

Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap Mutu Produk Keju Analog Kacang Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*)

Effect of Concentration of *Lactobacillus plantarum* B1765 on Product Quality of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) Analogue Cheese Products

Fidelia Yustisia Adriane, Prima Retno Wikandari*

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Kota Surabaya, Indonesia

*corresponding author: primaretno@unesa.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765 pada mutu mikrobiologi (total bakteri asam laktat), kimia (pH dan total asam tertitrasi), fisik (kekerasan dan daya lekat), serta organoleptik (warna, aroma, dan rasa) keju analog kacang kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*). Konsentrasi kultur starter yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15%. Total bakteri asam laktat (BAL) diukur dengan metode *total plate count* (TPC), pH diukur menggunakan pH meter, total asam tertitrasi (TAT) diukur dengan metode titrasi asam basa. Kekerasan dan daya lekat diukur menggunakan *texture analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi kultur starter berpengaruh terhadap total BAL, pH, TAT, kekerasan, daya lekat, serta rasa, namun tidak berpengaruh terhadap warna dan aroma. Total BAL meningkat 1 log cycle dari $2,77 \times 10^6$ CFU/mL menjadi $7,36 \times 10^7$ CFU/mL. pH menurun dari 4,81 menjadi 4,52 dan TAT meningkat dari 0,21% menjadi 0,37%. Kekerasan meningkat dari 14,63 gram menjadi 16,83 gram. Daya lekat menurun dari 1,78 mJ menjadi 1,60 mJ. Uji organoleptik menunjukkan tingkat kesukaan warna, aroma, dan rasa tertinggi pada konsentrasi kultur starter 5% dengan nilai masing-masing yaitu 3,33; 2,83; dan 3,13 yang menunjukkan kecenderungan pada parameter “suka”. Konsentrasi kultur starter terbaik yaitu 5%. Produk yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai produk probiotik *L. plantarum* B1765.

Kata-kata kunci: keju analog, kacang kecipir, *L. plantarum* B1765, mutu produk.

Abstract. This study aimed to determine the effect of starter culture concentration *Lactobacillus plantarum* B1765 on product qualities including microbial (total lactic acid bacteria), chemical (pH and total titratable acidity), physics (hardness and cohesiveness), and organoleptic (colour, aroma, and taste) toward winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) analogue cheese. The concentrations of starter culture used were 5%, 10% and 15%. Total lactic acid bacteria (LAB), pH and total titratable acidity (TTA) were measured by total plate count (TPC) method, pH meter, and acid-base method respectively. Hardness and cohesiveness were measured using a texture analyzer. The results showed the concentrations of the starter culture affected the total LAB, pH value, TTA, hardness and cohesiveness, but weren't affected colour and aroma. Total LAB increased 1 log cycle from $2,77 \times 10^6$ CFU/mL to $7,36 \times 10^7$ CFU/mL. pH decreased from 4,81 to 4,52 and TTA increased from 0,21% to 0,37%. Hardness increased from 14,63 gram to 16,83 gram. Cohesiveness decreased from 1,78 mJ to 1,60 mJ. Organoleptic test showed the highest level of preference colour, aroma, and taste at 5% starter culture concentration with respective values 3,33; 2,83; and 3,13, showed parameters “like”. The best starter culture concentration is 5%. The final products qualified as probiotic products *L.plantarum* B1765.

Keywords: analogue cheese, winged bean, *L. plantarum* B1765, product quality.

1. Pendahuluan

Keju adalah salah satu produk makanan yang populer ditengah masyarakat. Organisasi Agrikultur dan Pangan Global memperkirakan kebutuhan keju meningkat 12,5% hingga tahun 2025, disamping

itu angka impor keju di Indonesia pada tahun 2020 stabil dan meningkat sekitar 50% pada periode Oktober ke November [1], [2]. Keju adalah kelompok makanan hasil fermentasi susu, diproduksi di seluruh dunia, dalam berbagai rasa, tekstur, dan bentuk [3]. Keju biasanya terbuat dari dadih susu olahan yang diproduksi terutama dari susu sapi dibantu dengan enzim rennet [4]. Sebagai bahan dasar keju, susu sapi mempunyai kandungan lemak sebesar 3,5% sehingga akan menimbulkan resiko penyakit kardiovaskular, selain itu keju ini tidak dapat dikonsumsi oleh intoleran laktosa [5], [6]. Untuk mengatasi hal tersebut penelitian mengenai penggunaan bahan nabati sebagai pengganti bahan dasar susu sapi dalam proses pembuatan keju mendapatkan perhatian [2].

Keju analog merupakan keju dimana protein atau lemak susunya digantikan oleh bahan berbasis non-susu, terutama yang berasal dari sayuran dan kacang-kacangan baik sebagian maupun seluruhnya [7]. Pembuatan keju analog banyak dikembangkan dengan memanfaatkan bakteri asam laktat (BAL) antara lain *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus* [8], [9]. Dalam proses pembuatan keju analog BAL akan memetabolisme karbohidrat menjadi berbagai macam asam yang menyebabkan pH substrat turun hingga mencapai titik isoelektrik protein, sehingga substrat mengalami denaturasi dan protein akan menggumpal membentuk *curd* [10]. Setelah menggumpal, *curd* dan *whey* kemudian dipisahkan, lalu dilanjutkan dengan penambahan garam dan pengocokan sehingga diperoleh keju analog bertekstur pasta yang stabil [11], [12].

Pembuatan keju analog dapat dikaitkan erat dengan pengembangan pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan olahan makanan yang tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dan gizi, tetapi memberikan efek baik yang menunjang sistem kekebalan tubuh, memberikan pertahanan terhadap infeksi, dan menekan alergi serta peradangan [13], [14]. Pangan fungsional yang banyak dikembangkan saat ini adalah pangan probiotik. Keju analog dapat dibuat dengan memanfaatkan asam laktat sebagai hasil metabolisme BAL probiotik untuk menggedapkan protein pada titik isoelektriknya. Probiotik memberikan manfaat kesehatan terutama pemeliharaan mikroflora usus normal, perlindungan terhadap patogen gastrointestinal, peningkatan kekebalan tubuh, penurunan kadar kolesterol dan tekanan darah tinggi, aktivitas anti-karsinogenik, peningkatan pemanfaatan nutrisi serta peningkatan nilai gizi makanan [13], [15]. BAL disebut probiotik bila mampu bertahan pada kondisi saluran pencernaan yaitu suasana pH rendah dan tinggi, resisten terhadap garam empedu, antibiotik, serta menghasilkan antimikrobia [16].

