

Profil Isoflavon Blacksoyghurt sebagai Minuman Tinggi Antioksidan

Profile of Blacksoyghurt Isoflavones as a High Antioxidant Drink

Al – Baarri, A.N¹., Dwiloka, B¹., Mulyani¹, S., Pramono, Y.B.¹, Setiani, B.E.^{1*}, Rahmawati, A.A²., Jordan, A²., Nababan, P.U.B.L.²

¹Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

²Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (bhaktietzasetiani@lecturer.undip.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 21 Desember 2021 dan dinyatakan diterima tanggal 31 Desember 2022. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Blacksoyghurt merupakan salah satu inovasi berbahan dasar kedelai hitam. Blacksoyghurt diproses menggunakan bakteri asam laktat untuk meningkatkan kandungan nutrisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap sifat kimia dan organoleptik blacksoyghurt yang dihasilkan. Penelitian ini dirancang dengan 5 perlakuan yaitu variasi waktu fermentasi 0 jam, 3 jam, 6 jam, 9 jam, dan 12 jam. Hasil penelitian menunjukkan variasi waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar protein, kadar lemak, pH, total asam, viskositas, total padatan terlarut, dan organoleptik blacksoyghurt yang dihasilkan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap total padatan. Semakin lama waktu, kadar protein blacksoyoghurt meningkat dan kadar lemak menurun. Berdasarkan analisis kimia dan organoleptik perlakuan terbaik adalah 12 jam.

Kata kunci: Kedelai hitam, kadar lemak, fermentasi, organoleptik, kadar protein, yoghurt

Abstract

Blacksoyghurt is one of the innovations made from black soybeans. Blacksoyghurt is processed using lactic acid bacteria to increase its nutritional content. This study aims to determine the effect of fermentation time on the chemical and organoleptic properties of the resulting blacksoyghurt. This study was designed with 5 treatments, namely variations in fermentation time 0 hours, 3 hours, 6 hours, 9 hours, and 12 hours. The results showed that variations in fermentation time had a significant effect on protein content, fat content, pH, total acid, viscosity, total dissolved solids, and the resulting blacksoyghurt organoleptic, but had no significant effect on total solids. The longer the time, the protein content of black soyogurt increases and the fat content decreases. Based on chemical and organoleptic analysis the best treatment was 12 hours.

Keywords : Black soybean, fat content, fermentation, organoleptic, protein content, yoghurt

Pendahuluan

Kedelai hitam termasuk dalam jenis kacang-kacangan dari kelompok Leguminosae yang memiliki warna hitam pada kulit arinya dan biasanya diolah menjadi bahan baku pembuatan kecap. Kedelai memiliki komposisi gizi yaitu protein 420 mg/g, lemak 224 mg/g, karbohidrat 340 mg/g, kalsium 6 mg/g, fosfor 5 mg/g, dan besi 0,1 mg/g (Kurniasih et al., 2013). Kedelai hitam digolongkan sebagai sumber prebiotik karena mengandung oligosakarida berupa rafinosa dan stakiosa. Oligosakarida akan diproses oleh probiotik dalam hal ini bakteri asam laktat (BAL) sebagai sumber nutrisi dan sumber karbon untuk pertumbuhannya (Maryati et al., 2016). Kandungan yang begitu banyak pada kedelai hitam dapat menjadikannya sebuah inovasi dalam makanan olahan yaitu yogurt kedelai hitam. Blacksoyghurt adalah makanan olahan berbahan dasar kedelai hitam yang melalui proses fermentasi menggunakan BAL.

BAL merupakan jenis bakteri gram positif, tidak menghasilkan spora, berbentuk bulat atau batang, dan menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir metabolit utama selama proses fermentasi (Okfrianti et al., 2018). Berdasarkan jenis fermentasinya, BAL dibagi menjadi 2 yaitu homofermentatif (Embden Mayerhof Pathnas (EMP)) dan heterofermentatif (Hexose Monophosphate Pathway). Homofermentatif adalah jenis fermentasi dengan mengubah 95% heksosa menjadi asam laktat, sedangkan heterofermentatif adalah jenis fermentasi dengan mengubah karbohidrat menjadi asam laktat dalam jumlah besar, jumlah kecil dan produk lain berupa etil alkohol, asam asetat, asam format, dan karbon dioksida (Hasanah, 2014). Contoh bakteri homofermentatif adalah *Lactobacillus acidophilus*, sedangkan bakteri heterofermentatif adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus plantarum*.

Blacksoyghurt difermentasi dengan BAL dimana proses fermentasi kedelai menghasilkan enzim proteolitik yang dihasilkan oleh BAL yang menghidrolisis komponen utama protein kedelai menjadi peptida dan asam amino bebas melalui teknik hidrolisis protein (Lu et al., 2022). Pertumbuhan BAL dipengaruhi oleh lama fermentasi. Variasi waktu fermentasi yang digunakan dalam proses pembuatan blacksoyghurt merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena berdampak pada kandungan nutrisi seperti protein, lemak dan memberikan flavor pada blacksoyghurt. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari waktu fermentasi terbaik untuk blacksoyghurt.

Materi dan Metode

Materi

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kedelai hitam varietas Malika, susu skim, kultur BAL freeze dried, kultur *Lactobacillus plantarum*, aquades, label, H₂SO₄, selenium, n-Hexsan, HCL, gula, soda kue. Peralatan yang digunakan selama penelitian adalah toples plastik, cawan porselin, gelas beker, baskom, inkubator "Memmert", gelas plastik, nampan, kain kasa, blender, corong, jrigen aquades, refractometer "Atago Pocket 3810", pipet tetes, plastic wrapping, aluminium foil, timbangan analitik, gelas ukur, oven "Memmert", homogenizer "IKA", desikator, destilator, buret, alat destruksi, soxhlet, termometer, viscometer, piknometer "Pyrex" dan pipet ukur.

Metode

Penelitian selama periode Agustus - September 2021. Penelitian meliputi proses pembuatan starter mother culture dan bulk culture, proses pembuatan sari kedelai hitam, proses pembuatan yoghurt kedelai hitam, dan analisa fisikokimia pada produk blacksoyghurt. Analisa fisikokimia meliputi kadar lemak (Soxhlet), kadar protein (Kjeldahl), pH (pH meter), Total asam (Titrasi asam), viskositas (Ostwald), total padatan (Oven), total padatan terlarut (Refraktometer), warna (L*a*b), dan organoleptik (Sensori).

