

Perbandingan Susu Segar dan *Puree* Labu Kuning (*Cucurbita moschata ex. poir*) terhadap Karakteristik *Firm* Yoghurt Probiotik Dengan *Lacticaseibacillus paracasei* RB210

***Comparison of Fresh Milk and Pumpkin Puree (*Cucurbita moschata ex. Poir*)
on the Characteristics of Probiotic Yoghurt Firm with *Lacticaseibacillus
paracasei* RB210***

Putu Anjani Dana Risti, Ni Nyoman Puspawati*, Ni Wayan Wisaniyasa

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

*Penulis korespondensi: Ni Nyoman Puspawati, E-mail: pusyawati@unud.ac.id

Abstract

Probiotic firm yoghurt is a solid-textured yoghurt product formulated using probiotic bacterial cultures. Conventional yoghurt generally has limitations in providing probiotic effects because the cultures used often cannot survive in the digestive tract. Therefore, innovation is needed through the use of local isolates of *Lacticaseibacillus paracasei* RB210, which are known to have high resistance to digestive conditions, and are combined with pumpkin puree as a natural prebiotic source to improve gut microflora balance and enhance the nutritional quality of the product. This study was conducted to determine the effect of the ratio of fresh milk and pumpkin puree on the characteristics of probiotic firm yoghurt, and to find the appropriate ratio to produce probiotic firm yoghurt with the best characteristics. A Completely Randomized Design was used in this research, with treatments consisting of six levels of fresh milk and pumpkin puree ratios: (100:0), (90:10), (80:20), (70:30), (60:40), and (50:50), repeated three times. The data obtained were analyzed using analysis of variance at a 95% confidence level. If the treatment had a significant effect on the parameter, Duncan's Multiple Range Test was carried out. The results showed that the ratio of fresh milk and pumpkin puree had a significant effect ($P<0.05$) on total LAB, pH, viscosity, protein content, antioxidant activity, β -carotene content, and sensory attributes, but had no significant effect on the total acid content of probiotic firm yoghurt. The best probiotic firm yoghurt was obtained at the ratio of fresh milk to pumpkin puree of 70:30, with the following characteristics: total LAB 8.62 log CFU/g (4.4×10^8 CFU/g); total acid 0.76%; pH 4.30; viscosity 17.80 P·as; protein content 11.69%; antioxidant activity 16.26%; β -carotene content 13.94 mg/100g; yellow color was preferred, the slightly pumpkin-like taste was favored, and the aroma, texture, and overall acceptability were also well-liked.

Keywords: *Lacticaseibacillus paracasei* RB210, *pumpkin*, *probiotic*, *yoghurt*.

Abstrak

Firm yoghurt probiotik adalah produk yoghurt bertekstur padat yang diformulasi dengan kultur bakteri probiotik. Produk yoghurt konvensional memiliki keterbatasan dalam memberikan efek probiotik karena kultur yang digunakan umumnya tidak mampu bertahan di saluran pencernaan. Inovasi diperlukan melalui penggunaan isolat lokal *Lacticaseibacillus paracasei* RB210 yang memiliki ketahanan tinggi terhadap kondisi pencernaan serta dikombinasikan dengan *puree* labu kuning sebagai sumber prebiotik alami guna meningkatkan keseimbangan mikroflora usus dan mutu gizi produk. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning terhadap karakteristik *firm* yoghurt probiotik serta mengetahui perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning yang tepat dalam menghasilkan *firm* yoghurt probiotik dengan karakteristik terbaik. Rancangan Acak Lengkap digunakan dalam penelitian ini, dengan perlakuan berupa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning yang terdiri dari 6 taraf: (100:0), (90:10), (80:20), (70:30), (60:40) dan (50:50), diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam pada selang kepercayaan 95%. Apabila perlakuan berpengaruh terhadap parameter, maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap total BAL, pH,

viskositas, kadar protein, aktivitas antioksidan, kadar β -karoten, serta sifat sensoris, namun tidak ditemukan pengaruh terhadap total asam pada firm yoghurt probiotik. *Firm* yoghurt probiotik terbaik diperoleh pada perlakuan perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning sebesar 70:30 dengan karakteristik total BAL 8,62 log CFU/g ($4,4 \times 10^8$ CFU/g); total asam 0,76%; pH 4,30; viskositas 17,80 P.as; kadar protein 11,69%; aktivitas antioksidan 16,26%; kadar β -karoten 13,94 mg/100g; warna kuning disukai, rasa agak khas labu kuning disukai, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan disukai.

