

Pengaruh Penambahan Susu Kedelai dan Protexin terhadap Karakteristik Keju Mozzarella Susu Kerbau Rawa

Soy Milk and Protexin Addition Effects on Characteristics of Swamp Buffalo Milk Mozzarella Cheese

Okta Sriutami^{1*)}, Basuni Hamzah¹, Merynda Indriyani Syafutri¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan

^{*)}Penulis untuk korespondensi: oktasriutami05@gmail.com

Sitasi: Sriutami O, Hamzah B, Syafutri MI. 2020. Soy milk and protexin addition effects on characteristics of swamp buffalo milk mozzarella cheese. *In:* Herlinda et al. (2020.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 761-772. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Swamp buffalo milk has a high fat and protein content, so it has the potential to be processed into mozzarella cheese. Mozzarella cheese is a type of soft cheese that has an elastic, soft and stringy texture. An important step in cheese making is the formation of curd. It consists of two ways, namely direct addition of acid and addition of starter culture. The objective of the research was to study the effect of soy milk and lactic acid protexin addition on the physical, chemical, microbiological, and sensory characteristics of swamp buffalo milk mozzarella cheese. This study used a factorial randomized block design with two treatment factors, namely concentration of soy milk (0 %, 10 %, and 20 %) and concentration of protexin (2.5 % and 5.0 %). The parameters observed included physical (texture), chemical (water and ash content), microbiological, and sensory characteristics using hedonic tests (include texture, overall appearance and aroma). The results showed that concentration of soy milk had significant effects on texture and moisture content, while concentration of protexin had significant effect on texture. Interaction of soy milk concentration and protexin concentration significantly affected physical (texture) and sensory characteristics (texture and overall appearance) of swamp buffalo milk mozzarella cheese. Based on the highest score of hedonic test (texture and overall appearance), mozzarella cheese with 10 % of soy milk and 5.0 % of protexin addition was the best treatment.

Keywords: buffalo milk, mozzarella cheese, soy milk, starter protexin

ABSTRAK

Susu kerbau rawa memiliki kandungan lemak dan protein yang cukup tinggi sehingga berpotensi untuk diolah menjadi keju mozzarella. Keju mozzarella merupakan salah satu jenis keju lunak yang memiliki tekstur elastis, lunak dan berserat. Tahapan penting dalam pembuatan keju adalah pembentukan *curd* yang dilakukan dengan dua cara yaitu penambahan asam secara langsung dan penambahan kultur starter. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan susu kedelai dan biang protexin terhadap karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dan sensoris keju mozzarella dari susu kerbau rawa. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi susu kedelai (0 %, 10 %, dan 20 %) dan konsentrasi biang protexin (2,5 % dan 5,0 %). Parameter yang diamati meliputi karakteristik fisik

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

(tekstur), kimia (kadar air dan abu), mikrobiologis, dan sensoris menggunakan uji hedonik (meliputi tekstur, penampilan keseluruhan, dan aroma). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi susu kedelai secara nyata berpengaruh terhadap tekstur dan kadar air, sedangkan konsentrasi protexin secara nyata berpengaruh terhadap tekstur. Interaksi antara konsentrasi susu kedelai dan konsentrasi protexin berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik (tekstur) dan karakteristik sensoris (tekstur dan kenampakan secara keseluruhan) keju mozzarella yang dihasilkan. Berdasarkan skor uji hedonik tertinggi (tekstur dan kenampakan secara keseluruhan), keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai 10 % dan biang protexin 5,0 % merupakan perlakuan terbaik.

Kata kunci: keju mozzarella, starter protexin, susu kedelai, susu kerbau

PENDAHULUAN

Kerbau (*Bubalus bubalis*) merupakan salah satu keanekaragaman hayati di Indonesia yang termasuk jenis ternak ruminansia dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan. Kerbau yang ada di Indonesia sebagian besar merupakan rumpun kerbau lumpur atau rawa (*swamp buffalo*) dan rumpun kerbau sungai (*river buffalo*). Susu kerbau rawa belum banyak dimanfaatkan (Kompas, 2008), padahal susu kerbau rawa memiliki kandungan lemak dan protein lebih baik daripada susu sapi. Setiap 100 g susu kerbau mengandung lemak dan protein sebesar 7,5 % dan 4,8 % (Calandrelli, 2011). Lemak susu kerbau lebih mudah dicerna. Susu kerbau juga mengandung mineral seperti kalsium, besi, dan fosfor, serta vitamin A yang tinggi. Ciri-ciri susu kerbau adalah berwarna lebih putih, lebih kaya lemak, globula lemak susunya lebih kecil dan beremulsi dengan susu. *Curd* protein susu kerbau lebih lunak sehingga memungkinkan untuk dibuat keju (Damatanthi *et al.*, 2014; Matondang dan Talib, 2015).