Proses Pembuatan Starter

Proses pembuatan starter diawali dengan pembuatan starter *mother culture* yang dilanjutkan dengan starter *bulk culture*. Proses pembuatan starter mengacu pada metode Harjiyanti *et al.* (2013) yaitu 20-gram susu skim dilarutkan dalam 500 ml aquades, kemudian dipasteurisasi pada suhu 37°C selama 15 detik dan suhunya diturunkan menjadi 42°C. Starter BAL *freeze dried* (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, dan *L. acidophilus*) sebanyak 10-gram dimasukkan ke dalam susu skim cair. Susu diinkubasi pada suhu 37°C selama 4,5 jam, sehingga terbentuk menjadi starter *mother culture*. Susu skim sebanyak 125 g dilarutkan dalam 500 ml aquades, kemudian dipasteurisasi pada suhu 37°C selama 15 detik. Mother culture sebanyak 25-gram dimasukkan, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 4,5 jam, berikut adalah starter *bulk culture*.

Proses Pembuatan Sari Kedelai Hitam

Pembuatan sari kedelai hitam dilakukan berdasarkan metode Guntiyastutik *et al.* (2020) dengan modifikasi yaitu biji kedelai hitam yang telah disortasi selanjutnya direndam selama 8 jam, kemudian dicuci hingga bersih. Setelah itu, kedelai hitam ditambahkan soda kue sebanyak 0,5% dan ditambahkan air hingga seluruh permukaan terendam, kemudian dидiamkan selama 30 menit dan dicuci kembali hingga bersih. Kedelai dihaluskan dengan perbandingan air yaitu 1 : 8 kemudian disaring dengan kain kasa. Sari kedelai ditambahkan gula sebanyak 10%, kemudian dihomogenisasi dengan *homogenizer* pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Sari kedelai yang telah dihomogenkan kemudian dipasteurisasi pada suhu 72°C selama 15 detik. Suhu pada sari kedelai hitam diturunkan hingga mencapai 42°C.

Proses Pembuatan Yoghurt Kedelai hitam

Pembuatan yoghurt kedelai hitam dilakukan berdasarkan metode Hermanto *et al.* (2018) dengan modifikasi yaitu sebanyak 1000 ml sari kedelai hitam ditambahkan dengan 5% starter *bulk culture* yang kemudian dihomogenkan. Larutan difermentasi sesuai dengan perlakuan yaitu 0 jam (P0) tanpa fermentasi, 3 jam (P1), 6 jam (P2), 9 jam (P3) dan 12 jam (P4) pada suhu 37 °C, dan pada saat 1 jam sebelum fermentasi berakhir starter *L. plantarum* ditambahkan ke dalam yoghurt yang telah berisi starter bulk culture.

Prosedur Analisa Kadar Lemak dengan Soxhlet

Proses analisa kadar lemak menggunakan metode soxhlet yang mengacu pada Untoro *et al.* (2021) dengan modifikasi. Pengujian diawali dengan menyiapkannya kertas saring dengan ukuran 11,7x14,5 cm dan kapas tipis dengan ukuran 2,5x1 cm. Kertas saring dan kapas terlebih dahulu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit setelah itu kertas saring ditimbang. Sampel *blacksoyghurt* ditimbang seberat ±0,5-gram (A) yang diteteskan ke atas kapas tipis, kemudian kapas diletakkan di tengah-tengah kertas saring, kemudian kertas saring dilipat dan dipastikan kapas tertutup rapat oleh kertas saring. Sampel yang ada di kertas saring dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 4-6 jam, ditimbang dan dioven kembali hingga konstan. Setelah konstan, sampel dimasukan ke dalam desikator ± 15 menit, selanjutnya ditimbang (B). Proses selanjutnya adalah sampel dimasukkan ke dalam alat soxhlet dengan cairan pelarut lemak berupa n-hexsan dimasukan sebanyak ± 2,5-3 kali volume labu ekstrasi. Proses ini dilakukan selama ± 6 jam atau minimal 6 siklus. Setelah 6 jam, sampel dikeluarkan dari alat dan diangin-anginkan ± 30 menit di udara terbuka, kemudian di oven ± 1 jam. Sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang kembali (C). Bobot dianggap konstan bila selisih penimbangan tidak melebihi 0,2 mg.

$$\% \text{ Kadar Lemak} = (\text{Berat B} - \text{Berat C}) - \text{Berat A} \times 100 \%$$

Prosedur Analisa Kadar Protein dengan Kjeldahl

Prosedur analisa kadar protein menggunakan metode kjeldahl yang mengacu pada Mardhika *et al.* (2020) dengan modifikasi. Pengujian kadar protein memiliki 3 tahap utama yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Analisa kadar protein diawali menimbang sampel sebanyak 0,5 g, lalu sampel ditambahkan katalisator berupa selenium sebanyak 0,5 g dan asam sulfat pekat (H₂SO₄) sebanyak 10 ml yang dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Dibuak pula tanpa sampe sebagai blanko. Selanjutnya dilakukan destruksi hingga larutan berubah warna menjadi kuning jernih, kemudian dilakukan destilasi dengan ditambahkan 100 ml aquades dan 40 ml NaOH 45% dengan perangkap H₃BO₃ 4% sebanyak 5 ml serta 2 tetes indikator MR dan MB. Selanjutnya hasil destilasi dititrasi dengan menggunakan HCl 0,1 N hingga warna larutan berubah menjadi ungu, kemudian kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Nitrogen} = \frac{(\text{Kadar HCL} - \text{blanko}) \times \text{N HCL} \times 14,008}{\text{Berat Sampel} \times 1000} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kadar Protein} = \text{Kadar N} \times \text{Faktor Koreksi (6,25)}$$

Prosedur Analisa Kadar pH dengan pH Meter

Pengujian pH berdasarkan metode Alfadila *et al.* (2020). Pengujian pH dilakukan dengan alat pH meter diawali dengan kalibrasi elektroda dicelupkan pada buffer pH 7 Setelah itu 2 ml larutan blacksoyghurt tiap perlakuan diambil pH meter dihidupkan dan dibiarkan sebentar hingga jarum menunjukkan angka yang tepat. pH meter distandarkan dengan larutan buffer dan aquades. Pengukuran pH dilakukan dengan mencelupkan elektroda pH meter ke larutan sampai menunjukkan pH yang stabil (Wardani *et al.*, 2017). Sebelum pencelupan elektroda dibilas dengan aquades dan di lap dengan kain kering.