BAL yang memiliki fungsi probiotik salah satunya adalah *Lactobacillus plantarum* B1765 yang merupakan salah satu isolat bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*), strain tersebut memiliki ketahanan hidup lebih dari 92% pada kondisi pH lambung (1; 2; 3) dan pH usus (7,5 dan 8). Selain itu *L. plantarum* B1765 mempunyai ketahanan terhadap garam empedu dan *Bile Salts Hydrolase* (BSH) lebih dari 90% [13]. Strain *L. plantarum* B1765 juga terbukti resisten terhadap antibiotik amoksilin hingga konsentrasi 50ppm [14]. Metabolisme dari *L. plantarum* B1765 menghasilkan bakteriosin yang menunjukkan aktivitas antagonis terhadap bakteri patogen di saluran pencernaan manusia seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, dengan nilai aktivitas penghambatan sebesar 1577,392 AU/mL dan 2062,259 AU/mL [17]. Strain *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan peptida biotif sebagai Inhibitor ACE (*Angiotensin-I-Converting-Enzyme*) sehingga menekan tekanan darah sistol pada hewan coba secara signifikan dalam jangka waktu berkelanjutan [18], [19]. Hasil metabolisme dari *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan SCFA (*Short Chain Fatty Acids*) yang berperan pada metabolisme glukosa hewan coba dalam meningkatkan produksi insulin secara signifikan sehingga berpotensi sebagai antidiabetes [15]. Selain memanfaatkan komponen probiotik, pangan fungsional juga diklasifikasikan berdasarkan komponen aktif yang ditambahkan atau terdapat secara alami seperti serat, flavonoid, mineral, vitamin, karotenoid, asam lemak dan oligosakarida [20].

Bahan nabati yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk keju olahan adalah kacang kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*). Kecipir juga dikenal sebagai “soybean in the tropics” [21]. Kandungan protein dalam kecipir sebesar 29-37%, komposisi asam amino dalam kecipir identik

dengan kacang kedelai dengan jenis asam amino metionin dan sistein [22]. Kandungan protein dan lemak dalam kecipir yang sebanding dengan kedelai belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar produk pangan fungsional [23]. Kandungan kacang kecipir yang tinggi protein dapat digumpalkan untuk membentuk *curd* oleh aktivitas *L. plantarum* B1765 yang memetabolisme karbohidrat menjadi asam-asam organik. Kecipir juga mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi [22]. Pembuatan keju analog kacang kecipir dengan memanfaatkan *L. plantarum* B1765 probiotik tentunya akan dapat memberikan nilai tambah sebagai pangan fungsional antara lain menghasilkan bakteriosin, antihipertensi dan menurunkan kadar glukosa dalam darah.

Keju analog dari ekstrak nabati biasanya diolah menghasilkan keju jenis *Fresh/ Soft Cheeses*, keju ini memiliki karakteristik bertekstur lunak, lembut, dan menyerupai pasta [24]. Pembuatan keju analog dari ekstrak nabati kacang kecipir dengan memanfaatkan BAL probiotik *L. plantarum* B1765 yang merupakan BAL lokal mampu menambah varietas baru dalam penyediaan pangan fungsional nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kultur starter pada mutu produk keju analog kacang kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*). Variabel konsentrasi BAL diperlukan untuk mendapatkan kondisi optimum yang mendekati titik isoelektrik sehingga menghasilkan produk keju yang memenuhi mutu fisik dan organoleptik. Oleh sebab itu diperlukan data meliputi mutu mutu mikrobiologi (total BAL), mutu kimia (total asam tertitrasi dan pH), mutu fisik (kekerasan dan daya lekat) dan mutu organoleptik.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Kacang kecipir kering, aquademineral, NaHCO₃ (Nonik), MRS broth (Merck), CaCO₃ (PUDAK Scientific), agar serbuk *white plain* (Swallow), kultur starter *L. plantarum* B1765, NaCl (Merck), essence keju (Toffieco), garam, NaOH 1N (Merck), dan indikator phenolphthalein (Merck).

2.2. Preparasi kultur starter L. plantarum B1765

Isolat *L. plantarum* B1765 diambil sebanyak 1000µL kemudian diinokulasikan ke dalam 9 mL MRS broth dan diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Kultur yang tumbuh selanjutnya dipisahkan dengan cara *sentrifuge* selama 5 menit pada 3500 rpm. Selanjutnya supernatant didekantasi dan residu pellet disuspensi dalam 10mL larutan steril NaCl 0,85% dan di-*sentrifuge*. Pellet selanjutnya diresuspensi di dalam 10mL larutan NaCl 0,85% sehingga siap digunakan sebagai kultur starter.

2.3. Pembuatan ekstrak kacang kecipir

Kacang kecipir kering ±75 g disortir dan dicuci, kacang yang mengambang dibuang lalu ditiriskan. Kacang kecipir bersih direndam dalam larutan NaHCO₃ 0,5% selama 21-24 jam. Kacang kecipir yang telah direndam ditiriskan dan dipisahkan dari kulit arinya. Selanjutnya, kacang tersebut dihaluskan menggunakan *blender* dengan penambahan air 1:4 (b/v), kemudian diperas hingga menghasilkan ekstrak kacang kecipir.

2.4. Pembuatan keju pasta analog

Ekstrak kacang kecipir dipasteurisasi selama 30 menit lalu didinginkan hingga suhunya 37°C. Selanjutnya ditambahkan inokulum berkonsentrasi 5%, 10% dan 15% (v/v), ke dalam ekstrak kacang yang telah dingin. Ekstrak tersebut diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Setelah ekstrak kacang kecipir difermentasi, *curd* yang terbentuk disaring dan dikocok dengan *mixer* selama 30 menit. Setelah dikocok *curd* yang diperoleh diperam selama 24 jam pada suhu 2-4°C. Ketika proses pemeraman selesai *curd* ditambahkan dengan 1% garam (b/b)

kemudian dikocok ulang dengan *mixer* sehingga diperoleh keju analog dari kacang kecipir yang bertekstur pasta. Keju tersebut dikemas dalam wadah dan disimpan pada *refrigerator*.

2.5. Pengujian mutu Mikrobiologi

Uji total Bakteri Asam Laktat (BAL) dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Sampel keju analog kacang kecipir diambil 1 mL lalu diencerkan dengan larutan NaCl 0,85% pada nilai pengenceran 10^1 - 10^8 selanjutnya diambil 1 mL dan dilakukan *plating* pada media *MRS broth* agar yang ditambahkan CaCO_3 1%. Selanjutnya *plate* diinkubasi terbalik pada suhu 37°C selama 48 jam. Total BAL dihitung menggunakan metode TPC dengan menghitung koloni bakteri yang tumbuh ditandai dengan adanya zona lingkaran bening, total BAL dinyatakan dalam CFU/mL.