Kata kunci: *Lacticaseibacillus paracasei* RB210, labu kuning, probiotik, yoghurt

PENDAHULUAN

Kandungan gizi yang tinggi seperti protein, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral telah dikaitkan dengan susu segar sebagai bahan pangan bergizi tinggi (Maharani et al., 2020). Karena kerentanannya terhadap kerusakan, susu segar umumnya telah diproses menjadi beragam produk olahan guna memperpanjang masa simpannya, salah satunya adalah yoghurt. Yoghurt dihasilkan melalui proses fermentasi susu sapi dengan menggunakan BAL. Berdasarkan Rusmiati et al. (2008), yoghurt telah dianggap memiliki nilai gizi yang lebih unggul dibandingkan susu segar, sebab kandungan seperti protein, lemak, mineral, riboflavin, vitamin B6, dan vitamin B12 ditemukan dalam kadar yang lebih tinggi. Peningkatan kandungan gizi ini dihasilkan melalui proses fermentasi, di mana senyawa kompleks telah dipecah menjadi bentuk sederhana agar dapat diserap tubuh dengan lebih mudah serta meningkatkan bioavailabilitas (Mahendra, 2018). Seiring dengan perkembangan zaman, yoghurt menjadi terkenal dan digemari masyarakat. Berdasarkan tekturnya, yoghurt dapat

diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, seperti *firm* yoghurt, *stirred* yoghurt, dan *drinking* yoghurt (Sudewi, 2020).

Tekstur yang lebih kental, lembut, dan stabil dimiliki oleh *firm* yoghurt, sehingga lebih disukai oleh sebagian konsumen karena kemiripannya dengan dessert yang mengenyangkan dan mudah dikonsumsi. *Firm* yoghurt memberikan fleksibilitas dalam formulasi untuk menambahkan probiotik, prebiotik atau bahan lainnya tanpa mengorbankan ciri khas sensori produk sehingga baik untuk dikembangkan menjadi produk inovasi. Selain itu, fermentasi *firm* yoghurt terbentuk di dalam wadah tanpa melalui proses pengadukan sehingga memiliki risiko kontaminasi yang lebih rendah dan dapat membantu menjaga kualitas serta keamanan produk selama penyimpanan.

Dalam proses pembuatan yoghurt, BAL dari genus *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* umumnya digunakan. Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rachman et al. (2015), kedua jenis BAL tersebut tidak dapat dipertahankan kelangsungan hidupnya di saluran pencernaan, sehingga peran sebagai

probiotik dan pemberian manfaat pencernaan bagi konsumen tidak dapat dilakukan. Dukungan terhadap hal ini juga telah diberikan melalui hasil penelitian oleh Aini et al. (2021), di mana perubahan jumlah bakteri asam laktat (BAL) di dalam saluran pencernaan telah dengan mudah diamati. Salah satu upaya dalam memperoleh manfaat dari mengkonsumsi yoghurt adalah dengan penggunaan kultur *Lactobacillus* lokal yang dapat mengkoagulasikan susu, menurunkan pH dan memiliki sifat probiotik yaitu *Lacticaseibacillus paracasei* RB210.

Menurut Puspawati et al., (2022) *Lc. paracasei* RB210 dikategorikan kedalam bakteri probiotik karena memiliki kemampuan untuk bertahan dalam sistem pencernaan sehingga dapat memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh dan bakteri ini dapat memfermentasi gula menjadi asam laktat yang membantu menurunkan pH media dan menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dilaporkan pula bahwa *Lc. paracasei* RB210 mampu menghambat α -glukosidase menjadikannya sebagai kandidat potensial untuk terapi diabetes, mampu memproduksi asam propionat dan butirat, yang penting untuk kesehatan usus, dan dapat berkontribusi dalam pengendalian kadar glukosa darah serta meningkatkan kesehatan (Puspawati et al, 2022). *Lc. paracasei* RB210 memiliki potensi yang menjanjikan sebagai agen antidiabetik dan probiotik dengan memiliki

manfaat tambahan dalam produksi senyawa bioaktif dan peningkatan kesehatan usus sehingga mendorong penggunaan BAL ini untuk pengembangan pangan fungsional.