Keju merupakan produk olahan susu yang sangat populer di masyarakat, serta memiliki nilai gizi yang tinggi. Keju diperoleh dengan cara menggumpalkan susu penuh (*whole milk*), susu skim atau campurannya menggunakan *rennet*. Keju yang terbuat dari susu kerbau memiliki tekstur yang khas dan kualitas sensoris superior (Hofi, 2013). Berdasarkan teksturnya, keju dibagi menjadi empat kelompok yaitu keju sangat keras, keju keras, keju semi keras dan keju lunak (Daulay, 1991). Salah satu jenis keju lunak adalah keju mozzarella. Keju mozzarella memiliki tekstur elastis, lunak dan berserat. Karakteristik keju mozzarella diperoleh dari proses penekanan, perendaman dalam air panas serta penarikan (Purwadi, 2007). Keju mozzarella dimanfaatkan sebagai *topping pizza*, karena kelebihannya yang mampu membentuk serabut-serabut ketika dipanaskan (Sameen *et al.*, 2008).

Tahapan penting dalam pembuatan keju adalah pembentukan *curd*. Pembentukan *curd* dapat dilakukan dengan dua cara. Pertama, penambahan asam secara langsung yang bertujuan untuk menciptakan kondisi asam (pH optimum) yang menyebabkan *protease* dapat bekerja secara maksimal sehingga susu dapat menggumpal menjadi *curd* (Purwadi, 2007). Kedua, penambahan kultur starter disertai dengan *rennet*. Starter keju yang umum digunakan yaitu Bakteri Asam Laktat (BAL). Menurut Madigan dan Martinko (2006), beberapa BAL yang sering digunakan dalam pengolahan pangan adalah *Aerococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella*. Stefanini (1991) menyatakan bahwa hasil keju dengan penambahan starter memiliki citarasa, tekstur dan daya simpan yang bervariasi karena menggunakan starter bakteri asam laktat yang bersifat heterofermentatif.

Protexin adalah salah satu probiotik komersial yang mengandung berbagai macam kultur seperti *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Bifidobacterium longum* (Expedito dan Yala, 2010). Bakteri ini penting dalam fermentasi. Produk makanan fermentasi terjadi ketika bakteri memecah gula dan karbohidrat untuk menghasilkan alkohol, karbondioksida dan asam laktat (Lindgren dan Dobrogosz, 1990; Narendranath *et al.*, 1997).

Susu kedelai adalah hasil ekstraksi kedelai yang dikenal sebagai sumber protein nabati. Kandungan protein susu kedelai hampir setara dengan susu sapi (Alveanita, 2016). Kandungan protein yang tinggi dan lemak yang rendah, menjadikan susu kedelai berpotensi sebagai bahan baku pembuatan keju nabati (Syamsu dan Elshahida, 2018). Susu kedelai memiliki beberapa keunggulan diantaranya mengandung karoten, tidak mengandung laktosa sehingga tidak menyebabkan alergi, dan mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau. Susu kedelai memiliki kelemahan yaitu kandungan kalsium dan fosfornya yang rendah. Oleh karena itu, kombinasi susu kerbau dan susu kedelai diharapkan menjadi kombinasi protein hewani dan nabati yang tepat, guna menghasilkan keju mozarella dengan tekstur serta citarasa yang dapat diterima oleh masyarakat (Güzeler dan Yildirim, 2016).

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan penelitian mengenai penggunaan susu kerbau, susu kedelai dan biang protexin dalam pembuatan keju mozarella guna mendapatkan kombinasi perlakuan yang paling sesuai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh penambahan susu kedelai dan biang protexin terhadap karakteristik keju mozarella dari susu kerbau rawa.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (Manitowoc WI 54220, Amerika), alat *press*, bak fermentor, baskom, cawan Petri, *hot plate*, inkubator (Memmert, Jerman), kain saring, kompor (Rinnai 522-C, Jepang), panci, pengaduk, plastik *zip lock*, tabung reaksi, timbangan (Kanita KD-160, Jepang), dan toples. Bahan-bahan yang digunakan adalah air, aquades, biang protexin, garam, jeruk lemon (lokal), media MRS-*broth*, susu kedelai merk V-Soy, susu kerbau rawa dari Pampangan-OKI, dan *rennet*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan dua faktor yaitu, (A) konsentrasi susu kedelai dan (B) konsentrasi biang protexin. Faktor A terdiri dari 3 taraf (0 %, 10 %, dan 20 %), sedangkan faktor B terdiri dari 2 taraf (2,5 % dan 5,0 %). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Parameter yang diamati meliputi karakteristik fisik (tekstur) (Faridah *et al.*, 2006), karakteristik kimia meliputi kadar air dan abu (AOAC, 2005), serta karakteristik sensoris (tekstur, kenampakan secara keseluruhan, dan aroma) menggunakan uji hedonik (Pratama, 2013). Analisa kadar lemak (metode Mojonnier, Apriyantono, 1989), protein (AOAC, 2005), *dried matter yield*, dan karakteristik mikrobiologi (total BAL) (Fardiaz, 1992) dilakukan terhadap perlakuan terbaik.