2.6. Pengujian mutu Kimia (pH dan TAT)

Besar pH ditentukan menggunakan pH meter yang telah distandarisi dengan larutan *buffer* pH 6,86 dan 4,01. Total asam tertitiasi (TAT) pada keju analog kacang kecipir diukur dalam bentuk presentase asam laktat. Sebanyak 10 mL sampel keju diencerkan di dalam labu ukur 100 mL. Setelah diencerkan sampel dipipet sebanyak 20 mL lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan indikator *phenolphthalein*, selanjutnya dititrasi dengan NaOH 1N hingga terjadi perubahan warna merah muda yang tetap.

2.7. Pengujian mutu Fisik dan Organoleptik

Uji mutu fisik pada keju analog dari kacang kecipir dilakukan menggunakan *texture analyzer* dengan metode *Teksture Profil Analyzer* (TPA), uji ini meliputi kekerasan dan daya lekat. Uji sensoris yang dilakukan meliputi uji hedonik atau tingkat kesukaan aroma, rasa dan warna. Pengujian ini menggunakan 30 panelis untuk memberikan kesan terhadap tingkat kesukaan aroma, rasa dan warna. Skala hedonik yang digunakan adalah skala numerik sebagai berikut:

1 = Sangat Tidak Suka 2 = Tidak Suka 3 = Suka 4 = Sangat Suka

2.8. Pengolahan Data

Data penelitian yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan program IBM Statistics SPSS 25. Data yang diperoleh dari pengujian total BAL, pH, TAT, kekerasan dan daya lekat diolah dengan uji *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD* (*Least Significant Difference*). Data organoleptik yang diperoleh diolah dengan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Mann-Whitney*.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

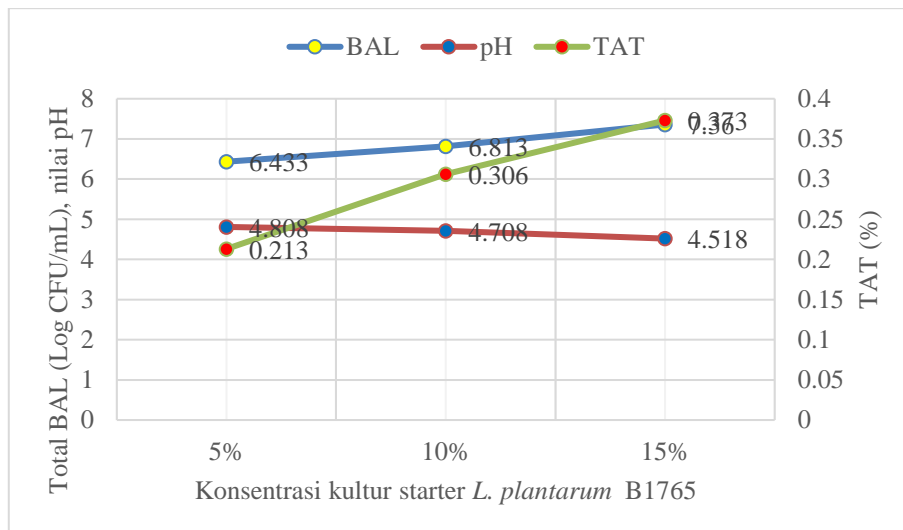
Data hasil pengujian mutu mikrobiologi (Total BAL), Kimia (pH, dan TAT), dan Fisik (Kekerasan dan Daya Lekat) ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Mutu Mikrobiologi, Kimia dan Fisik Keju Analog Kacang Kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*)

Konsentrasi Kultur Starter <i>L. plantarum</i> B1765	Rata-rata Total BAL (CFU/mL)	pH	TAT (%)	Kekerasan (gram)	Daya Lekat (mJ)
5%	$2,770 \times 10^6$ ^a	4,808 ^a	0,213 ^a	14,633 ^a	1,783 ^a
10%	$6,813 \times 10^6$ ^a	4,708 ^b	0,306 ^b	16,133 ^{a,b}	1,600 ^b
15%	$7,360 \times 10^7$ ^b	4,518 ^c	0,373 ^c	16,833 ^b	1,620 ^b

Keterangan: a, b, c dalam satu kolom menunjukkan perbedaan secara nyata pada taraf 5% dengan uji LSD (*Least Significant Difference*)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa data total (BAL), nilai pH, total asam tertitiasi (TAT), kekerasan dan daya lekat terdistribusi normal dan terbukti homogen sehingga memenuhi syarat untuk dilakukannya uji *One Way* ANOVA. Berdasarkan hasil uji *One Way* ANOVA diketahui bahwa konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap total BAL, pH, TAT, kekerasan dan daya lekat. Hasil uji *Post Hoc* LSD menunjukkan perbedaan secara signifikan antara perlakuan kultur starter konsentrasi 5% dengan 15% dan 10% dengan 15%, namun tidak berpengaruh secara signifikan antara perlakuan kultur starter konsentrasi 5% dengan 10%, terhadap total BAL keju analog kacang kecipir. Pada hasil uji *Post Hoc* LSD terhadap nilai pH dan TAT dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan untuk setiap perlakuan konsentrasi kultur starter keju analog kacang kecipir. Selanjutnya hasil uji *Post Hoc* LSD terhadap parameter kekerasan menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan antara perlakuan konsentrasi kultur starter 5% dengan 15%, namun tidak berpengaruh secara signifikan antara perlakuan konsentrasi kultur starter 5% dengan 10% dan 10% dengan 15% keju analog kacang kecipir. Pada parameter daya lekat keju analog kacang kecipir, hasil uji *Post Hoc* LSD menunjukkan bahwa adanya perbedaan secara signifikan antara perlakuan konsentrasi kultur starter 5% dengan 10% dan 5% dengan 15%, sedangkan antara perlakuan konsentrasi kultur starter 10% dengan 15% menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan. Hasil pengujian BAL, pH dan TAT terhadap keju analog dengan konsentrasi kultur starter 5%, 10% dan 15% ditunjukkan ada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara BAL, pH dan TAT

