang berbeda. Penggunaan pengganti lemak berbasis karbohidrat telah terbukti mempengaruhi mikrostruktur dan karakteristik tekstur keju Mozzarella rendah lemak. Selain itu, penggunaan jenis protein dan minyak yang berbeda juga dapat mempengaruhi mikrostruktur analog keju. Penggunaan protein nabati dan minyak nabati dalam produksi analog keju dapat menghasilkan sifat mikrostruktural yang berbeda dibandingkan dengan yang dibuat dengan kasein dan minyak mentega. Penggunaan penstabil berbasis kasein juga dapat mempengaruhi kualitas analog keju Mozzarella (Jana, 2010). Karakteristik termal keju Mozzarella juga dapat dipengaruhi oleh konsentrasi asam sitrat. Ma (2013), menyatakan bahwa mikrostruktur keju Mozzarella analog dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis pengemulsi dan penstabil yang digunakan, jenis protein dan minyak yang digunakan, dan konsentrasi asam sitrat. Asam sitrat pada keju Mozzarella berfungsi menambah citarasa dan menjaga pH optimal agar ikatan lemak dan protein terjaga.

- **Peningkatan Kualitas Keju Mozzarella Analog Dengan Penambahan Pengemulsi**

Pengemulsi dalam produksi keju analog, seperti keju Mozzarella analog berperan penting dalam mengendalikan tingkat sekuestrasi kalsium dan agregasi para-casein. Garam-garam ini membantu mencapai tingkat hidrasi/agregasi casein dan emulsifikasi lemak yang diinginkan dalam persiapan analog (Aini, 2019^a). Keju analog adalah produk yang sebagian atau seluruhnya menggantikan atau meniru keju, di mana lemak susu, protein susu, atau keduanya dapat digantikan sebagian atau seluruhnya oleh komponen non-susu, terutama dari asal sayuran. Keju Mozzarella analog dibuat menggunakan teknik yang sama dengan yang digunakan untuk pembuatan keju olahan dengan bantuan panas, gesekan mekanis, dan garam pengemulsi. Keunggulan dalam membuat keju analog termasuk penggunaan bahan baku yang lebih murah, kemudahan pembuatan, kebutuhan peralatan dan tenaga kerja yang lebih sedikit (Aini, 2019^b). Keju Mozzarella analog dapat dibuat menggunakan kasein, campuran minyak sayuran, dan bahan lain yang berfungsi, dengan garam pengemulsi memainkan peran kunci dalam proses tersebut (Hammam, 2023). Penggunaan pengemulsi dapat menurunkan tegangan permukaan fase lemak karena butiran lemak tersebar merata selama proses produksi. Penyebaran lemak yang merata berkontribusi pada kestabilan formasi emulsi minyak dalam air (Masotti, 2018). Hal ini mempengaruhi pada tekstur dan konsistensi keseluruhan dari keju analog. Sifat fungsional keju analog antara lain sifat alir, resistensi leleh, dan shreddability dapat disesuaikan melalui formulasi spesifik (Aini, 2019^a). Keju Mozzarella analog juga menunjukkan stabilitas fungsional tinggi selama penyimpanan. Selain itu, keju analog dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan diet khusus melalui perubahan dalam formulasi komposisi penyusunnya. Olahan daging dan susu analog diupayakan untuk menjaga kelangsungan hidup lingkungan, kesejahteraan ternak dan kesehatan konsumen (Lima, 2022).

- **Peningkatan Kualitas Keju Mozzarella Analog Dengan Penambahan Penstabil**

Peningkatan kualitas keju Mozzarella analog dapat dilakukan dengan penambahan penstabil. Penstabil berfungsi untuk menjaga tekstur dan konsistensi produk, serta mencegah pemisahan komponen-komponen dalam keju (Wani, 2013; Saputri, 2016). Penggunaan garam pengemulsi dan penstabil dapat dioptimalkan untuk mencapai kualitas yang diinginkan dari keju analog tanpa berpengaruh signifikan terhadap kualitas organoleptik. Campuran XG-LBG (xanthan gum-locust bean gum) dalam proporsi 1:1 dipilih sebagai penstabil yang paling disukai dibandingkan dengan XG-CAR (xanthan gum-carrageenan) dan CAR-LBG (carrageenan-locust bean gum). Kesimpulan yang diperoleh adalah penambahan penstabil dapat meningkatkan kualitas keju Mozzarella analog, baik dari segi tekstur, konsistensi, maupun fungsionalitasnya (Jana, 2010)