Data karakteristik fisik dan kimia diolah secara statistik menggunakan Analisis Keragaman (Ansira) dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5 %. Data karakteristik sensoris diolah secara statistik menggunakan uji *Friedman-Conover*.

Pembuatan Keju Mozarella

Pembuatan keju mozarella terdiri dari 3 tahap, diantaranya : 1). Persiapan isolat biang protexin; 2) Propagasi biang protexin; dan 3). Pembuatan keju mozzarella.

Persiapan Isolat Biang Protexin

Persiapan isolat bakteri mengacu pada penelitian Bangun (2009) yang telah dimodifikasi. Media MRS-*broth* ditimbang sebanyak 6,82 g dan diencerkan ke dalam 100 ml aquades, kemudian diaduk dengan spatula hingga homogen, lalu dipanaskan pada *hot plate* dan diaduk hingga mendidih. Media kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi (18 buah) yang masing-masing berisi 10 ml larutan. Tabung reaksi ditutup menggunakan *cotton plug* dan disterilisasi di dalam autoklaf (121 °C; 15 menit). Media didinginkan hingga suhu mencapai 35 °C, dan diinokulasi terhadap biang protexin. Media diinkubasi (37 °C; 24 jam), lalu media dapat digunakan. Media diketahui dapat hidup ditandai dengan adanya pertumbuhan koloni pada tabung reaksi tersebut.

Propagasi Biang Protexin

Propagasi biang protexin mengacu pada Widowati dan Misgiyarta (2002) yang telah dimodifikasi. Sebanyak 0,35 ml biang protexin dari MRS *broth* dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 34,65 ml *aquadest* divortex, lalu supernatannya dibuang. Aquades steril ditambahkan hingga 35 ml, divortex dan disentrifus kembali, kemudian supernatan dibuang. Lalu ditambahkan aquades steril hingga 35 ml, divortex dan starter siap digunakan. Sebanyak 35 ml biang protexin yang siap pakai diinokulasikan dalam susu kerbau sebanyak 315 ml. Susu kerbau diinkubasi (37 °C; 24 jam), dan biang protexin siap digunakan.

Pembuatan Keju Mozarella

Pembuatan keju mozarella berdasarkan Purwadi (2007) dan Wardani (2012) dengan sedikit modifikasi. Susu kerbau (3500 ml) dipasteurisasi (65 °C; 5 menit), lalu 487,5 ml susu dimasukkan ke dalam toples A₁B₁, 475 ml dimasukkan ke dalam toples A₁B₂, lalu 437,5 ml dimasukkan ke dalam toples A₂B₁, lalu 225 ml dimasukkan ke dalam toples A₂B₂, 387,5 ml dimasukkan ke dalam toples A₃B₁, dan 375 ml dimasukkan ke dalam toples A₃B₂.

Susu kedelai (300 ml) dipasteurisasi (63 °C; 30 menit), selanjutnya 50 ml susu kedelai dimasukkan ke dalam toples A₂B₁ dan A₂B₂, serta 100 ml susu kedelai dimasukkan ke dalam toples A₃B₁ dan A₃B₂. Semua susu dalam toples didinginkan hingga suhu 40 °C. Selanjutnya starter biang protexin sebanyak 12,5 ml dimasukkan ke dalam toples A₁B₁, A₂B₁, dan A₃B₁. Susu kedelai sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam toples A₁B₂, A₂B₂, dan A₃B₂. Semua toples ditutup dan diinkubasi selama 3 jam. Kemudian, campuran dituangkan ke dalam wadah berukuran 25 cm x 17 cm x 4 cm, lalu *rennet* (25 g) dan air jeruk lemon (25 g) ditambahkan ke dalam setiap wadah. Selanjutnya susu didiamkan selama 1 jam agar terbentuk *curd* yang kompak dan dapat dipotong membentuk kubus (1 cm x 1 cm x 1 cm).

Curd dan *whey* yang telah terbentuk dituangkan ke dalam cetakan keju (30 cm x 30 cm) yang telah diberi kain saring, lalu *whey* dibuang. *Curd* dimasukkan ke dalam plastik *zip lock* dan diberi garam sebanyak 1 g pada setiap perlakuan. *Curd* direndam dalam air es selama 1 jam. Keju mozarella yang diperoleh disimpan dalam ruang dingin (± 17 °C; ± 24 jam), kemudian dilakukan pengujian.

HASIL

Tekstur

Tekstur merupakan daya tahan suatu produk untuk mengubah bentuk akibat daya tekan yang diberikan (Apriani, 2009). Tekstur keju sangat beragam dari mulai lunak sampai keras (Bittante, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tekstur rata-rata keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin berkisar antara 9,50 *gf* hingga 17,47 *gf* (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis keragaman, konsentrasi susu kedelai, konsentrasi protexin, serta interaksi kedua faktor berpengaruh nyata terhadap nilai tekstur keju mozzarella.