Prosedur Analisa Total Asam dengan Titrasi Asam

Pengujian total asam dilakukan dengan metode (Meirida dan Lestari, 2016) dengan modifikasi. Pengujian kadar asam blacksoyghurt dimulai dengan sampel sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditetesi indikator pp 1% sebanyak 2 tetes. Kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga terlihat warna merah muda yang konstan. Kadar asam dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Asam} = \frac{V_1 \times N \times B}{V_2 \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

- V₁ = Volume NaOH (ml)
- V₂ = Volume blacksoyghurt (ml)
- N = Normalitas NaOH (0,1 N)
- B = Berat Molekul Asam Laktat (90)

Prosedur Analisa Viskositas dengan Pipa Ostwald

Pengujian viskositas berdasarkan metode Setianto *et al.* (2014) dengan modifikasi. Pengujian Pengujian viskositas diawali dengan pengujian berat jenis *blacksoyghurt* dengan menggunakan piknometer. dengan pengujian berat jenis air terlebih dahulu menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan analitik, kemudian aquades dimasukkan sebanyak 10 ml ke dalam piknometer dan ditimbang berat jenisnya. Kemudian dilakukan pengujian berat jenis sampel *blacksoyghurt* dengan cara yang sama menggunakan piknometer. Selanjutnya pengujian dilakukan menggunakan viskometer Ostwald. Sampel *blacksoyghurt* dimasukkan sebanyak 10 ml ke dalam viscometer Ostwald dan sampel *blacksoyghurt* dihisap sampai tanda tera bagian atas. Perhitungan waktu dilakukan menggunakan stopwatch hingga sampel turun melewati tanda tera bagian bawah. Viskositas sampel ditentukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan bagi sampel tersebut untuk melewati antara 2 tanda batas tera atas dan batas tera bawah ketika mengalir karena adanya gravitasi melalui viscometer Ostwald. Viskositas *blacksoyghurt* ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Viskositas} = \frac{\rho \text{ sampe} \times t \text{ sampel} \times \eta \text{ air}}{\rho \text{ air} \times t \text{ air}}$$

$$\rho \text{ sampel} = \frac{m' - m}{v}$$

Keterangan:

- m' = massa piknometer kosong (g)
- m = massa piknometer + sampel (g)
- v = volume piknometer (ml)
- η = viksositas air (1 cP)
- ρ = massa jenis air (1 g/ml)
- t = waktu (s)

Prosedur Analisa Total Padatan dengan Oven

Prosedur analisa total padatan dilakukan berdasarkan metode penelitian Budirahayu *et al.* (2020) menggunakan metode oven dengan modifikasi. Cawan porselin dioven terlebih dahulu pada suhu 105 oC selama 1 jam kemudian dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang (Berat A). Sampel diambil sebanyak 2 gram (Berat B) dan diletakkan pada cawan porselin, kemudian dioven pada suhu 105oC

selama 5 jam. Sampel dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang kembali (Berat C). Proses pengeringan dilakukan hingga didapatkan berat konstan dengan selisih berat tidak melebihi 0, 2 gram. Setelah itu dihitung menggunakan rumus % kadar air, kemudian menghitung % total padatan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat B} - (\text{Berat C} - \text{Berat A})}{\text{Berat B}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Total Padatan} = 100 \% - \% \text{ Kadar Air}$$

Prosedur Analisa Total Padatan Terlarut (TPT) dengan Refraktometer

Prosedur analisa TPT dilakukan berdasarkan metode penelitian Wahyudi dan Dewi, (2017) yaitu dengan menggunakan refraktometer genggam digital. Alat dilakukan pembersihan terlebih dahulu dengan ditetaskan aquades, kemudian dikeringkan dengan tisu permukaan halus. Sampel ditetaskan sebanyak 3-5 tetes pada alat kemudian tekan start dan hasil padatan terlarut dapat terlihat. Setelah hasil didapatkan sampel dibersihkan dengan tisu permukaan halus, kemudian dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu permukaan halus. Hal tersebut terus dilakukan hingga sampel habis.

Prosedur Analisa Warna

Prosedur analisa warna mengacu pada penelitian Engelen (2017) yaitu menggunakan alat colorimeter. Alat ini bekerja dengan penentuan warna berdasarkan komponen warna biru, merah dan hijau dari cahaya yang terserap oleh obyek atau sampel yang kemudian akan dipantulkan oleh medium yang akan menyebabkan terjadinya penurunan jumlah cahaya.

Prosedur Analisa Organoleptik

Parameter pengujian organoleptik dilakukan berdasarkan Adri dan Hersoelityorini (2013) meliputi rasa, warna, aroma, dan *overall*. Panelis sebanyak 25 panelis memberikan penilaian berupa skor pada blangko uji organoleptik blacksoyghurt dengan rentang skor 1-4.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh pada analisis kadar lemak, kadar protein, pH, total asam, viskositas, total padatan, total padatan terlarut, dan warna dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* menggunakan SPSS 26.0 *Statistic Software*. Level signifikan yang ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$ yang dilanjutkan dengan uji *Duncan*. Data organoleptik dianalisis menggunakan metode *Kruskal Wallis* dengan taraf signifikansi sebesar $\alpha = 0,05$ dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*.

Persiapan Ekstrak Gotu Kola (*Centella asiatica*)

Pembuatan ekstrak Gotu kola mengadaptasi metode yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan sedikit modifikasi (Marliani *et al.*, 2011). Perendaman Gotu kola kering menggunakan perbandingan, yaitu daun kering : etanol 70% adalah 1:5 yang direndam selama 3 x 24 jam dalam suhu kamar. Proses selanjutnya dengan evaporasi guna menghilangkan pelarut etanol 70% tersebut dengan alat *rotary evaporator* pada suhu 40°C. Penentuan penambahan ekstrak mengacu kepada penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang menyatakan batas aman dosis Gotu kola yaitu 500 mg/ BB manusia, dengan penambahan ekstrak Gotu kola pada dodol susu sebesar 0%, 2%, 4% 6% dan 8% (Anfiandi, 2013).