Gambar 1 menunjukkan bahwa bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 berbanding lurus dengan bertambahnya total bakteri asam laktat (BAL) dan total asam tertitiasi (TAT), sehingga semakin besar konsentrasi kultur starter yang ditambahkan pada keju analog kacang kecipir semakin tinggi juga total BAL dan total asam tertitiasi dalam keju. Selanjutnya diketahui bahwa bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 berbanding terbalik dengan nilai pH, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi kultur starter maka nilai pH akan semakin menurun, penurunan pH ini mengindikasikan bahwa keasaman keju analog kacang kecipir meningkat. Rata-rata total BAL minimum yang didapatkan dari penelitian ini sebesar $2,770 \times 10^6$ CFU/mL yaitu pada perlakuan konsentrasi kultur starter 5% keju analog kacang kecipir, serta maksimum sebesar $7,360 \times 10^7$ CFU/mL pada perlakuan konsentrasi kultur starter 15% keju analog kacang kecipir. Perolehan total BAL pada setiap perlakuan konsentrasi kultur starter keju analog kacang kecipir sudah memenuhi syarat untuk disebut sebagai produk probiotik karena memiliki nilai total BAL $\geq 10^6$ CFU/mL atau CFU/g bakteri asam laktat yang mampu hidup pada saat dikonsumsi oleh manusia sesuai dengan standart ISO 19344: 2015 [25].

Ekstrak kacang kecipir mengandung karbohidrat tinggi sehingga dapat menjadi media tumbuh yang baik bagi *L. plantarum* B1765, terbukti dengan total BAL keju analog kacang kecipir

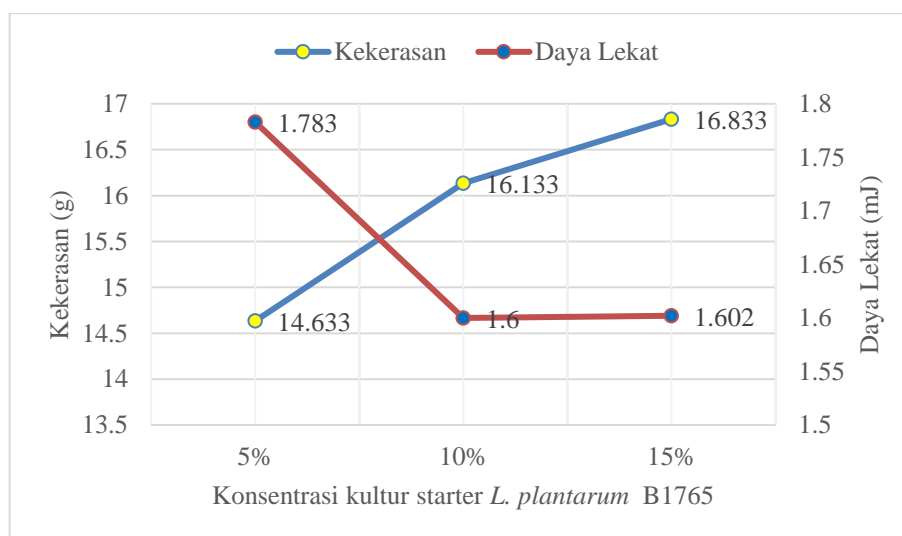
meningkat 1 log *cycle* dari perlakuan kultur starter 5% ke 15%. Kandungan karbohidrat dari kacang kecipir mencapai 41,71% [26]. Seiring dengan bertambahnya konsentrasi kultur starter, total BAL yang dihasilkan menjadi semakin meningkat, kecenderungan ini terjadi karena semakin banyak kultur starter yang hidup pada substrat sehingga semakin banyak karbohidrat yang diubah menjadi asam laktat [27]. Pada penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa total BAL pada keju kedelai yang difermentasi dengan BAL yang diisolasi dari dadih total BAL mencapai $2,570 \times 10^6$ CFU/g pada konsentrasi kultur starter 15%, sehingga dapat disebut makanan probiotik [28]. Penelitian lain menyebutkan bahwa pembuatan keju nabati kedelai sinbiotik yang memanfaatkan *Lactobacillus acidophilus* KDLDS 1.0738 sebanyak 5% menunjukkan total BAL sebesar $4,676 \times 10^8$ CFU/g, berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa strain *Lactobacillus* memiliki potensi untuk di gunakan sebagai kultur starter keju nabati [9].

Asam laktat dan asam-asam organik lainnya sebagai hasil dari fermentasi mengakibatkan pH substrat menurun. Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1756 dapat meningkatkan total BAL dan menurunkan nilai pH. Seiring dengan total BAL yang meningkat terjadi pula penurunan pH [10]. pH tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi kultur starter 5% keju analog kacang kecipir senilai 4,808 dan pH terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi kultur starter 15% keju analog kacang kecipir senilai 4,518. Nilai pH yang didapatkan dari setiap perlakuan pada keju analog kacang kecipir sesuai dengan standar SNI untuk produk makanan keju olahan yakni berada pada rentang antara 4,1 sampai 5,3 [29]. pH pada penelitian ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan pH hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa nilai pH berkisar antara 4,17 sampai 4,52 untuk keju kedelai sinbiotik yang di fermentasi dengan *L. acidophilus* KLDS 1.0738 dengan waktu pemeraman selama 28 hari [9]. Selain itu, pada penelitian [28] dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam 12 jam BAL yang diisolasi dari dadih berhasil menurunkan pH keju kedelai nabati hingga 4,5 dimana merupakan titik isoelektrik dari ekstrak kacang kedelai. Penurunan pH disebabkan oleh peningkatan aktivitas *L. plantarum* B1765 yang terus menerus menghidrolisis karbohidrat menjadi asam-asam organik, sehingga mencapai pH isoelektrik protein ekstrak kacang kecipir. Kacang kecipir mengandung protein tinggi yakni sekitar 29,65% [26], protein tersebut sebagian besar adalah albumin, globulin dan glutein. pH isoelektrik pada kacang kecipir dalam mengendapkan albumin adalah 4, globulin adalah 3,8 dan glutein 5,0. Ketika pH substrat mencapai pH isoelektrik maka terjadi penggumpalan protein pada ekstrak kacang kecipir [30]. Penggumpalan protein yang terjadi pada penelitian ini dinilai masih belum maksimal karena BAL hanya mampu menurunkan pH ekstrak kacang kecipir pada rentang 4,808 hingga 4,518, namun demikian *L. plantarum* B1765 mampu menurunkan pH substrat hingga pada rentang pH isoelektrik dan protein tetap dapat menggumpal menghasilkan *curd*. Penurunan pH kemungkinan dapat dimaksimalkan dengan tambahan waktu fermentasi, sedangkan pada penelitian ini penambahan konsentrasi kultur starter hanya mampu menambahkan pertumbuhan BAL sampai 1 log *cycle*. Selama proses fermentasi asam laktat akan diurai menjadi ion H^+ dan ion $CH_3CHOHCOO^-$, sehingga semakin tinggi total bakteri asam laktat semakin banyak pula ion H^+ yang dilepaskan. Pelepasan ion H^+ tersebut mengakibatkan pH substrat akan menurun hingga mencapai titik isoelektrik [31].