Viabilitas probiotik di dalam saluran pencernaan telah diketahui dipengaruhi secara signifikan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah keberadaan prebiotik yang dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi. Bahan pangan yang berpotensi berperan sebagai prebiotik adalah labu kuning. Beberapa kandungan gizi utama seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral telah dilaporkan terkandung dalam labu kuning (Usmiati et al., 2005). Inulin juga telah ditemukan di dalam labu kuning dan dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat oleh bakteri menguntungkan di saluran cerna (Purwanto et al., 2013). Selain itu, kandungan β -karoten dalam labu kuning telah diketahui mampu meningkatkan nilai fungsional produk karena dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan. Dengan demikian labu kuning akan sangat baik berperan sebagai sumber prebiotik yang menjadi suatu jembatan untuk menambah nutrisi apabila diinovasikan kedalam produk yoghurt.

Pengaplikasian bahan pangan yang bersifat prebiotik ke dalam produk fermentasi dapat mempengaruhi karakteristik produk tersebut. Terkait penggunaan isolat lokal dan labu kuning yang diaplikasikan kedalam produk yoghurt belum banyak diteliti. Pada penelitian

Puspawati et al., (2023) telah dilakukan pengembangan *greek yogurt* sinbiotik dari *Lc. paracasei* RB210 dan tepung labu kuning sebagai pangan fungsional berbasis susu dilaporkan bahwa isolat mampu memberikan efek probiotik. Namun, pada penelitian ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat menggunakan konsentrasi tepung labu kuning diatas 3 persen, karena dengan penambahan 5 persen tepung labu kuning pada *greek yoghurt* menghasilkan aroma dan rasa labu yang kurang dapat diterima. Salah satu cara untuk memperbaiki kondisi tersebut yaitu diperlukan inovasi pengolahan seperti pemanfaatan labu kuning dalam bentuk *puree*, yang diharapkan dapat memperbaiki karakteristik sensori produk.

Pada penelitian Nurhikmah et al, (2023) telah dilakukan pengujian terkait karakteristik *firm yoghurt* dengan menggunakan *puree* labu kuning dilaporkan bahwa *puree* labu kuning memberikan karakteristik yang bervariasi tergantung pada proporsi *puree* yang ditambahkan dan berdampak pada uji viskositas, pH, kadar protein dan lemak. Berdasarkan hal tersebut penelitian terkait perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning dengan *Lc. paracasei* RB210 pada pembuatan *firm yoghurt* penting untuk dilakukan. Adanya penggabungan kandungan bahan yang bersifat probiotik yaitu BAL dan prebiotik yaitu *puree* labu kuning akan menghasilkan produk yang berpotensi sebagai sinbiotik.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan

untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dari perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning terhadap karakteristik *firm yoghurt* probiotik yang diinokulasikan dengan *Lacticaseibacillus paracasei* RB210. Selain itu, rasio yang paling tepat antara susu segar dan *puree* labu kuning juga diupayakan untuk ditentukan guna menghasilkan *firm yoghurt* probiotik dengan mutu karakteristik yang paling optimal.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan baku utama yang dipergunakan adalah kultur *Lacticaseibacillus paracasei* RB210 koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, susu sapi segar (Greenfield), sukrosa (Gulaku) dibeli di Tiara Dewata Sanglah, labu kuning bokor dibeli di Pasar Badung. Bahan yang dipergunakan untuk analisis adalah alkohol 70% dan 95% (OneMed), spiritus, media MRS Broth (Oxoid), NaCl 0,85% (Merck), *Bacteriological agar* (Himedia), aquades (Sekawan Bali Sejahtera), indikator PP (Merck), larutan DPPH (Himedia), metanol (Merck), pelarut aseton (Merck), n-hexan (Merck), tablet kjeldahl (Merck), asam borat (Merck) dan Na₂SO₄ (Merck).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah termometer, tabung sentrifuse, pemanas listrik (Maspion), *ultra-low temperature*