Pembuatan Dodol Susu

Pembuatan dodol Gotu kola beracu pada metode yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan modifikasi pemberian ekstrak Gotu kola dalam air matang pada prosesnya, sehingga diharapkan tercapainya rasa yang disukai bagi panelis sensori (Kusumah *et al.*, 2002). Pembuatan dodol dibagi atas 2 adonan yaitu adonan I susu sapi segar yang telah dipanaskan hingga berkurang 50% dan adonan II yang terdiri dari tepung ketan dan beras serta bahan tambahan lainnya yang terkandung ekstrak Gotu kola. Adonan I dan II dicampur dan dipanaskan dalam suhu 80°–85°C selama 75 menit, kemudian ditambahkan margarin dan aduk hingga adonan kalis.

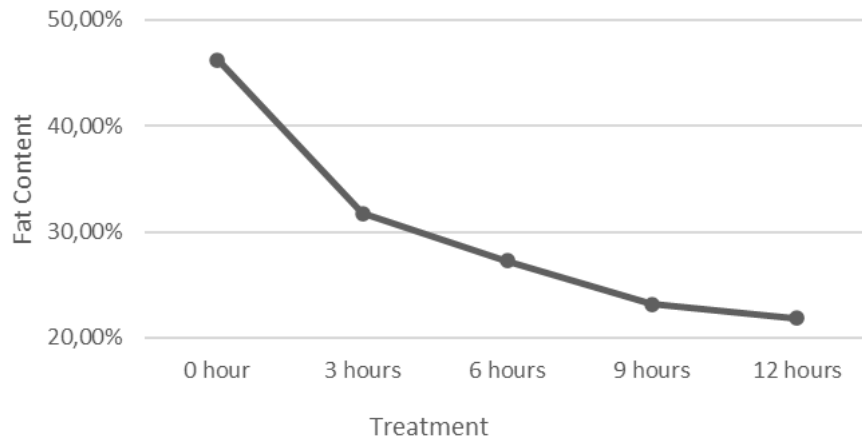
Pengolahan dan Analisis Data

Data uji kadar air dan aktivitas air menggunakan uji *Analisis of Varian* (ANOVA). Jika ANOVA menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* untuk mencari perbedaan dari setiap perlakuan. Data uji organoleptik menggunakan uji *Kruskal Wallis*, apabila *Kruskal Wallis* menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk mencari perbedaan dari setiap perlakuan. Data uji *Total Plate Count* di analisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Kadar Lemak

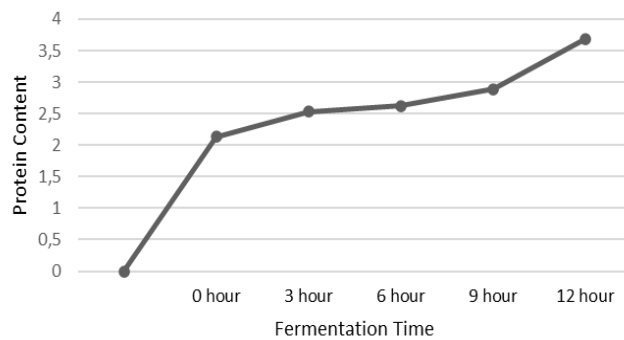
Kadar lemak (Gambar 1) sebelum fermentasi 46.21 dan setelah fermentasi selama 12 jam sebanyak 21.86. Kandungan lemak *blacksoyghurt* selama proses fermentasi mengalami penurunan dimana BAL mengubah reaksi lemak seperti isomerisasi, hidrasi dan saturasi (Wang, 2022). Semakin lama waktu fermentasi maka semakin rendah kandungan lemak *blacksoyghurt* dimana terjadi sintesis protein (Ye, 2013). Kadar lemak kedelai hitam lebih rendah dibandingkan kadar lemak kedelai kuning, sehingga menghasilkan produk yang rendah lemak. Kadar lemak kedelai hitam sebesar 14% (Wardani, 2014).



Gambar 1. Nilai Kadar Lemak Blacksoyoghurt

Kadar Protein

Data kadar protein (Gambar 2) dapat dilihat bahwa waktu fermentasi kedelai hitam yang berbeda dapat berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein kedelai hitam. Kandungan protein dari produk berkisar antara 2,13% - 3,69% dan meningkat seiring dengan lamanya fermentasi. Ini oleh pendapat (Hou et al., 2017) yang menyatakan bahwa proses fermentasi kedelai menghasilkan enzim proteolitik yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang dapat menghidrolisis komponen utama protein kedelai menjadi peptida dan asam amino bebas melalui teknik hidrolisis protein. Itu teknik hidrolisis protein akan meningkatkan kandungan protein produk hidrolisat secara enzimatik dengan enzim protease atau enzim proteolitik (Zhao et al., 2018). Enzim proteolitik diproduksi di sekitar dinding sel, membran sitoplasma, atau di dalam sel, yang hasilnya adalah: juga dimanfaatkan oleh *Lactobacillus acidophilus* untuk pertumbuhannya. Perombakan senyawa kompleks protein menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino yang penting dalam fermentasi kedelai (Sharma et al., 2021).



Gambar 2. Nilai Kadar Protein Blacksoyoghurt

pH *Blacksoyoghurt*

Tabel 1. Nilai pH Blacksoyoghurt

Perlakuan	pH
P0	6,51 ± 0,37 ^a
P1	4,75 ± 0,68 ^b
P2	4,52 ± 0,59 ^b
P3	4,28 ± 0,52 ^b
P4	4,27 ± 0,50 ^b

Keterangan:

^{a-b} Nilai dengan superskrip huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Rentang pH dari produk yang dihasilkan yakni sebesar 4,27 – 6,51. Bertambah waktu fermentasi, aktivitas mikroba semakin meningkat dan jumlah mikroba semakin banyak, sehingga mengakibatkan pH medium menjadi turun dimana terjadi perubahan kimia pada komponen gula menjadi komponen asam (Mohammadi *et al.*, 2017).