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan. Tingginya kadar air mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, menyebabkan perubahan pada bahan pangan (Winarno, 2004). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air rata-rata keju mozzarella berkisar antara 72,00 % hingga 76,94 % (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis keragaman, konsentrasi susu kedelai berpengaruh nyata, sedangkan faktor konsentrasi biang protexin dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air keju mozzarella yang dihasilkan.

Kadar Abu

Abu merupakan komponen anorganik atau mineral yang terkandung dalam bahan pangan (Priadi *et al.*, 2018). Nilai kadar abu rata-rata keju mozzarella berkisar antara 1,52 % hingga 2,01 % (Tabel 1). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi susu kedelai, konsentrasi biang protexin, dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kadar abu keju mozzarella.

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin

Perlakuan	Tekstur Rerata (<i>gf</i>)	Kadar Air Rerata (%)	Kadar Abu Rerata (%)
A1B1 (0 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	17,47 ^c	72,00	1,73
A1B2 (0 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	13,82 ^b	72,93	2,01
A2B1 (10 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	12,28 ^{ab}	74,58	1,52
A2B2 (10 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	10,56 ^{ab}	76,67	1,72
A3B1 (20 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	9,50 ^a	76,89	1,63
A3B2 (20 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	10,33 ^a	76,94	1,69

Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama artinya berbeda tidak nyata

Karakteristik Sensoris

Analisa karakteristik sensoris merupakan identifikasi, pengukuran secara ilmiah, analisis dan interpretasi sifat-sifat produk ketika dirasakan oleh lima panca indera manusia yaitu penglihatan, pengecap, penciuman, perabaan dan pendengaran (Pratama, 2013). Karakteristik sensoris keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin diuji menggunakan uji hedonik/uji kesukaan. Uji kesukaan dilakukan untuk melihat penerimaan panelis terhadap keju mozzarella yang disajikan dengan memberikan penilaian berkisar antara sangat tidak suka sampai sangat suka (skor 1 sampai 4).

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian tidak suka (2,44) sampai suka (3,16) terhadap tekstur keju mozzarella. Panelis juga memberikan penilaian tidak suka (2,56) hingga suka (3,24) terhadap kenampakan keju mozzarella, tetapi memberikan penilaian suka (3,12 hingga 3,36) terhadap aroma keju mozzarella. Hasil uji

Friedman-Conover menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi susu kedelai dan konsentrasi biang protexin berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur dan kenampakan keju mozzarella (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik sensoris (uji hedonik) keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin

Perlakuan	Tekstur	Aroma	Kenampakan
A1B1 (0 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	3,12 ^c	3,16	3,20 ^c
A1B2 (0 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	2,92 ^b	3,24	2,88 ^b
A2B1 (10 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	2,44 ^a	3,12	2,56 ^a
A2B2 (10 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	3,16 ^c	3,12	3,24 ^c
A3B1 (20 % susu kedelai; 2,5 % biang protexin)	2,88 ^b	3,24	3,24 ^c
A3B2 (20 % susu kedelai; 5,0 % biang protexin)	2,92 ^b	3,36	2,92 ^b

Skor hedonik: 1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = suka; 4 = sangat suka

Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama artinya berbeda tidak nyata

Analisis Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik dalam penelitian ini dipilih berdasarkan skor tertinggi pada hasil uji hedonik (tekstur dan kenampakan secara keseluruhan), serta mempertimbangkan aspek kemanfaatan susu kedelai. Oleh sebab itu, perlakuan yang dipilih yaitu A2B2 (keju mozzarella dengan konsentrasi penambahan susu kedelai 10% dan biang protexin 5,0%).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tekstur rata-rata keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin berkisar antara 9 *gf* hingga 17 *gf*. Nilai tekstur tertinggi didapatkan dari penambahan susu kedelai 0% dan biang protexin 2,5%, sedangkan nilai tekstur terendah didapatkan dari faktor konsentrasi susu kedelai 20 % dan konsentrasi biang protexin 2,5 %.

Keju mozzarella dengan penambahan susu kedelai 10 % dan 20 % memiliki tekstur yang lebih lunak dibandingkan dengan keju mozzarella tanpa penambahan susu kedelai. Semakin banyak penambahan susu kedelai akan menyebabkan nilai tekstur keju mozzarella semakin menurun dan tekstur semakin lunak. Hal ini disebabkan oleh proses penggumpalan protein pada susu kedelai. Tekstur keju yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses koagulasi protein yang akan membentuk *curd*. Penambahan susu kedelai akan menghambat proses penggumpalan protein oleh *rennet* sehingga menghasilkan tekstur *curd* yang lunak. Sandra *et al.* (2007) menjelaskan bahwa *rennet* adalah enzim yang bersifat proteolitik dan dapat menggumpalkan protein susu dengan cara mengikat kasein. Susu kedelai tidak mengandung kasein sehingga *rennet* tidak dapat bekerja dengan baik untuk menggumpalkan protein pada susu kedelai. Hal ini didukung oleh Obatolu (2008) yang menyatakan bahwa proses koagulasi protein keju berbahan dasar kedelai terjadi secara tidak sempurna karena *rennet* tidak dapat menggumpalkan protein kedelai.