freezer (New Brunswick), *microtube* (OneMed), sentrifuse (Centurion), spektrophotometer UV-VIS, *homogenizer*, *Laminar Air Flow* (Kojair), inkubator (Memmert), destilator, gelas ukur, timbangan analitik, jar kaca, pH meter (Smart Sensor 818), viskometer (Brookfield Viscometer NDJ-1), cawan petri, *autoclave* (Gea medical), *micropipette* (DragonLab), *microtip* (OneMed), batang bengkok, jarum ose, corong, *vortex* (Thermolyne Maxi Mix II), bunsen, labu ukur (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), gelas beaker (Pyrex), pipet tetes, aluminium foil, tabung reaksi (Iwaki), kompor, panci, sendok dan *Chopper* (POL).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning terdiri dari 6 taraf yaitu: L0 = susu segar : *puree* labu kuning (100:0)
L1 = susu segar : *puree* labu kuning (90:10)
L2 = susu segar : *puree* labu kuning (80:20)
L3 = susu segar : *puree* labu kuning (70:30)
L4 = susu segar : *puree* labu kuning (60:40)
L5 = susu segar : *puree* labu kuning (50:50)
Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga ulangan, sehingga total unit percobaan yang diperoleh adalah sebanyak 18.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan 4 tahapan yaitu, pembuatan kultur stok, pembuatan starter yoghurt, pembuatan *puree* labu kuning dan pembuatan *firm* yoghurt labu kuning.

Penyegaran isolat BAL

Penyegaran isolat BAL mengacu pada Puspawati et al, (2023). Penyegaran isolat BAL dilakukan dengan cara mengambil 3 butir manik-manik (jumlah populasi sebanyak $4,0 \times 10^{10}$ CFU/ml) menggunakan ose dari kultur stok isolat gliserol 20% kedalam MRS Broth sebanyak 5 ml yang diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Pertumbuhan kultur ditunjukkan oleh adanya peningkatan kekeruhan pada media.

Konfirmasi *Lacticaseibacillus paracasei* RB210

Uji konfirmasi *Lc. paracasei* RB210 yang dilakukan setelah penyegaran yaitu pengujian katalase dan analisis pewarnaan gram mengacu pada Harrigan dan Mc Cance, (1998). Pengujian katalase diawali dengan mengambil satu koloni tunggal lalu diletakkan pada preparat. Kemudian diteteskan H_2O_2 3% dan diamati keberadaan gelembung yang dihasilkan. Terbentuknya gelembung gas menandakan adanya reaksi positif dari BAL yang diujikan. Oksigen (O_2) dalam bentuk gelembung udara terbentuk sebagai hasil pemecahan hidrogen peroksida (H_2O_2) oleh enzim katalase.

Satu koloni bakteri diambil lalu dicampurkan dengan aquades steril di atas kaca objek untuk dilakukan proses pewarnaan gram, dibiarkan hingga kering, lalu difiksasi dengan pemanasan di atas nyala bunsen. Diteteskan kristal violet dan diamkan 1 menit, kemudian dibilas

menggunakan aquades steril. Kemudian diteteskan lugol dan diamkan 1 menit, selanjutnya dibilas menggunakan aquades steril. Kemudian diteteskan alkohol 70% dan diamkan 3 detik, selanjutnya dibilas menggunakan aquades steril. Kemudian diteteskan safranin dan diamkan 1 menit, selanjutnya dibilas menggunakan aquades steril. Bakteri yang telah melalui proses pewarnaan dikeringkan dengan cara dibiarkan mengering di udara terbuka. Selanjutnya ditutup dengan cover glass yang diteteskan minyak emersi dan diamati dibawah mikroskop. Pengamatan uji pewarnaan gram dilakukan dengan mikroskop perbesaran 1000x. Hasil pewarnaan ungu diinterpretasikan sebagai sel bakteri Gram positif, sedangkan hasil berwarna merah diinterpretasikan sebagai Gram negatif.