Nilai pH blacksoyghurt (Tabel 1) menunjukkan bahwa penurunan nilai pH selama fermentasi dimana karbohidrat kedelai hitam dimanfaatkan bakteri sebagai sumber energi sehingga kemampuan mikroba untuk menghasilkan asam laktat semakin meningkat (Bartkiene *et al.*, 2015). Kedelai hitam memiliki karbohidrat yang larut dalam air berupa oligosakarida yang terdiri atas sukrosa, stakiosa, dan rafinosa (Syamsu dan Elshahida, 2018). BAL memiliki enzim α -galaktosidase yang mampu menghidrolisis oligosakarida selama fermentasi berlangsung sehingga mampu menurunkan pH (Basuki *et al.*, 2018). Ketika pH tersebut telah mencapai titik isoelektrik dari protein kedelai (globulin), maka terjadilah penggumpalan pada susu kedelai segar (Hati *et al.*, 2014).

Total Asam *Blacksoyghurt*

Tabel 2. Nilai Total Asam Blacksoyghurt

Perlakuan	Total Asam (%)
P0	0,16 \pm 0.33 ^d
P1	0,34 \pm 0.82 ^b
P2	0,40 \pm 0.54 ^{bc}
P3	0,47 \pm 0.62 ^b
P4	0,62 \pm 0.17 ^a

Keterangan: :

^{a-c} Nilai dengan superskrip huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil total asam (Tabel 2) menunjukkan bahwa peningkatan total asam selama fermentasi dimana rentang total asam dari produk yang dihasilkan yakni sebesar 0.16 – 0.62%. Peningkatan total asam disebabkan oleh banyak semakin meningkatnya jumlah bakteri asam laktat dimana memproduksi semakin banyak asam laktat. Menurut Septiani *et al.* (2013) peningkatan jumlah bakteri sebanding dengan peningkatan total asam ditandai dengan penurunan pH karena semakin banyak gula yang terhidrolisis menjadi asam.

Perubahan nilai total asam tertitrisasi tidak selalu sesuai dengan pengukuran pH menurut Diastini *et al.* (2020) pengukuran pH hanya menunjukkan ion H⁺ yang terdisosiasi sedangkan nilai total asam tertitrisasi merupakan nilai total asam. Kadar asam laktat dari sari kedelai hitam yang difermentasi menghasilkan asam laktat murni sehingga dihitung berdasarkan berat molekul asam laktat sebagai metabolit primer bakteri asam laktat Yang *et al.* (2011). Perlakuan lama fermentasi selama 12 jam (P4) merupakan terbaik dengan nilai total asam 0,62 % dimana perlakuan P4 telah memenuhi syarat standard Codex STAN 243 - 2003) dimana disyaratkan kandungan total asam pada yoghurt min 0.6 %.

Viskositas *Blacksoyghurt*

Tabel 3. Nilai Viskositas Blacksoyghurt

Perlakuan	Viskositas (cP)
P0	1,36 \pm 0,05 ^d
P1	1,83 \pm 0,06 ^c
P2	1,94 \pm 0,06 ^b
P3	2,04 \pm 0,12 ^{ab}
P4	2,08 \pm 0,33 ^a

Keterangan: :

^{a-c} Nilai dengan superskrip huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Rentang viskositas (Tabel 3) dari produk yang dihasilkan yakni sebesar 1,36 – 2,08 cP. Viskositas yoghurt drink sekitar 1 – 2 cP (Kiani *et al.*, 2008) sehingga viskositas produk *blacksoyghurt* yang dihasilkan sesuai dengan viskositas yoghurt drink pada umumnya. Lama fermentasi pada produk *blacksoyghurt* memberikan pengaruh nyata pada viskositas dimana semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin tinggi pula nilai viskositas yoghurt yang didapatkan Sembiring *et al.* (2019) sehingga dalam hal ini lama fermentasi mempengaruhi viskositas produk yang dihasilkan secara signifikan.

Menurut Li *et al.* (2014) selama proses fermentasi dihasilkan asam-asam organik seperti asam laktat yang berasal dari pemecahan gula yang dapat menyebabkan terjadinya akumulasi asam sehingga total asam semakin meningkat menyebabkan viskositas *blacksoyghurt* meningkat.

Total Padatan Blacksoyghurt

Tabel 4. Nilai Total Padatan Blacksoyghurt

Perlakuan	Total Padatan (%)
P0	11,59 ± 1,10
P1	12,54 ± 0,85
P2	12,65 ± 1,16
P3	11,71 ± 0,45
P4	12,28 ± 0,36

Berdasarkan data pada (Tabel 4) diketahui bahwa waktu fermentasi yang berbeda tidak memiliki berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap total padatan kedelai hitam pada perlakuan P0, P1, P2, P3, dan P4. Total padatan yang dihasilkan dari produk tersebut berkisar antara 11,59 – 12,65% dan meningkat seiring dengan lama fermentasi yang dilakukan. Meskipun tidak memberikan pengaruh yang signifikan, secara keseluruhan total padatan dalam *blacksoyghurt* meningkat. Ini karena jumlah bakteri asam laktat meningkat karena pertumbuhan yang menghasilkan penambahan massa atau padatan dari *blacksoyghurt* (Nizori *et al.*, 2008). Meningkat total padatan juga dipengaruhi oleh adanya susu skim yang ditambahkan pada starter yoghurt. Ini didukung oleh pendapat Serlahwaty *et al.* (2015) bahwa penambahan susu skim dapat memicu pertumbuhan BAL dan dapat meningkatkan total padatan tanpa lemak dalam *blacksoyghurt*. Naibaho *et al.* (2020) menyatakan bahwa kombinasi dari komponen karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral terdapat pada susu kedelai dan bahan tambahan lainnya. Total padatan *blacksoyghurt* dihasilkan dari pengurangan 100% dalam kandungan air totalnya. Putri *et al.* (2014) menyatakan bahwa dalam proses fermentasi terjadi perubahan dalam glukosa menjadi asam laktat yang akan menghasilkan air, karbon dioksida, dan metabolit lainnya. Jadi sebagai kadar air dalam *blacksoyghurt* meningkat, total padatan yang dihasilkan akan menurun.