Tekstur juga dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada *curd*. Semakin tinggi kadar air maka *curd* yang dihasilkan akan semakin lunak (Wardani, *et al.*, 2018). Obatolu (2008) menambahkan bahwa protein kedelai sebagian besar bersifat hidrofilik sehingga lebih banyak mengikat air dan menghasilkan tekstur *curd* yang bersifat lunak dengan partikel yang halus. Perbedaan tekstur juga disebabkan oleh semakin berkurangnya kandungan lemak yang terdapat pada keju mozzarella seiring dengan semakin banyak penambahan susu kedelai. Susu kedelai memiliki kandungan lemak sebesar 2,5 g dalam 100 g bahan, sementara susu kerbau memiliki kandungan lemak sebesar 7,9 g dalam 100 g bahan (Intisari Online, 1998; Thomas, 2008).

Konsentrasi penambahan biang protexin juga mempengaruhi tekstur keju mozarella yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi biang protexin yang ditambahkan, maka nilai tekstur keju mozarella semakin meningkat. Penambahan starter bakteri protexin golongan mesofilik akan mengakibatkan tekstur yang lebih keras pada keju yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bakteri asam laktat akan mengkonversi laktosa menjadi asam laktat yang mengakibatkan suasana semakin asam pada tahap koagulasi, sehingga *whey* lebih mudah terbebas dari *curd* yang akan menurunkan kadar air keju. Semakin tinggi konsentrasi bakteri yang digunakan maka semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan dan akan meningkatkan aktivitas bakteri untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat (Mutia, *et al.*, 2013). Menurut Hidayat *et al.* (2006), penambahan kultur bakteri asam laktat akan membantu pembentukan *curd*, juga menentukan tekstur dan kadar air yang dihasilkan. Menurut Srifiansyah *et al.* (2005), keju yang memiliki pH rendah atau dalam kondisi yang lebih asam akan banyak kehilangan air dan memiliki kadar air yang rendah. Semakin rendah kadar air keju akan menghasilkan keju dengan tekstur yang lebih keras, begitu pula sebaliknya.

Komar *et al.* (2009) menyatakan bahwa kadar air merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tekstur keju. Tingginya kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini disebabkan oleh protein kedelai yang sudah menggumpal dapat mengikat air kembali. Berdasarkan hasil analisa kadar air, keju mozarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin tergolong dalam keju lunak (*soft cheese*) karena nilai kadar air reratanya berkisar antara 72 % hingga 77 %. Menurut USDA (2005), keju mozarella memiliki kandungan air sebanyak 52 % hingga 60 %. Daulay (1991) menambahkan bahwa kadar air keju lunak berkisar antara 50 % sampai 80 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi susu kedelai yang ditambahkan, maka kadar air keju mozarella yang dihasilkan semakin meningkat. Peningkatan kadar air keju mozarella secara nyata mulai terjadi pada penambahan susu kedelai 20 %. Keju mozarella dengan penambahan 20 % susu kedelai memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan keju mozarella tanpa penambahan susu kedelai dan keju mozarella dengan penambahan 10 % susu kedelai.

Peningkatan kadar air keju mozarella ini disebabkan oleh kandungan kadar air pada susu kedelai dan susu kerbau. Susu kedelai memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan susu kerbau. Dalam 100 g susu kedelai mengandung 90,80 g air, sedangkan dalam 100 g susu kerbau mengandung 83,10 g air (Jaya dan Didik 2009; Nio 1992). Kandungan protein pada susu kerbau dan susu kedelai juga mempengaruhi kadar air keju mozarella. Susu kerbau memiliki kandungan kasein yang dapat digumpalkan oleh *rennet*, sedangkan susu kedelai tidak memiliki kandungan kasein sehingga *rennet* tidak dapat menggumpalkan protein susu kedelai (Li *et al.*, 2013). Penggumpalan protein pada susu kedelai terjadi ketika penambahan asam yang berasal dari air jeruk lemon. Protein kedelai yang sudah menggumpal akan mengikat air kembali dari *whey* dan menyebabkan hidrasi parakasein karena protein kedelai seperti arginin, glisin, histidin, serin dan treonin bersifat hidrofilik (Kovalenko *et al.*, 2006). Hal tersebut menyebabkan semakin banyaknya kadar air yang terdapat pada *curd*.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kadar abu rata-rata keju mozzarella berkisar antara 1 % hingga 2 %. Kadar abu keju mozarella dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, terutama susu kedelai dan susu kerbau. Priadi *et al.* (2018) menyatakan bahwa abu merupakan komponen anorganik atau mineral yang terkandung dalam bahan pangan. Menurut Intisari Online (2008), dalam 100 g susu kedelai mengandung beberapa komponen mineral seperti kalsium 50 g, fosfor 4 g, dan besi 0,7 g. Thomas (2008)

menambahkan bahwa dalam 100 g susu kerbau mengandung kalsium 264 mg, fosfor 268 mg, magnesium 30 mg, kalium 107 mg, dan natrium 65 mg.