3. Kesimpulan

Dari *review* pustaka diatas telah disimpulkan bahwa

- Bahan pengemulsi dan penstabil, terutama pati, memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas keju Mozzarella analog. Penambahan penstabil dapat meningkatkan kualitas keju Mozzarella analog, baik dari segi tekstur, konsistensi, maupun fungsionalitasnya.
- Kualitas keju Mozzarella sangat bergantung pada pemilihan dan penggunaan bahan pengemulsi dan penstabil yang tepat. Kualitas ini, pada gilirannya, akan memengaruhi pengalaman rasa dan tekstur keju Mozzarella yang dikonsumsi.
- Sejumlah usaha telah diupayakan untuk meningkatkan daya mulur, daya leleh, dan mikrostruktur keju Mozzarella analog. Pemahaman yang lebih mendalam terhadap elemen-elemen yang mempengaruhi mutu keju Mozzarella analog diharapkan dapat mendorong industri makanan untuk terus berinovasi dan memenuhi harapan konsumen akan produk yang lebih baik, lebih sehat, dan lebih murah. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan lebih lanjut di bidang ini sangat diperlukan untuk memenuhi tuntutan pasar yang terus berkembang di Indonesia dan di seluruh dunia.

Daftar Pustaka

- [1]. BPS, 2015, Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas). Konsumsi Keju Indonesia. www.bps.go.id. Diakses 30 Oktober 2023.