Total Padatan Terlarut

Tabel 5. Nilai Total Padatan Terlarut Blacksoyghurt

Perlakuan	Total Padatan Terlarut (°Brix)
P0	11,95 ± 0,45 ^c
P1	11,18 ± 0,33 ^b
P2	11,00 ± 0,44 ^b
P3	10,43 ± 0,74 ^{ab}
P4	10,13 ± 0,29 ^a

Keterangan :

^{a-c} Nilai dengan superskrip huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p<0,05$)

Berdasarkan data pada (Tabel 5) dapat dilihat bahwa waktu fermentasi *blacksoyghurt* yang berbeda dapat memiliki pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap TDS *blacksoyghurt*. Total padatan terlarut yang dihasilkan dari produk berkisar antara 11,95 – 10,13°Brix dan menurun seiring dengan lamanya fermentasi dilakukan. Hal ini menurut pendapat Putri *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa selama fermentasi, bakteri akan pecah menurunkan gula dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih sederhana. Menurut Yulianto dan Widyaningsih (2013) total

padatan terlarut dapat digunakan untuk menentukan interpretasi jumlah gula yang terkandung dalam bahan. Kedelai hitam mengandung oligosakarida berupa rafinosa dan stakiosa. Pengurangan Kadar rafinosa dan stakiosa pada kedelai hitam perlu dilakukan untuk meningkatkan pencernaan kedelai kedelai hitam di perut. Salah satu cara untuk mengurangi kandungan stakiosa dan rafinosa pada black kedelai adalah dengan melakukan proses fermentasi menjadi yoghurt, salah satunya dengan menggunakan *Lactobacillus* bakteri plantarum (Salahudin dan Utomo, 2012).

Warna

Tabel 6. Nilai $L^*a^*b^*$ Warna Blacksoyghurt

Perlakuan	L^*	a^*	b^*
P0	35,918	-4,074	5,698
P1	47,052	-2,316	9,766
P2	49,406	-2,316	9,766
P3	53,242	-1,64	9,384
P4	50,43	-2,148	9,618

Berdasarkan data pada (Tabel 6) diperoleh hasil bahwa tingkat kecerahan L^* pada blacksoyghurt berkisar antara 35.918 – 53.242. Tingkat kecerahan blacksoyghurt meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi yang ditunjukkan dengan nilai L^* yang semakin meningkat sehingga menunjukkan warna yang lebih cerah. Armanzah dan Hedrawati (2016) menyatakan bahwa ketika antosianin terdegradasi, pigmen hitam akan memudar dan warna yoghurt menjadi lebih cerah. Nilai a^* untuk blacksoyghurt berkisar antara -4,074 hingga -1,64. Warna blacksoyghurt menjadi semakin merah dengan semakin lamanya waktu fermentasi yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai a^* sehingga menunjukkan warna yang semakin merah. Semakin lama waktu fermentasi maka nilai a^* pada soyghurt semakin meningkat. Menurut Hermawati *et al.* (2015), hal ini dapat terjadi karena pada kondisi asam, kecerahan antosianin akan meningkat karena akan berubah menjadi merah. Nilai warna b^* pada Blacksoyghurt berkisar antara 5.698 – 9.766. Rohman dan Maharani (2020) menyatakan bahwa warna kuning pada yoghurt disebabkan oleh adanya dua pigmen kuning pada bahan baku susu skim yaitu karoten dan riboflavin yang banyak terkandung dalam susu whey.

Organoleptik

Tabel 7. Organoleptik Blacksoyghurt

Atribut Sensori	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
Warna	3,12±0,66 ^a	3,80±0,50 ^{bc}	3,80±0,41 ^c	3,36±0,70 ^{ad}	3,52±0,51 ^d
Aroma	1,60±0,76 ^{ns}	1,80±0,76 ^{ns}	1,72±0,61 ^{ns}	1,72±0,61 ^{ns}	1,88±0,83 ^{ns}
Rasa	1,32±0,63 ^a	2,60±0,86 ^b	3,13±0,68 ^c	3,00±0,91 ^{bc}	3,24±0,78 ^c
Overall	3,00±0,65 ^{ns}	2,67±0,70 ^{ns}	2,41±0,65 ^{ns}	2,56±0,71 ^{ns}	2,64±0,70 ^{ns}

Keterangan: :

^{a-c} Nilai dengan superskrip huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan (Tabel 7) terlihat bahwa kesukaan panelis terhadap kedelai hitam terdapat pada tabel bahwa perlakuan yang paling disukai adalah perlakuan lama fermentasi 12 jam. Hal ini terlihat dari parameter aroma dan rasa pada fermentasi 12 jam yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan parameter warna memiliki nilai tertinggi pada fermentasi 3 jam, dan secara keseluruhan pada susu kedelai tidak terfermentasi. Hal ini dikarenakan waktu fermentasi yang lebih lama akan membuat produk yoghurt yang dihasilkan memiliki aroma yoghurt yang khas, dan meningkatkan rasa asam pada yoghurt (Das *et al.*, 2019). Rasa asam pada yoghurt dipengaruhi oleh kemampuan BAL untuk memfermentasi gula menjadi asam organik (Hidayat *et al.*, 2013).

Kesimpulan

Berdasarkan analisis kimia dan organoleptik waktu fermentasi produksi blacksoyghurt terbaik adalah 12 jam. Lama fermentasi menghasilkan blacksoyghurt dengan kadar protein 3,69%, kadar lemak 21,86%, pH 4,27, asam total 0,62%, viskositas 2,08 cP, total padatan terlarut 10,13%; serta aroma yang disukai dan rasa yang disukai panelis.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini disponsori oleh Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Daftar Pustaka