Hasil analisa sifat sensoris (uji hedonik) keju mozarella dengan penambahan susu kedelai dan biang protexin menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian tidak suka sampai suka terhadap tekstur dan kenampakan keju mozarella, tetapi memberikan penilaian suka terhadap aroma keju mozarella. Hasil skor hedonik tekstur tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 yaitu keju mozarella tanpa penambahan susu kedelai dengan konsentrasi biang protexin 2,5 %. Panelis memberikan skor hedonik rata-rata tertinggi pada keju mozarella dengan nilai tekstur rata-rata tertinggi.

Berdasarkan hasil uji hedonik, panelis memberikan skor hedonik rata-rata yang masuk kategori suka pada parameter aroma keju mozarella. Hasil uji *Friedman-Conover* menunjukkan bahwa perlakuan penambahan susu kedelai dan biang protexin berpengaruh tidak nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap aroma. Hal ini berarti bahwa panelis menyukai aroma keju mozarella untuk semua perlakuan. Aroma pada keju mozarella berasal dari jenis susu yang digunakan sebagai bahan baku. Hal ini sejalan dengan pendapat Suryani (2013) yang menyatakan bahwa aroma susu yang khas berasal dari asam lemak yang terdapat dalam susu. Asam lemak pada susu kerbau termasuk asam lemak volatil, asam lemak yang berpengaruh pada bau khas susu kerbau yaitu asam butirrat, kaproat, kaplirat, kaprat, dan laurat, diantaranya yang mudah larut adalah asam butirrat, kaprilat, dan kaprat.

Analisis kadar lemak, protein, jumlah total bakteri asam laktat dan *DM yield* dilakukan pada perlakuan terbaik A2B2 (keju mozarella dengan konsentrasi penambahan susu kedelai 10 % dan biang protexin 5,0 %). Berdasarkan hasil analisa, kadar lemak keju mozarella perlakuan A2B2 adalah sebesar 16,21 %. Menurut USDA (2005), kadar lemak pada keju mozarella adalah $\leq 10,8$ %, sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar lemak keju mozarella memenuhi syarat standar keju mozarella menurut USDA. Tingginya kandungan lemak yang dihasilkan dikarenakan bahan baku yang digunakan yaitu susu kerbau yang memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Walstra *et al.* (1999) dan Han *et al.* (2012) bahwa susu kerbau mengandung lemak berkisar antara 7–8 g lemak per 100 g susu. Selain susu kerbau, susu kedelai juga memiliki kandungan lemak yang berasal dari asam lemak tidak jenuh esensial seperti asam linoleat dan asam linolenat yang dibutuhkan oleh tubuh sebagai antioksidan (Astawan, 2004).

Hasil analisa juga menunjukkan bahwa kadar protein keju mozarella adalah 14,03 %. Kadar protein yang terdapat pada keju mozarella dipengaruhi oleh kandungan protein pada susu kerbau dan susu kedelai. Kadar protein juga dipengaruhi oleh BAL pada keju mozarella. Starter protexin golongan *Lactobacillus* merupakan bakteri asam laktat bersifat proteolitik karena menghasilkan enzim protease yang akan memecah peptida menjadi asam amino (Mangalisu *et al.*, 2015). Golongan *Lactobacillus* pada proses fermentasi selanjutnya mengubah asam amino menjadi lebih sederhana. Pemecahan senyawa protein menjadi lebih sederhana akan meningkatkan nilai bioavailabilitas protein terhadap tubuh. Hal ini sejalan dengan pernyataan Winarno (2004) bahwa selama proses fermentasi kandungan protein dipecah menjadi lebih sederhana dan menyebabkan protein lebih mudah diserap oleh tubuh.

Kandungan bahan kering (DM) adalah proporsi dari komponen total seperti serat, protein, abu, karbohidrat dan lipid yang larut dalam air, dan lain-lain. Berdasarkan hasil analisa, *DM yield* keju mozarella perlakuan A2B2 yaitu sebesar 52,3 %. Banks *et al.* (1989) menyatakan bahwa hasil bahan kering dipengaruhi oleh kandungan protein dan lemak yang terkandung dalam keju. Protein dan lemak merupakan komponen padatan yang

terdapat dalam susu sehingga semakin banyak kandungan protein dan lemak maka *DM yield* akan semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Metz *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa hasil bahan kering akan meningkat kurang lebih 0,18 % untuk setiap gram tambahan lemak dan protein.