Seiring dengan total BAL yang meningkat terjadi pula peningkatan terhadap total asam tertitiasi (TAT). Hubungan antara total BAL dan TAT pada keju kacang kecipir ditunjukkan pada Gambar 1. Semakin besar konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 pada keju analog kacang kecipir semakin besar pula nilai TAT. Nilai TAT yang tertinggi ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi kultur starter 15% keju analog kacang kecipir senilai 0,373%, selain itu nilai TAT yang terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi kultur starter 5% keju analog kacang kecipir senilai 0,213%. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan nilai TAT sebesar 0,13% untuk keju dengan bahan dasar 60% ekstrak kacang kedelai, 0,09% untuk keju dengan bahan dasar 100% ekstrak kacang kedelai dan 0,12% untuk keju dengan bahan dasar ekstrak kacang mete yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* [8]. Data lain mengenai pembuatan keju analog dari ekstrak kacang kedelai dengan memanfaatkan *L. acidophilus* KLDS 1.0738 menunjukkan nilai TAT pada

rentang 0,5% sampai 0,7% dengan proses pemeraman selama 28 hari [9]. Peningkatan aktivitas BAL menyebabkan terjadinya peningkatan total asam tertitrasi, hal ini disebabkan oleh semakin banyak karbohidrat yang diuraikan seiring oleh kultur starter yang digunakan selama proses fermentasi [11]. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dilaporkan bahwa *L. plantarum* merupakan strain terbaik untuk meningkatkan total asam tertitrasi untuk produk keju pasta [32]. Strain *L. plantarum* WCFS1 menunjukkan kemampuan tumbuh yang baik pada substrat kacang-kacangan seperti kacang kedelai dan kacang hijau [33]. Selain itu, penelitian [34] menunjukkan bahwa *L. plantarum* B1765 mampu mendegradasi 95% karbohidrat menjadi asam laktat dan asam-asam organik lainnya. Oleh karenanya penambahan konsentrasi kultur starter akan memperbesar kesempatan karbohidrat untuk dipecah sehingga menghasilkan asam laktat yang meningkatkan nilai TAT.

Selain berpengaruh terhadap mutu mikrobiologi dan kimia, perlakuan konsentrasi kultur starter pada keju analog kacang kecipir berpengaruh juga terhadap mutu fisik yaitu kekerasan dan daya lekat. Hubungan antara kekerasan dan daya lekat dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kekerasan dan Daya Lekat

Gambar 2 menunjukkan bahwa seiring dengan konsentrasi kultur starter yang semakin besar, kekerasan produk juga semakin meningkat. Kekerasan tertinggi terdapat pada perlakuan kultur starter 15% keju analog kacang kecipir dengan nilai kekerasan 16,833gram, sedangkan nilai kekerasan terendah adalah 14,633gram yaitu pada perlakuan kultur starter 5% keju analog kacang kecipir. Kekerasan atau *hardness* digunakan untuk mendeskripsikan ketidakhalusan dari produk. Kekerasan adalah nilai maksimum dari gigitan pertama atau gaya tekan pertama dari suatu produk pangan [35]. Kekerasan dapat meningkat karena polisakarida ekstraseluler atau bahan bioaktif yang dihasilkan dari proses fermentasi meningkatkan viskositas pada produk akhir. [9]. Berdasarkan uraian yang dibahas sebelumnya diketahui bahwa ketika konsentrasi kultur starter bertambah akan menyebabkan pH substat menurun sehingga memungkinkan semakin banyaknya protein yang digumpalkan. Banyaknya protein yang digumpalkan akan meningkatkan viskositas *curd* yang dihasilkan setelah proses fermentasi selesai [36]. Hal tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kekerasan *curd* yang dihasilkan setelah proses fermentasi pada ekstrak kacang kedelai bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi kultur starter yang digunakan. Proses fermentasi tersebut memanfaatkan kultur starter *L. plantarum* JMC-1 [37]. Perbedaan viskositas pada setiap perlakuan konsentrasi kultur starter terhadap keju analog kacang kecipir dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Keju Analog Kacang Kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*)

Berbeda dengan kekerasan, daya lekat semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765. Daya lekat terendah terdapat pada perlakuan kultur starter 15% keju analog kacang kecipir senilai 1,602mJ, sedangkan nilai daya lekat tertinggi terdapat pada perlakuan kultur starter 5% keju analog kacang kecipir senilai 1,783mJ. Daya lekat atau *cohesiveness* adalah area tekan dari kompresi kedua hingga kompresi pertama. Daya lekat merupakan tingkatan bahan saat dapat dihancurkan oleh gerakan mekanis. Daya lekat berbanding terbalik dengan kekerasan [35]. Daya lekat berhubungan erat dengan kandungan minyak [38]. Berdasarkan uraian sebelumnya, seiring dengan bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 pada proses fermentasi, diduga semakin besar juga kesempatan kandungan minyak dalam substrat yang diubah menjadi asam lemak bebas, hal ini menyebabkan turunnya daya lekat keju analog kacang kecipir. Hal ini didukung oleh penelitian mengenai pembuatan *spread-cheese* analog dengan memanfaatkan protein dan lemak kacang kedelai yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh semakin rendah nilai daya lekat yang diperoleh [30].

Setelah dilakukan analisis terhadap profil tekstur meliputi kekerasan dan daya lekat untuk melihat pengaruh konsentrasi kultur starter terhadap mutu fisik dari keju analog kacang kecipir, sebagai produk pangan perlu dilakukannya uji organoleptik. Hasil uji organoleptik keju analog biji kecipir ditunjukkan pada Tabel 2.