Pembuatan starter yoghurt

Proses pembuatan starter yoghurt mengacu pada Paramita *et al.*, (2017) yang dimodifikasi. Dalam pembuatan starter yoghurt, dilakukan pencucian sel *Lc. paracasei* RB210 menggunakan NaCl 0,85% untuk memperoleh massa sel bakteri. Sebanyak 4 ml kultur bakteri dalam MRS Broth diambil dan dimasukkan ke dalam 4 tabung eppendorf, masing-masing berisi 1 ml kultur. Proses pencucian sel dilakukan dengan menggunakan centrifuge pada kecepatan 5000 rpm pada suhu 4°C selama 12 menit. Supernatan dipisahkan dari pelet, kemudian ditambahkan larutan NaCl 0,85%

sebanyak 1 ml ke dalam endapan sel. Proses pencucian sel diulang sebanyak 2 kali dan dihasilkan massa sel *Lc. paracasei* RB210. Selanjutnya susu segar ditambahkan 6% sukrosa, 5% susu skim dan di pasteurisasi pada suhu 80°C selama 30 menit. Selanjutnya susu didinginkan kemudian diinokulasikan dengan *Lc. paracasei* RB210 hasil pencucian sel sebelumnya dan diinkubasi pada suhu 40°C selama 12 jam.

Pembuatan *puree* labu kuning

Pembuatan *puree* labu kuning diawali dengan dikupasnya labu kuning, kemudian dipotong-potong dengan ukuran ± 5 cm dan dibilas menggunakan air hingga bersih. Kemudian labu kuning dikukus selama 5 menit pada suhu 80°C dan dihaluskan menggunakan *food processor* (Nurhikmah *et al*, 2023 yang dimodifikasi).

Pembuatan *firm* yoghurt labu kuning

Formulasi pembuatan yoghurt dengan perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning dilihat pada Tabel 1. Pembuatan yoghurt dimulai dengan tahapan susu segar ditambahkan sukrosa 6%, susu skim 5%, dan *puree* labu kuning sesuai perlakuan, selanjutnya dipasteurisasi pada suhu 80°C selama 30 menit. Tahap berikutnya dilanjutkan homogenisasi susu selama 15 menit, selanjutnya suhu diturunkan hingga mencapai 40°C sebelum diinokulasikan dengan 4% starter yoghurt. Tahap akhir yaitu inkubasi pada suhu 40°C selama 24 jam (Nurhikmah *et al*, 2023 yang dimodifikasi).

Tabel 1. Formulasi *firm yoghurt labu kuning*

Komposisi	Perlakuan					
	L0	L1	L2	L3	L4	L5
Susu segar (ml)	100	90	80	70	60	50
Puree labu kuning (g)	0	10	20	30	40	50
Sukrosa (g)	6	6	6	6	6	6
Susu skim (g)	5	5	5	5	5	5

Parameter yang Diamati

Parameter yang dianalisis mencakup total BAL metode *Total Plate Count* (Fardiaz, 1993), total asam metode titrasi (AOAC, 2005), pH (AOAC, 1995), viskositas (Atkins, 1994), protein metode mikro-kjeldahl (AOAC, 2005), aktivitas antioksidan metode DPPH (Blois, 1958) dan total β -karoten metode spektrofotometri UV-Vis (Davies, 1976). Metode uji hedonik digunakan dalam evaluasi sensoris untuk menilai warna, tekstur, rasa, aroma, dan penerimaan secara keseluruhan, sedangkan metode uji skoring diterapkan untuk mengevaluasi warna dan rasa (Soekarto, 1985).

Analisis Data

Hasil data penelitian yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, dilakukan analisis sidik ragam. Analisis dilakukan pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$). Apabila perlakuan berpengaruh terhadap parameter yang diamati, dilanjutkan dengan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* (Duncan, 1955). Analisis sidik ragam ini

dilakukan menggunakan *software SPSS 27.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Konfirmasi *Lacticaseibacillus paracasei RB210*

Uji konfirmasi dilakukan dengan beberapa tahap yaitu uji pengecatan gram, katalase, dan pengamatan morfologi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji pengecatan Gram terhadap *Lc. paracasei* RB210 menunjukkan bakteri ini termasuk kedalam kelompok Gram positif. Hal ini ditunjukkan dengan pewarnaan sel yang tampak ungu di bawah mikroskop setelah proses pewarnaan Gram. Warna ungu tersebut menunjukkan bahwa dinding sel isolat mampu mempertahankan pewarna utama kristal violet meskipun telah mengalami proses pelunturan dengan alkohol. Ciri khas dari bakteri Gram positif ditunjukkan oleh keberadaan lapisan peptidoglikan yang tebal pada dinding selnya yang membuatnya lebih kuat terhadap tekanan osmotik dan cenderung tahan terhadap lingkungan asam, seperti di saluran pencernaan manusia.