Jumlah bakteri asam laktat pada produk fermentasi seperti keju menjadi sangat penting untuk mengatakan produk tersebut termasuk ke dalam pangan probiotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri asam laktat keju mozzarella perlakuan A2B2 adalah sebesar $7,45 \times 10^6$ CFU/g sampel. Jumlah total bakteri asam laktat pada keju mozzarella telah mencapai syarat minimum sebagai produk probiotik. Berdasarkan standar Codex 243 (2003), jumlah minimum mikroba hidup yang diinginkan untuk label spesifik produk susu fermentasi yaitu sebanyak 10^6 CFU/ml atau sebesar 6 log CFU/ml. BAL yang berpotensi sebagai probiotik harus mampu bertahan pada saluran pencernaan sehingga dapat memberikan manfaat kesehatan bagi inang apabila dikonsumsi secara teratur.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi penambahan susu kedelai berpengaruh nyata terhadap tekstur dan kadar air keju mozzarella, sedangkan konsentrasi penambahan biang protexin berpengaruh nyata terhadap tekstur keju mozzarella.
2. Interaksi antara konsentrasi susu kedelai dan konsentrasi protexin berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik (tekstur) dan karakteristik sensoris (tekstur dan kenampakan secara keseluruhan) keju mozzarella.
3. Keju mozzarella dengan konsentrasi penambahan susu kedelai 10 % dan protexin 5,0 % (A2B2) merupakan perlakuan terbaik dengan nilai tekstur 17,47 gf, kadar air 76,94 %, kadar abu 2,01 %, kadar protein 14,03 %, kadar lemak 16,21 %, *DM yield* 52,3 % dan total BAL $7,45 \times 10^6$ CFU/g, serta skor hedonik aroma 3,36, tekstur 3,16, dan kenampakan 3,24 (suka).

DAFTAR PUSTAKA

- Alveanita M. 2016. Susu Sapi vs Susu Kedelai. [[http:// www. pekalongankab. go.id/ informasi / artikel/pertanian/8222-susu-sapi-vs-susu kedelai.html](http://www.pekalongankab.go.id/informasi/artikel/pertanian/8222-susu-sapi-vs-susu-kedelai.html).] diakses pada 21 April 2020.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry*. Washington DC. United State of America.
- Apriani RN. 2009. *Mempelajari Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Air Tepung Jagung serta Kecepatan Ulir Ekstruder terhadap Karakteristik Snack Ekstrusi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Astawan M. 2004. *Tetap Sehat dengan Produk Makanan Olahan*. Solo : PT. Tiga Serangkai.
- Bangun RS. 2009. *Pengaruh fermentasi bakteri asam laktat terhadap kadar protein susu kedelai*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Banks, J, M., Brechany, E dan Christie, W, W., 1989. The production of low fat cheddar type cheeses. *Journal of Society of Dairy Technology*, 42(1), 6-9.
- Bittante G. 2011. Modeling rennet coagulation time and curd firmness of milk. *Journal of Dairy Science*. 94(12): 5821-5832.
- Calandrelli M. 2011. *Manual on the Production of Traditional Buffalo Mozzarella Cheese*. Food and Agriculture Organization of the United Nation, New York.

- Codex Alimentarius Committee. 2003. *Codex standard for fermented milk*. United Nation Roma: Food and Agriculture Organization.
- Damathanthi, Yopi E, Hasanah H, Setyawardani T, Rizqiati E, dan Putra P. 2014. Karakteristik susu kerbau sungai dan rawa di Sumatra Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 19(2) : 67 – 73.
- Daulay D. 1991. *Fermentasi Pangan*. F. d. Srikandi, Trans. Bogor: IPB.
- Expedito T dan Yala MD. 2010. The clinical efficacy of multi- strain probiotics (protexin) in the management of acute gastroenteritis in children two months to two years old. *PIDSP Journal*. 11(2):86-91.
- Fardiaz S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta :Gramedia Pustaka Utama.
- Faridah DNHD, Kusumaningrum N, Wulandari, dan Indrasti D. 2006. *Analisa Laboratorium*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB.
- Guinee TP, Feeney EP, Auty MAE dan Fox PF. 2002. Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of mozzarella cheese. *Journal of dairy science*, 85(7), 1665-1669.
- Güzeler N dan Yildirim C. 2016. The utilization and processing of soybean and soybean products. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 30(Special Issue): 546-553.
- Han XL, Lee FL, Zhang L, and Guo MR. 2012. Chemical composition of water buffalo milk and its low-fat symbiotic yoghurt development. *Functional Foods in Health and Disease*.2(4): 86–106.
- Hati S, Vij S, Mandal S, Malik RK, Kumari V, dan Khetra Y. 2012. A-galaktosidase activity and oligosaccharides utilization by lactobacilli during fermentation of soy milk. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38 (3): 1065-1071.
- Hidayat N, Padaga MC, dan Suhartini S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. CV Andi Offset:Yogyakarta.
- Hofi M. 2013. Buffalo milk cheese. *Buffalo bulletin*. 32:355-360.
- Intisari Online. 1998. Susu kedelai tak kalah dengan susu sapi.<http://www.indonesia.com/intisari/1998/agustus/susu.htm>. Diakses pada tanggal 12 november 2019.
- Kampas R. 2008. *Keragaman fenotipik morfometri tubuh dan pendugaan jarak genetik kerbau rawa di Kabupaten Tapanuli Selatan*, Propinsi Sumatera Utara. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Komar N, Hawa C, dan Rika P. 2009. Karakteristik termal keju mozzarella (kajian konsentrasi asam sitrat). *Jurnal Teknologi Pertanian* 10 (2) : 78–87.
- Kovalenko IV, Ripphe GR, Hurburgh CR. 2006. Determination of amino acid composition of soybeans (Glycine max) by near-infrared spectroscopy. *Journa of Agricultural and Food Chemistry*. 54(10):2485-3491.
- Legowo AM, Kusrahayu dan Mulyani S. 2009. *Ilmu dan Teknologi Susu*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lindgren SE dan Dobrogosz WJ. 1990. Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. *FEMS Microbiol*. 87(1- 2):149-163.
- Li Q, Xia Y, Zhou L, and Xie J. 2013. Evaluation of rheological, textural, microstructural and sensory properties of soy cheese spreads. *Food and Bioproducts Processing*. 91 : 429- 439.
- Madigan MT dan Martinko JM. 2006. *Biology of Microorganism*. Pearson Education International. ISBN 0-13-196893-9. p. 375-377.