- Adri, D., Hersoelisyorini, W.. 2013. Aktivitas antioksidan dan sifat organoleptik teh daun sirsak (*Annona muricata* Linn.) berdasarkan variasi lama pengeringan. *Jurnal Pangan dan Gizi* 4(7):1-12.
- Alfadila, R., R. Baskara, K. Anandito, D. Siswanti. 2020. Pengaruh pemanis terhadap mutu fisik, kimia, dan sensoris es krim sari kedelai jeruk manis (*Citrus sinensis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1): 1–11.
- Armanzah, R.S., Hedrawati, T.Y. 2016. Pengaruh waktu maserasi zat antosianin sebagai pewarna alami dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L). Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Hal 1-10.
- Bartkiene, E., V. Krungleviciute, G. Juodeikiene, D. Vidmantiene, dan Z. Maknickiene. 2015. Solid state fermentation with lactic acid bacteria to improve the nutritional quality of lupin and soya bean. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95(6): 1336–1342.
- Basuki S, E. K., R. Nurismanto, dan E. Suhariyanti. 2018. Kajian proporsi kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) pada pembuatan yoghurt. *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(2), 72–81.
- Budirahayu, S., Legowo, A.M., Susanti, S. 2020. Karakteristik uji kesukaan, fisik, dan kimia frozen yoghurt dengan penambahan milk cascara. *Jurnal Teknologi Kimia* 4(1): 55–64.
- Das, K., Choudhary, R., Thomson-Witrick, K.A. 2019. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *Journal of Food Science and Technology* 108: 69-80.
- Devi, S.M., Ramaswamy, A.M., Halami, P.M. 2014. In situ production of pediocin PA-1 like bacteriocin by different genera of lactic acid bacteria in soymilk fermentation and evaluation of sensory properties of the fermented soy curd. *Journal of Food Science and Technology* 51(11): 3325-3332.
- Diantoro, A., Rohma, M., Budiarti, R., Palupi, H.T. 2015. Pengaruh penambahan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap kualitas yoghurt. *Jurnal Teknologi Pangan* 6(2): 59-66.
- Diasari, N.R., Nurrahman, Yusu, M. 2021. Aktivitas antioksidan dan sifat fisik soyghurt edamame dengan penambahan bit merah. *Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Teknologi Pangan* 10(1): 1-12.
- Diastini, G. A. K. W., I. K. S. Jaya, I. G. N. Widiada, dan M. Darawati. 2020. Kajian pustaka tentang penambahan sari buah dan rempah terhadap sifat organoleptik, laktat, serta daya terima black soyghurt (yoghurt kedelai hitam). *Jurnal Gizi Prima*. 5(9): 112–118.
- Engelen, A. 2017. Analisis sensori dan warna pada pembuatan telur asin dengan cara basah. *Jurnal Technopreneur* 5(1): 8–12.
- Gawad I.A, El, A., Sayed, E.M.E. 2014. Antibacterial activity of probiotic yoghurt and soy-yoghurt against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Nutrition and Food Sciences* 4(5): 1-6.
- Guntiyastutik, E., Sugiarto, Nuhrawangsa, A.M.P. 2020. The effect of additional skim and fermentation time on the amount of lactic acid bacteria and the pH of soyghurt. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 456(1): 1–5.
- Harjiyanti, M. D., Pramono, Y.B., Mulyani, S. 2013. Total asam, viskositas, dan kesukaan pada yoghurt drink dengan sari buah mangga (*Mangifera indica*) sebagai perisa alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2(2): 104–107.
- Hasanah, U. 2014. Bakteri asam laktat dari daging ikan peda sebagai agen probiotik dan enzim kolesterol reduktase. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera* 12(1): 1-8.
- Hati, S., S. Vij, S. Mandal, R. K. Malik, V. Kumari, Y. Khetra. 2014. A-galactosidase activity and oligosaccharides utilization by lactobacilli during fermentation of soy milk. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38(3): 1065–1071.
- Hermanto, S., Hatiningsih, F., Putera, D.K. 2018. Antihypertensive bioactive peptides from hydrolysates of soy milk yoghurt (soygurt). *Journal of Physics: Conference Series* 1095(1): 1–7.
- Hermawati, Y., Rofieq, A., Wahyono, P. 2015. Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap karakteristik ekstrak antosianin daun jati serta uji stabilitas dan organoleptiknya dalam es krim. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional FKIP Universitas Muhammadiyah*. Hal 301-308.
- Hidayat, I.R., Kusrahayu, Mulyani, S. 2013. Total bakteri asam laktat, nilai ph dan sifat organoleptik drink yoghurt dari susu sapi yang diperkaya dengan ekstrak buah mangga. *Journal of Animal Agriculture* 2(1): 160-167.
- Hou, Y., Wu, Z., Dai, Z., Wang, G., Wu, G. 2017. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8(24): 1-13.
- Kiani, H., Mousavi, S.M.A., Emam-Djomeh, Z.. 2008. Rheological properties of iranian yoghurt drink, doogh. *International Journal of Dairy Science*. 3(2): 71–78.
- Kurniasih, N., Rosahdi, T.D., Rahman, N.R. 2013. Efektivitas sari kedelai hitam (*Glycine soja* sieb) sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Istek* 7(1): 52-82.
- Li, C., Li, W., Chen, X., Feng, M., Rui, X., Jiang, M., Dong, M. 2014. Microbiological, physicochemical, and rheological properties of fermented soymilk produced with exopolysaccharide (EPS) producing lactic acid bacteria strains. *Journal of Food Science and Technology* 57(2): 477-485.
- Lu, Q., Zuo, L., Wu, Z., Li, X., Tong, P., Wu, Y., Fan, Q., Chen, H., Yang, A. 2022. Characterization of the protein structure of soymilk fermented by *Lactobacillus* and evaluation of its potential allergenicity based on the sensitized-cell model. *Journal Food Chemistry* 366: 1-9.