Tabel 2. Hasil Uji Konfirmasi *Lc. paracasei* RB210

Karakteristik *Lc. paracasei* RB210

Cat Gram	Gram Positif (+)
Katalase	Negatif (-)
Morfologi	Batang/Basil

Ini merupakan karakteristik penting dari BAL, karena struktur dinding sel yang demikian membantu mereka bertahan dalam kondisi ekstrim, termasuk selama proses fermentasi maupun dalam sistem pencernaan (Sukarya et al., 2021; Adhinugraha et al., 2022). Selain itu, hasil pengecatan Gram ini juga menjadi indikator awal keberhasilan isolasi BAL, karena mayoritas BAL secara morfologi dan sifat dinding sel selalu menunjukkan reaksi Gram positif (Puspawati et al., 2021). Oleh karena itu, hasil ini memperkuat identifikasi awal bahwa *Lc. paracasei* RB210 tergolong dalam genus *Lactobacillus* dan berpotensi sebagai probiotik.

Berdasarkan hasil uji katalase yang dilakukan terhadap *Lc. paracasei* RB210, diketahui bahwa isolat ini menunjukkan reaksi katalase negatif. Hal ini dibuktikan dengan tidak munculnya gelembung oksigen ketika koloni bakteri ditetes ke larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%. Tidak terbentuknya gelembung digunakan sebagai indikator bahwa enzim katalase tidak dihasilkan oleh RB210, yaitu enzim yang berperan dalam menguraikan H_2O_2 menjadi air dan oksigen (Sukarya et al., 2021; Adhinugraha et al., 2022). Ciri katalase negatif merupakan karakteristik umum dari BAL yang umumnya merupakan bakteri

anaerob fakultatif atau mikroaerofilik. Dalam kondisi tersebut, BAL cenderung tidak memerlukan enzim katalase karena mereka tumbuh dalam lingkungan dengan kadar oksigen rendah, dan memiliki sistem pertahanan oksidatif lain yang bekerja di dalam sel. Beberapa strain BAL seperti *Lactobacillus plantarum* diketahui memiliki mekanisme perlindungan alternatif melalui enzim superoksida dismutase (SOD) dan NADH peroksidase, yang berfungsi menangani stres oksidatif tanpa perlu katalase (Li et al., 2012). Dengan demikian, hasil uji katalase negatif pada *Lc. paracasei* RB210 memperkuat bahwa isolat ini adalah BAL sejati dan berpotensi sebagai probiotik, karena mampu hidup dalam lingkungan rendah oksigen seperti saluran pencernaan manusia, serta tidak menghasilkan enzim yang justru dapat merugikan mikroflora usus yang sensitif terhadap oksigen reaktif.

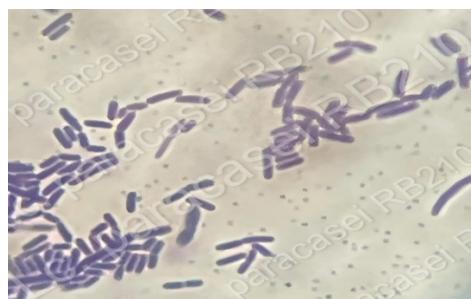
Pengamatan morfologi sel terhadap *Lc. paracasei* RB210 menunjukkan bahwa isolat ini memiliki bentuk basil atau batang, yang merupakan ciri khas dari genus *Lactobacillus*. Morfologi ini diperoleh melalui pengamatan mikroskopis setelah pewarnaan Gram menggunakan perbesaran 1000x. Sel bakteri tampak sebagai batang lurus, halus, dan terkadang tampak berpasangan atau dalam rantai pendek