- Mangalisu A, Nahariah, dan Wahniyathi H., 2015. Kemampuan fermentasi *Lactobacillus plantarum* pada telur infertil dengan waktu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*, 4(2), 70-73.
- Matondang RH dan Talib C. 2015. Pemanfaatan ternak kerbau untuk mendukung peningkatan produksi susu. *J. Litbang Pert.* 34(1):41-49.
- Metz IV, Coulon JB, and Pradel P. 2001. Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. *EDP Science*, 365-371.
- Mutia U, Saleh C, dan Daniel. 2013. Uji kadar asam laktat pada keju kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis*. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 10 (2):58-62.
- Narendranath N, Hynes S, Thomas K, and Ingledew W. 1997. Effects of *Lactobacilli* on yeast-catalyzed ethanol fermentations. *Appl. Environ. Microbiol.* 63(11): 4158.
- Ng-Kwai-Hang KF. 2003. *Milk proteins-heterogeneity fractionation and isolation*. In: Roginski H, Fuquay JW, Fox PF, editors, *Encyclopedia of Dairy Sciences*. London: Academic Press. pp. 1881- 1894.
- Nio. 1992. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Jakarta : FK UI.
- Nur SN, Saloko S, dan Kisworo D. 2015. Kajian mutu dan daya simpan keju mozzarella probiotik dari susu kerbau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1 (1) : 2443 – 3446.
- Obatolu VA. 2008. Effect pf different Coagulans on Yield and Quality of Tofu from Soymilk. *Europe Food Research Technology*. 226(1):467-472.
- Pratama F. 2013. *Evaluasi Sensoris*. Unsri Press, Palembang.
- Priadi G, Setiyoningrum F, Afiati F, dan Syarief R. 2018. Pemanfaatan *modified cassava flour* dan tepung tapioka sebagai bahan pengisi keju cedar olahan. *Jurnal Litbang Industri*. 8(2):67 – 76.
- Purwadi. 2007. Uji Coba penggunaan jus jeruk nipis dalam pembuatan keju Mozarella. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Tenak*. 2(2):28-34.
- Sameen AFM, Anjum N, Huma, dan Nawaz H. 2008. Quality evaluation of mozzarella cheese from different milk sources. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7(6): 753-756.
- Sandra S, Alexander M, dan Dalglish DG. 2007. The rennet coagulation mechanism of skim milk as observed by transmission diffusing wave spectroscopy. *Journal of Colloid and Interface Science*. 308(1): 364-373.
- Stefanini G. 1991. *Mozzarella Cheesemaking in Italy*. Proceedings of Marschall Italian & Specialty Cheese Seminars.
- Suryani DR. 2013. Profil aroma, aktivitas antioksidan dan intensitas warna susu kerbau akibat proses glikasi dengan penambahan rare sugar (Dpsikosa, L-psikosa, D-tagatosa, L-tagatosa). [Skripsi]. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.
- Syamsu K dan Elshahida K. 2018. Pembuatan keju nabati dari kedelai menggunakan bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 28 (2):154-161.
- Thomas CS. 2008. *Efficient Dairy Buffalo Production*. DeLaval International AB, Tumba. Sweden.
- USDA. 2005. *Commercial item description. Chese mozarella*, lite. The U.S. Departement of agriculture. United State.
- Wardani TS. 2012. *Karakteristik dan pemanfaatan bakteri asam laktat asal susu kambing untuk pembuatan keju dengan sifat probiotik*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wardani DH, Jos B, Abdullah, Suherman, dan Cahyono H. 2018. Komparasi jenis koagulan dan konsentrasinya terhadap karakteristik curd pada pembuatan keju lunak tanpa pemeraman. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 13(2)209-216.

- Widowati S dan Migiyarta. 2002. Efektivitas bakteri asam laktat (BAL) pada pembuatan produksi fermentasi berbasis protein/ susu nabati. *Prosiding seminar Hasil Rintisan dan Bioteknologi tanaman*. 360-373. Bogor.
- Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.