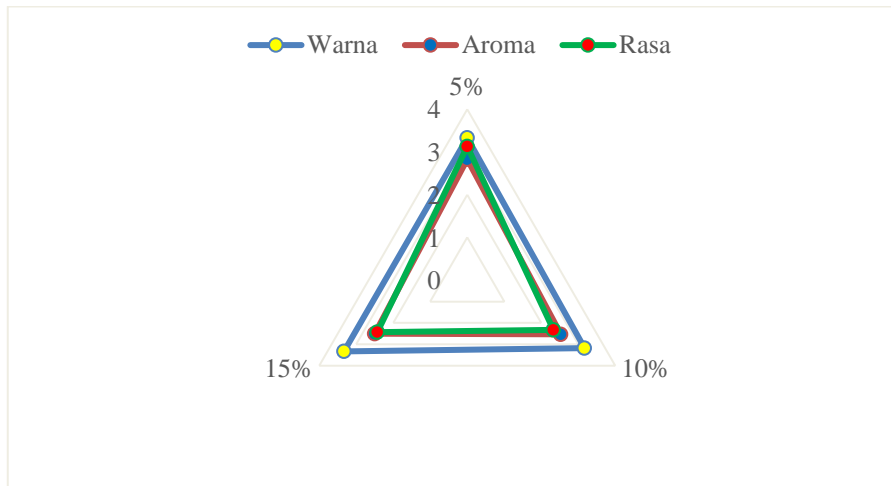
Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik Keju Analog Kacang Kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*)

Parameter	Nilai Mean Uji Organoleptik Sampel		
	5%	10%	15%
Warna	3,33 ± 0,606 ^a	3,17 ± 0,461 ^a	3,33 ± 0,606 ^a
Aroma	2,83 ± 0,592 ^a	2,53 ± 0,571 ^a	2,50 ± 0,572 ^a
Rasa	3,13 ± 0,819 ^a	2,33 ± 0,711 ^b	2,43 ± 0,774 ^b

Keterangan: a dan b dalam satu baris menunjukkan perbedaan secara nyata pada taraf 5% dengan uji *Post Hoc Mann-Whitney*

Berdasarkan hasil uji statistik non-parametrik *Kruskal-Wallis* dapat diketahui bahwa konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap parameter warna dan aroma, namun berpengaruh secara signifikan pada parameter rasa. Nilai rata-rata uji organoleptik pada sampel untuk parameter warna lebih besar dari 3 (suka). Secara umum warna pada ekstrak nabati erat kaitannya dengan reaksi *Maillard* [39]. Reaksi tersebut adalah reaksi dimana kondensasi karbonil dan amino membentuk senyawa melanoidin yang menyebabkan perubahan warna substrat menjadi coklat. Salah satu hal yang mempengaruhi reaksi *Maillard* secara langsung adalah suhu tinggi ($\geq 90^{\circ}\text{C}$) [40]. Proses pemanasan pada penelitian ini dilakukan hingga suhu $\leq 80^{\circ}\text{C}$ selama proses pasteurisasi, sehingga reaksi *Maillard* masih belum terjadi. Warna dari ekstrak kacang kecipir yang digunakan untuk produksi keju berwarna putih kekuningan, sehingga keju yang dihasilkan juga berwarna putih kekuningan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa hal utama yang mempengaruhi warna produk keju hasil fermentasi dengan memanfaatkan BAL adalah warna asli dari ekstrak kacang-kacangan terkait [38]. Selanjutnya, nilai rata-rata parameter aroma lebih besar atau sama dengan 2,5 (tidak suka-suka). Semakin banyak kultur starter yang digunakan dalam penelitian ini semakin kecil juga skor kesukaan parameter aroma keju analog kacang kecipir. BAL yang digunakan selama proses fermentasi mampu menghidrolisis protein dan lemak dari ekstrak kacang kecipir. Protein akan dihidrolisis menjadi biopeptida dan lemak

dihidrolisis menjadi asetaldehid. Asetaldehid adalah senyawa yang membuat aroma keju analog kacang kecipir menjadi semakin tajam [28]. Hasil yang sama diperoleh dari penelitian [41], yang menyatakan bahwa keju nabati kedelai yang difermentasi dengan *L. bulgaricus* memiliki profil aroma yang tajam dan kurang disukai. Sesuai dengan hasil yang diperoleh dari uji *Kruskal-Wallis*, selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc Mann-Whitney* terhadap parameter rasa dari setiap perlakuan konsentrasi kultur starter keju analog kacang kecipir. Uji *Post Hoc Mann-Whitney* bertujuan untuk menginterpretasi perlakuan konsentrasi kultur starter mana yang menghasilkan keju analog kacang kecipir yang paling disukai oleh panelis. Hasil interpretasi data tersebut digambarkan sesuai pada Gambar 4.



Gambar 4. Uji Hedonik terhadap Warna, Aroma, dan Rasa Keju Analog Kacang Kecipir

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa keju dengan tingkat kesukaan tertinggi adalah keju dengan konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 sebesar 5%. Semakin besar konsentrasi kultur starter pada keju analog kacang kecipir maka cita rasa keju akan semakin pahit. Hal ini disebabkan oleh senyawa pahit yang terdapat pada kacang kecipir. Diketahui kacang kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) banyak mengandung asam amino esensial seperti valin dan leusin [22]. Jenis asam amino valin dan leusin tersebut merupakan *bitter compound* yang mempengaruhi rasa pahit pada produk keju analog kacang kecipir [42]. Rasa pahit tersebut disebabkan oleh semakin banyaknya kultur starter yang ditambahkan sehingga asam amino yang terhidrolisis menjadi biopeptida semakin meningkat. Biopeptida seperti valin dan leusin juga akan ikut terhidrolisis dalam jumlah yang semakin besar sehingga akan menghasilkan rasa yang semakin pahit [28].