- Mardhika, H., Dwiloka, B., Setiani, B.E. 2020. Pengaruh berbagai metode thawing daging ayam petelur afkir beku terhadap kadar protein, protein terlarut dan kadar lemak steak ayam. *Jurnal Teknologi Pangan* 4(1): 48-54.
- Maryati, Y., Nuraida, L., Dewanti-Hariyadi, R. 2016. Kajian isolat bakteri asam laktat dalam menurunkan kolesterol secara in vitro dengan keberadaan oligosakarida. *Jurnal Agritech* 36(2): 196-205.
- Meirida, Lestari, E.D.S. 2016. Pengaruh penambahan carboxymethyl cellulose (cmc) dan agar-agar sebagai pengemulsi pada pembuatan soyghurt buah naga. *Jurnal Teknologi Agroindustri* 3(3): 119–124.
- Mohammadi, R., Yousefi, M., Sarlak, Z., Shah, N.P., Mortazavian, A.M., Sadeghi, E., Khajavi, M.Z. 2017. Influence of commercial culture composition and cow milk to soy milk ratio on the biochemical, microbiological, and sensory characteristics of a probiotic fermented composite drink. *Journal Food Science and Biotechnology* 26(3): 749-757.
- Naibaho, B., Hutagalung, H., Pandiangan, S. 2020. The Effect of comparison between soybean extract and jicama extract and duration of fermentation on soyghurt quality. *Jurnal Visi Eksakta* 1(1), 142-163.
- Nizori, A., Suwita, V., Surhaini, Mursalin, Melisa, Sunarti, T.C., Warsiki, E. 2008. Pembuatan soyghurt sinbiotik sebagai makanan fungsional dengan penambahan kultur campuran *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 18(1): 28-33.
- Okfrianti, Y., Darwis, D., Pravita, A. 2018. Bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* C410LI dan *Lactobacillus rossiae* LS6 yang diisolasi dari lemea rejang terhadap suhu, pH dan garam empedu berpotensi sebagai prebiotik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan* 6(1): 49-58.
- Putri, A., Hanum, T., Rizal, S., Setyani, S. 2014. Pengaruh penambahan glukosa dan sari buah jeruk (*Citrus sinensis*) terhadap karakteristik minuman sinbiotik cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr.). *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(1): 104-116.
- Putri, D.M., Budiharjo, A., Kusdiyantini, E. 2014. Analisis proksimat makanan fermentasi rusip ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Jurnal Biologi* 3(2): 11-19.
- Rohman, E. and Maharani S. (2020). Peranan warna, viskositas, dan sineresis terhadap produk yoghurt. *Jurnal Edufortech* 5(2): 97-107.
- Salahudin, F., Utomo, P.P. 2012. Pengurangan rafinosa dan stakiosa oleh *Rhizopus oryzae* dan *Lactobacillus plantarum* pada fermentasi kedelai. *Jurnal Industrial Biopropal* 3(2): 71-75.
- Sembiring, F. S., Ali, A., Rossi, E. 2019. Variasi lama fermentasi terhadap kualitas mikrobiologi dan viskositas soyghurt menggunakan *Lactobacillus plantarum* IDY L-20. *Jurnal Sagu* 18(2): 34–39.
- Septiani, A. H., Kusrahayu, Legowo, A.M. 2013. Pengaruh penambahan susu skim pada proses pembuatan frozen yoghurt berbahan dasar whey terhadap total asam, pH, dan jumlah bakteri asam laktat. *Jurnal Animal Agriculture* 2(1): 225–231.
- Serlahwaty, D., Syarmalina, Sari, N. 2015. Analisis kandungan lemak dan protein terhadap kualitas soyghurt dengan penambahan susu skim. *Jurnal Berkala Ilmiah Kimia Farmasi* 4(2): 35-42.
- Setianto, Y. C., Pramono, Y.B., Mulyani, S. 2014. Nilai pH, viskositas, dan tekstur yoghurt drink dengan penambahan ekstrak salak pondoh (*Salacca zalacca*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3(3): 110–113.
- Setiarto, R.H.B., Widhyastuti, N. and Rikmawati, N.A. 2017. optimasi konsentrasi fruktooligosakarida untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat starter yoghurt. *Jurnal Veteriner* 18(3): 428-440.
- Sharma, S., Pradhan, R., Manickavasagan, A., Thimmanagari, M., Dutta, A. 2021. Evaluation of nitrogenous pyrolysates by Py–GC/MS for impacts of different proteolytic enzymes on corn distillers solubles. *Journal of Food and Bioproducts Processing* 127: 225-243.
- Syamsu, K., Elshahida, K. 2018. Pembuatan keju nabati dari kedelai menggunakan bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 28(2): 154–161.
- Teguh, Pranata, R., Nugerahani, I. Kusumawati, N. 2015. Pembuatan yoghurt buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus* L.): proporsi sari buah dan susu uht terhadap viabilitas bakteri dan keasaman yoghurt. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 14(2): 8994.
- Untoro, N.S., Kusrahayu, K., Setiani, B.E. 2012. Kadar air, kekenyalan, kadar lemak dan citarasa bakso daging sapi dengan penambahan ikan bandeng presto (*Channos Channos* Forsk). *Animal Agriculture Journal* 1(1): 567–583.
- Wahyudi, A., Dewi, R. 2017. Upaya perbaikan kualitas dan produksi buah menggunakan teknologi budidaya sistem “ToPAS” pada 12 varietas semangka hibrida. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 17(1): 17-25.
- Wang, J., Li, H., Meng, X., Tong, P., Liu, X. 2022. Biosynthesis of C9, T11-conjugated linoleic acid and the effect on characteristics in fermented soy milk. *Journal Food Chemistry* 368: 1-7.
- Wardani, I. R. 2014. Eksplorasi potensi kedelai hitam untuk produksi minuman fungsional sebagai upaya meningkatkan kesehatan masyarakat. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4): 58-67.
- Yang, B., Yang, H., Li, J., Li, Z., Jiang, Y.. 2011. Amino acid composition, molecular weight distribution and antioxidant activity of protein hydrolysates of soy sauce lees. *Journal of Food Chemistry* 124(2): 551–555.
- Ye, M., Ren, L., Wu, Y., Wang, Y., Liu, Y. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT-Food Science and Technology* 51(1): 314-318.
- Yulianto, R.R., Widyaningsih, T.D. 2013. Formulasi produk minuman herbal berbahan dasar cincau hitam (*Mesona palustris*), jahe (*Zingiber officinale*), dan kayu manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1(1): 65-77.
- Yusmarini, Y., Indrati, R., Utami, T., Marsono, Y. 2012. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat proteolitik dari susu kedelai yang terfermentasi spontan. *Jurnal Natur Indonesia* 12(1): 28-33.

Zhao Q., Xiong, H., Selomulya, C., Chen, X.D., Zhong, H., Wang, S., Sun, W., Zhou, Q. 2012. Enzymatic hydrolysis of rice dreg protein: Effects of enzyme type on the functional properties and antioxidant activities of recovered proteins. *Journal of Food Chemistry* 134(3): 1360-1367.