- [2]. Hasibuan, R. J. A, 2019, Optimalisasi Proses Koagulasi Curd Keju Mozzarella Menggunakan Response Surface Methodology (Study Kasus di CV Brawijaya Dairy Industry, Batu), Skripsi. Malang. Diakses 30 Oktober 2023.
- [3]. Sari, N. A, 2014, *Total Bahan Padat, Kadar Protein, dan Nilai Kesukaan Keju Mozarella dari Kombinasi Susu Kerbau dan Susu Sapi*, Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 3 (4).
- [4]. Gusnilawati G, 2022, Kajian Keju Mozzarella Analog yang Disubstitusi dengan Pati Termodifikasi, *agriTECH*, 42 (1) 2022, 86-93.
- [5]. Fox et al, 2000, *Processed Cheese and Substitute or Imitation Cheese Products*. Jane C(Ed), *Fundamentals of Cheese Science* (pp.429-451). Maryland. Aspen publishers.
- [6]. Gunawan, S. S, 2022, *Studi Literatur Penerapan Model Pembelajaran Tipe Talking Stick terhadap Hasil Belajar Siswa di SMK*. Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan. 2022. Vol.8 No.1.
- [7]. Sugiyono, 2015, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : ALFABETA.
- [8]. Sunarya, et al, 2016, *Kadar Air, Kadar Lemak dan Tekstur Keju Mozzarella dari Susu Kerbau, Susu Sapi dan Kombinasinya*. *Animal Agriculture Journal* 5(3). 2016: 17-22.
- [9]. Patahany, 2019, *Pembuatan Keju Mozzarella dengan Enzim Papain dan Ekstrak Jeruk Nipis*, *Jurnal Agriekstensia*. 2019. Vol. 18 No. 2.
- [10]. Purwadi, Manab A, 2014, *Penggunaan Tepung Terigu dan Alginat Dalam Pembuatan Keju Mozzarella Ditinjau Dari Kualitas Fisik dan Organoleptik*, *Research Journal Of Life Science*. Desember 2014. Volume 01 No. 01 43-53.
- [11]. Goncalves, M. C, and Cardarelli, H. R, 2021. *Mozzarella Cheese Stretching: A Minireview*, *Food Technol. Biotechnol.* 59 (1) 82–91 (2021).
- [12]. Hakim et al, 2016, *Physical and Chemical Properties of Mozzarella Cheese Analogue Microwavable*, *International Journal of ChemTech Research* Vol.9, No.07 pp 171-181, 2016.
- [13]. Arifiansyah M, 2015, *Karakteristik Kimia (Kadar Air Dan Protein) dan Nilai Kesukaan Keju Segar Dengan Penggunaan Koagulan Jus Jeruk Nipis, Jeruk Lemon dan Asam Sitrat*, Skripsi. Bandung. Diakses 30 Oktober 2023.
- [14]. Kamath R et al, 2022, *Recent trends in the development of healthy and functional cheese analogues-a review*, *LWT - Food Science and Technology* 155 (2022) 112991.
- [15]. Dharaiya C N, Jana A H, dan Aparnath K D, 2017, *Functionality of Mozzarella cheese analogues prepared using varying protein sources as influenced by refrigerated storage*, *J Food Sci Technol* (December 2019) 56(12):5243–5252.
- [16]. Badem A, and Ucar G, 2016, *Cheese Analogues*, *Research & Reviews: Journal of Food and Dairy Technology* Volume 4 Isue 3 2016
- [17]. Putranto W S et al, *Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Keju Mozarella yang Terintegrasi dengan KKN (Kuliah Kerja Nyata) Mahasiswa*, *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* Vol. 6, No. 2, Mei 2022 Hal 250–257
- [18]. Miura T dan Sato K, 2019, *Imitation Cheese (Analog Cheese)*, *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 66 (10) , 381-386, 2019
- [19]. Keputusan Kepala BPOM, 2006. *Kategori Pangan*. No. HK.00.05.52.4040. Jakarta. Diakses 30 Oktober 2023.
- [20]. Bachman, H. P, 2011. *Cheese analogues: a review*. *International Dairy Journal* 11 (2001) 505–515.
- [21]. Aini N, et al, 2020, *The quality of corn milk-based cheese analogue made with virgin coconut oil as a fat substitute and with various emulsifiers*, *International Conference on Food and Bio-Industry 2019 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 443 (2020) 012039.
- [22]. Jana A H et al, 2010, *Quality of casein based Mozzarella cheese analogue as affected by stabilizer blends*, *Food Sci Technol* (March–April 2010) 47(2):240–242.
- [23]. Ferawati F et al, 2021, *The Application of Pulse Flours in the Development of Plant-Based Cheese Analogues: Proximate Composition, Color, and Texture Properties*, *Foods* 2021, 10, 2208.
- [24]. Karimi R et al, 2015, *Application of Inulin in Cheese as Prebiotic, Fat Replacer and Texturizer: A Review*, *Carrbohydrate Polymers* (2014).