Hasil interpretasi data organoleptik menunjukkan keju analog kacang kecipir dengan konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 5% adalah konsentrasi terbaik yang disukai berdasarkan parameter warna, aroma, dan rasa. Selain dari penilaian organoleptik, konsentrasi terbaik kultur starter pada keju analog kacang kecipir dapat ditinjau dari mutu mikrobiologi, kimia dan fisiknya. Keju analog kacang kecipir dengan konsentrasi kultur starter 5% memiliki total BAL $2,770 \times 10^6$ CFU/mL hasil tersebut memenuhi standar makanan olahan probiotik berdasarkan ISO 19344: 2015 [25]. Berdasarkan mutu kimia dan fisik, keju analog kacang kecipir dengan konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 5% memiliki nilai pH yang berada pada rentang 4,1-5,3 sehingga memenuhi syarat SNI [34]. Nilai TAT, kekerasan dan daya lekat juga telah sesuai dengan penelitian pengembangan keju vegan sebelumnya. Konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 5% pada proses pembuatan keju analog kacang kecipir juga dapat menghemat biaya produksi namun tidak mengurangi manfaatnya sebagai makanan probiotik berdasarkan mutu mikrobiologi, kimia, dan fisik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan bahwa bertambahnya konsentrasi kultur starter *L. plantarum* B1765 selama proses fermentasi berpengaruh pada mutu mikrobiologi (total BAL), kimia (pH dan TAT), fisik (kekerasan dan daya lekat), dan organoleptik (rasa), tetapi tidak berpengaruh pada warna dan aroma pada keju analog kacang kecipir (*Psophocorpus tetragonolobus*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kultur starter terbaik untuk keju analog kacang kecipir yaitu sebesar 5% dengan total BAL sebesar $2,770 \times 10^6$ CFU/mL, pH senilai 4,808, total asam tertitrasi (TAT) sebesar 0,213%, kekerasan senilai 14,633gram dan daya lekat senilai 1,783mJ. Tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,33; 2,83; dan 3,13.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Statistik Nasional, "Impor Komoditi Pertanian Berdasarkan Negara Asal Subsektor : Peternakan (Segar,Olahan,Hidup)," *Kementrian Pertanian*, 2020. <http://database.pertanian.go.id/eksim2012/hasilimpornegaraasal.php> (accessed Sep. 23, 2021).
- [2] F. Wang, N. Liu, K. Li, T. Ma, F. Ren, and J. Luo, "Effects of Enzyme-Modified Soybean Beverage on the Composition, Yield, Functionality and Microstructure of Cheddar Cheese-Like Products," *LWT*, vol. 116, p. 108498, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.lwt.2019.108498.
- [3] P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, and P. L. H. McSweeney, *Fundamentals of Cheese Science*. Boston, MA: Springer US, 2017. doi: 10.1007/978-1-4899-7681-9.
- [4] I. S. I and A. O, "Production of Soy Cheese from Vegetable Protein Using Different Coagulants," *Journal of Nutrition and Health Sciences*, vol. 5, no. 1, p. 5, 2018.
- [5] P. J. Huth and K. M. Park, "Influence of Dairy Product and Milk Fat Consumption on Cardiovascular Disease Risk: A Review of the Evidence," *Advances in Nutrition*, vol. 3, no. 3, pp. 266–285, May 2012, doi: 10.3945/an.112.002030.
- [6] Kementrian Kesehatan, "Data Komposisi Pangan Indonesia - Susu sapi, segar," 2018. <https://www.panganku.org/id-ID/view> (accessed Sep. 23, 2021).
- [7] T. P. Guinee, "Chapter 46 - Pasteurized Processed and Imitation Cheese Products," in *Cheese (Fourth Edition)*, P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, and D. W. Everett, Eds. San Diego: Academic Press, 2017, pp. 1133–1184. doi: 10.1016/B978-0-12-417012-4.00046-6.
- [8] A. T. Oyeyinka, J. O. Odukoya, and Y. S. Adebayo, "Nutritional Composition and Consumer Acceptability of Cheese Analog from Soy and Cashew Nut Milk," *J Food Process Preserv*, vol. 43, no. 12, Dec. 2019, doi: 10.1111/jfpp.14285.
- [9] X. Zhang *et al.*, "The Effects of Inulin Combined with Galacto-Oligosaccharide on the Various Properties of Synbiotic Soy Cheese Containing *Lactobacillus acidophilus* KLDS 1.0738," *QAS*, vol. 12, no. 3, pp. 46–54, Jul. 2020, doi: 10.15586/QAS2019.740.
- [10] M. Othman, A. B. Ariff, L. Rios-Solis, and M. Halim, "Extractive Fermentation of Lactic Acid in Lactic Acid Bacteria Cultivation: A Review," *Front. Microbiol.*, vol. 8, p. 2285, Nov. 2017, doi: 10.3389/fmicb.2017.02285.
- [11] R. K. C. Jeewanthi and H.-D. Paik, "Modifications of Nutritional, Structural, and Sensory Characteristics of Non-Dairy Soy Cheese Analogs to Improve their Quality Attributes," *J Food Sci Technol*, vol. 55, no. 11, pp. 4384–4394, Nov. 2018, doi: 10.1007/s13197-018-3408-3.
- [12] E. M. A. El-Wahed and M. F. R. Hassanien, "Chemical, Rheological and Sensory Characteristics of Processed Cheese Spread Analogues," p. 15, 2019.
- [13] W. K. K. Y. Sujadmiko, "Uji Potensi Probiotik Strain *Lactobacillus plantarum* B1765 secara In Vitro," Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 13. Accessed: Sep. 23, 2021. [Online]. Available: <https://digilib.unesa.ac.id/lists/fakultas/Matematika%20dan%20Ilmu%20Pengetahuan%20Alam>

- [14] W. K. K. Y. Sujadmiko and P. R. Wikandari, "Resistensi Antibiotik Amoksisilin pada Strain *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai Kandidat Kultur Probiotik," vol. 6, no. 1, p. 5, 2017.
- [15] N. K. Puspitasari and P. R. Wikandari, "Potensi *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai Penghasil SCFA dalam Proses Fermentasi Pikel Umbi Yakon (*Smalanthus sonchifolius*)," presented at the Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya, Jurusan Kimia FMIPA UNESA, Sep. 2016.
- [16] J. A. Mora-Villalobos *et al.*, "Multi-Product Lactic Acid Bacteria Fermentations: A Review," *Fermentation*, vol. 6, no. 1, p. 23, Feb. 2020, doi: 10.3390/fermentation6010023.
- [17] A. Hasan and P. R. Wikandari, "Determination of Optimum Bacteriocin Production Time From," vol. 7, no. 1, p. 6, 2018.
- [18] D. Prima Retno Wikandari, "Potensi Bakteri Asam Laktat Indigenou sebagai Penghasil *Angiotensin I Converting Enzyme* Inhibitor pada Fermentasi Bekasam," Universitas Gadjah Mada, 2011. Accessed: Sep. 23, 2021. [Online]. Available: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/53183
- [19] P. R. Wikandari and L. Yuanita, "Potensi Bekasam yang Difermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* B1765 dalam Menurunkan Tekanan Darah Tikus Hipertensi.," p. 5, 2014.
- [20] T. J. Ashaolu, "Immune Boosting Functional Foods and Their Mechanisms: A Critical Evaluation of Probiotics and Prebiotics," *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 130, p. 110625, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.biopha.2020.110625.
- [21] Q. N. Wong, F. Massawe, K. Mayes, M. Blythe, and S. Mayes, "Molecular Genetic Tools to Support Genetic Improvement of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) for Food and Nutrition Security," *Acta Hortic.*, no. 1110, pp. 1–6, Feb. 2016, doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1110.1.
- [22] C. S. Mohanty, V. Singh, and M. A. Chapman, "Winged Bean: An Underutilized Tropical Legume on the Path of Improvement, to Help Mitigate Food and Nutrition Security," *Scientia Horticulturae*, vol. 260, p. 108789, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.scienta.2019.108789.
- [23] O. B. Ojuederie, N. A. Nkang, K. A. Odesola, and D. O. Igwe, "Genetic Diversity Assessment of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) Accessions Revealed by Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) markers," p. 7.
- [24] B. Ozer and G. Akdemir-Evrendilek, *Dairy Microbiology and Biochemistry*. London: CRC Press, 2015.
- [25] International Organization for Standardization, "ISO 19344," 2015. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19344:ed-1:vl:en> (accessed Sep. 29, 2021).
- [26] A. Cheng, M. N. Raai, N. A. M. Zain, F. Massawe, A. Singh, and W. A. A. Q. I. Wan-Mohtar, "In Search of Alternative Proteins: Unlocking the Potential of Underutilized Tropical Legumes," *Food Sec.*, vol. 11, no. 6, pp. 1205–1215, Dec. 2019, doi: 10.1007/s12571-019-00977-0.
- [27] A. Reale, T. Di Renzo, and R. Coppola, "Factors Affecting Viability of Selected Probiotics during Cheese-Making of Pasta Filata Dairy Products Obtained by Direct-to-Vat Inoculation System," *LWT*, vol. 116, p. 108476, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.lwt.2019.108476.
- [28] K. Syamsu, K. Elshahida, and Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, "Pembuatan Keju Nabati dari Kedelai Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi dari Dadih," *j.tek.ind.pert*, vol. 28, no. 2, pp. 154–161, Aug. 2018, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.154.
- [29] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 2980 : 2018-Keju Olahan*, vol. ICS 67.100.30. 2018.
- [30] M. U. Makeri, S. A. Mohamed, R. Karim, Y. Ramakrishnan, and K. Muhammad, "Fractionation, Physicochemical, and Structural Characterization of Winged Bean Seed Protein Fractions with Reference to Soybean," *International Journal of Food Properties*, pp. 1–17, Dec. 2017, doi: 10.1080/10942912.2017.1369101.
- [31] S. Bhavaniramy, R. Vanajothi, S. Vishnupriya, and D. Baskaran, "Study of Plant Microbial Interaction in Formation of Cheese Production: A Vegan's Delight," in *Soil Microenvironment for Bioremediation and Polymer Production*, 1st ed., N. Jamil, P. Kumar, and R. Batool, Eds. Wiley, 2019, pp. 55–74. doi: 10.1002/9781119592129.ch4.
- [32] L. L. Alves *et al.*, "Cream Cheese as A Symbiotic Food Carrier Using *Bifidobacterium animalis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* La-5 and Inulin," *Int J Dairy Technol*, vol. 66, no. 1, pp. 63–69, Feb. 2013, doi: 10.1111/j.1471-0307.2012.00880.x.

- [33] R.-Y. Gan, N. P. Shah, M.-F. Wang, W.-Y. Lui, and H. Corke, “*Lactobacillus plantarum* WCFS1 Fermentation Differentially Affects Antioxidant Capacity and Polyphenol Content in Mung bean (*Vigna radiata*) and Soya Bean (*Glycine max*) Milks: Antioxidant Polyphenols in Fermented Bean Milks,” *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 41, no. 1, p. e12944, Feb. 2017, doi: 10.1111/jfpp.12944.
- [34] A. Zummah and P. R. Wikandari, “Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan Kultur Starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap Mutu Bekasam Ikan Bandeng,” *UNESA Journal Of Chemistry*, vol. 2, no. 3, Sep. 2013.
- [35] Universitas Sumatera Utara, J. A. Iswara, E. Julianti, Universitas Sumatera Utara, M. Nurminah, and Universitas Sumatera Utara, “Karakteristik Tekstur Roti Manis dari Tepung, Pati, Serat dan Pigmen Antosianin Ubi Jalar Ungu,” *JPA*, vol. 7, no. 4, pp. 12–21, Feb. 2020, doi: 10.21776/ub.jpa.2019.007.04.2.
- [36] A. Medved’ová, M. Koňuchová, K. Kvočiková, I. Hatalová, and L. Valík, “Effect of Lactic Acid Bacteria Addition on the Microbiological Safety of Pasta-Filata Types of Cheeses,” *Front. Microbiol.*, vol. 11, p. 612528, Dec. 2020, doi: 10.3389/fmicb.2020.612528.
- [37] C. Li, X. Rui, Y. Zhang, F. Cai, X. Chen, and M. Jiang, “Production of Tofu by Lactic Acid Bacteria Isolated from Naturally Fermented Soy Whey and Evaluation of Its Quality,” *LWT - Food Science and Technology*, vol. 82, pp. 227–234, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.lwt.2017.04.054.
- [38] F. Ferawati, M. Hefni, K. Östbring, and C. Witthöft, “The Application of Pulse Flours in the Development of Plant-Based Cheese Analogues: Proximate Composition, Color, and Texture Properties,” *Foods*, vol. 10, no. 9, p. 2208, Sep. 2021, doi: 10.3390/foods10092208.
- [39] S. Caballero and G. Davidov-Pardo, “Comparison of Legume and Dairy Proteins for the impact of Maillard Conjugation on Nanoemulsion Formation, Stability, and Lutein Color Retention,” *Food Chemistry*, vol. 338, p. 128083, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128083.
- [40] M. Starowicz and H. Zieliński, “How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products?,” *Food Reviews International*, vol. 35, no. 8, pp. 707–725, Nov. 2019, doi: 10.1080/87559129.2019.1600538.
- [41] A. A. Anggraini and T. Ardyati, “Pengaruh Kombinasi Starter Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Pembuatan Keju Kedelai (*Soy Cheese*),” *Jurnal Biotropika*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [42] S. A. O. Adeyeye, O. T. Bolaji, T. A. Abegunde, H. K. Tihamiyu, A. O. Adebayo-Oyetero, and F. Idowu-Adebayo, “Effect of Natural Fermentation on Nutritional Composition and Anti-Nutrients in Soy-Wara (A Nigerian Fried Soy-Cheese),” *Food Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 152–160, Sep. 2019, doi: 10.26656/fr.2017.4(1).187.