- [25]. Daulima D T, et al, 2021, *Cheese Analog Basis Susu Jagung Manis dan Susu Kedelai Sebagai Keju Rendah Lemak*, Journal of Agritechology and Food Processing Volume 1, issue 2 (December 2021).
- [26]. Lucey J A dan Fox P F, 1993, *Importance of Calcium and Phosphate in Cheese Manufacture: A Review*. 1993 J Dairy Sci 76:1714-1724.
- [27]. Kiiru et al, 2018, *Preparation and Analysis of Goat Milk Mozzarella Cheese Containing Soluble Fiber from Acacia Senegal var. Kerensis*. African Journal of Food Science. Vol. 12(3) pp. 46-53, March 2018.
- [28]. Kindstet, P. S, 1993, *Mozzarella and Pizza Cheese*. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Aspen Publishers, Inc. 1999.
- [29]. Johnson, M, 2000, *The Melt and Stretch of Cheese*. Dairy Pipeline-Wisconsin Center for Dairy Research 12, 2000 (1):12.
- [30]. Costabel et al, 2007, *Proteolysis in Mozzarella Cheeses Manufactured by Different Industrial Processes*. J. Dairy Sci. 90:2103–2112.
- [31]. Ma X, et al, 2012, *The stretchability of Mozzarella cheese evaluated by a temperature-controlled 3-prong hook test*, J. Dairy Sci. 95 :5561–5568.
- [32]. Dhanraj et al, 2017, *Influence of Using a Blend of Rennet Casein and Whey Protein Concentrate as Protein Source on the Quality of Mozzarella Cheese Analogue*. J Food Sci Technol (March 2017) 54(3):822–831.
- [33]. Aripianto et al, 2014, *The Effect of Adding Porang Flour (Amorphophallus Oncophyllus) Modification on The Physical and Organoleptic (Colour And Texture) Quality of Mozzarella Cheese*. Skripsi. Malang. Diakses 30 Oktober 2023.
- [34]. Yang, C. S. dan Taranto M. V, 1982, *Morphological and Textural Comparisons of Soybean Mozzarella Cheese Analogs Prepared with Different Hydrocolloids*, Volume 1 Number 2 Article 11 1982.
- [35]. Purwadi P, 2010, *Kualitas Fisik Keju Mozzarella Dengan Bahan Pengasam Jus Jeruk Nipis*, Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak Vol 5 No 2, Agustus 2010, Hal 33-40.
- [36]. Guo M, et al, 2023, *Effects of refrigerated storage on the functional properties of processed cheese analogue with stretchability and its mechanisms*, International Dairy Journal 137 (2023) 105504.
- [37]. Saputri, L. Y, 2016, *Uji Kecepatan Leleh, Daya Leleh Dan Daya Mulur Keju Mozzarella Dengan Penambahan Bahan Pengental Yang Berbeda*, Artikel Skripsi Universits PGRI Kediri 2016. Diakses 30 Oktober 2023.
- [38]. Hakim et al, 2013, *Penambahan Gum Guar pada Pembuatan Es Krim Instan ditinjau dari Viskositas, Overrun dan Kecepatan Meleleh*. Skripsi. Malang. Diakses 30 Oktober 2023.
- [39]. Bi W et al, 2016, *Imitation Cheese Manufacture Using Rapid Visco-Analyzer and Its Optimization*, International Journal of Food Properties, 19:1053–1064, 2016.
- [40]. Gulzar N et al, 2020, *Influence Of Mozzarella And Cheddar Cheese Blending On Baking Performance, Viscosity And Microstructure Of Pizza Cheese Blends*, The Journal of Animal & Plant Sciences, 30(1): 2020, Page: 212-218.
- [41]. Masotti F, et al, 2023, *Impact of Stretching Mode on Chemical, Rheological and Microstructural Properties of Low-Moisture Mozzarella Cheese Analogue*. Research Report. Milan. Italy. Diakses 30 Oktober 2023.
- [42]. Purwadi et al, 2016, *The Effect of Casein Modification and Inulin on Physicochemical Properties of Mozzarella Cheese Analogue Microwavable*. International Journal of ChemTech Research. Vol.9, No.07 pp 161-170, 2016.
- [43]. Aini et al, 2019^a, *The Formulation of Cheese Analogue from Sweet Corn Extract*. International Journal of Food Science Volume 2019, Article ID 8624835, 8.
- [44]. Aini et al, 2019^b, *Characteristics of Cheese Analogue from Corn Extract Added by Papain and Pineapple Extract*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 255 (2019) 012016.
- [45]. Hammam, A. R. A. and Metzger, L. E, 2023, *Characteristics of Imitation Mozzarella Cheese Manufactured without Emulsifying Salts Using a Combination of Culture-Based Acid Curd and Micellar Casein Concentrate*. Food Sci Nutr. 2023;11:4616–4624.
- [46]. Masotti et al, 2018, *Status and Developments in Analogue Cheese Formulations and Functionalities*. Trends in Food Science & Technology 74 (2018) 158–169.

- [47]. Lima et al, 2022, *A Narrative Review of Alternative Protein Sources: Highlights on Meat, Fish, Egg and Dairy Analogues*. *Foods* 2022, 11, 2053.
- [48]. Wani et al, 2013, *Meat and Cheese Analogues*. *Rashtriya Krishi* | Vol. 8(2)| Dec., 2013.