(Sukarya et al., 2021; Adhinugraha et al., 2022). Bentuk batang yang dimiliki oleh *Lc. paracasei* RB210 berperan penting dalam mendukung kemampuan adhesi bakteri terhadap mukosa saluran cerna, yang merupakan salah satu karakter utama dalam menilai potensi probiotik. Adhesi ini memungkinkan bakteri menempel dan berkolonisasi pada permukaan epitel usus, sehingga dapat berkompetisi dengan mikroorganisme patogen dan memperkuat efek kesehatan yang ditimbulkan (Ouwehand et al., 2002). Selain itu, morfologi batang juga sering dikaitkan dengan kemampuan menghasilkan senyawa metabolit sekunder, termasuk asam laktat, eksopolisakarida (EPS), dan peptida antimikroba. Oleh karena itu, pengamatan morfologi batang dari *Lc. paracasei* RB210 semakin memperkuat identifikasinya sebagai anggota genus *Lactobacillus* dan mendukung kelayakannya sebagai bakteri fungsional dalam pengembangan produk pangan probiotik. Hasil pengecatan gram dan morfologi *Lc. paracasei* RB210 dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil Analisis Kimia Puree Labu Kuning

Analisis kimia terhadap bahan baku puree labu kuning yang mencakup kandungan protein, aktivitas antioksidan, dan kadar β-karoten disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis, kandungan protein dalam puree labu kuning yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *firm* yoghurt probiotik tercatat sebesar

1,38%; aktivitas antioksidan 28,71% dan kadar β-karoten 18,58 mg/100g. Hasil penelitian ini sesuai dengan data Kemenkes (2018) dalam 100 gram labu kuning mengandung protein sebesar 1,7 gram. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa labu kuning tidak termasuk sumber protein utama namun tetap memberikan kontribusi terhadap kebutuhan protein harian, sehingga labu kuning perlu dikombinasikan dengan bahan yang berprotein tinggi untuk menambah nilai gizi dari produk akhir. Aktivitas antioksidan yang diperoleh dari *puree* labu kuning menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam menangkal efek buruk dari radikal bebas. Menurut Utami et al. (2022), ekstrak etanol dari labu kuning menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 148,32 ppm, yang diklasifikasikan sebagai aktivitas antioksidan dengan tingkat sedang. Nilai IC₅₀ ini diartikan sebagai konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH, di mana aktivitas antioksidan yang lebih tinggi ditunjukkan oleh nilai IC₅₀ yang lebih rendah. Menurut Liu (2004), antioksidan alami dari bahan pangan, seperti buah dan sayuran berwarna oranye, dapat melindungi sel dari stres oksidatif dan memperkuat sistem imun. Aktivitas ini sangat penting dalam meningkatkan nilai fungsional yoghurt probiotik, keberadaan antioksidan membantu mempertahankan kualitas produk selama penyimpanan.



Gambar 1. Hasil pengecatan gram dan morfologi *Lc. paracasei* RB210
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3. Hasil analisis kimia *puree* labu kuning

Bahan baku	Kadar protein (%)	Aktivitas antioksidan (%)	Kadar β-karoten (mg/100g)
Puree labu kuning	1,38±0,08	28,71±0,37	18,58±0,34

Pernyataan ini didukung oleh Shahidi dan Zhong, (2010) yang menyatakan bahwa antioksidan bekerja dengan cara menangkap radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai oksidatif, sehingga dapat meningkatkan stabilitas warna, rasa, aroma, dan aktivitas fungsional produk selama penyimpanan. Selain itu, antioksidan juga dapat melindungi komponen bioaktif seperti karotenoid dan fenol dari degradasi oksidatif, yang seringkali dipicu oleh cahaya, oksigen, dan suhu penyimpanan (Nicoli et al., 1999).

Senyawa bioaktif yang terdapat pada labu kuning seperti β-karoten yang kaya akan provitamin A. Kandungan β-karoten dalam labu kuning sesuai dengan hasil penelitian terdahulu, di mana Priyatna (2021) melaporkan bahwa kadar β-karoten dalam puree labu kuning mencapai 17,25 mg per 100 gram, dan Gardjito (2006) melaporkan sebesar 19,9 mg/100g. β-karoten juga memiliki sifat antiinflamasi dan

imunomodulator, yang semakin meningkatkan nilai fungsional dari produk fermentasi seperti yoghurt. Menurut Tapiero et al. (2004), β-karoten memiliki kemampuan untuk meningkatkan respon imun, memperbaiki kerusakan sel akibat oksidasi, serta mendukung kesehatan mata dan kulit. Secara keseluruhan, keberadaan *puree* labu kuning dalam pembuatan *firm* yoghurt tidak hanya memberikan kontribusi terhadap rasa, warna, dan tekstur, tetapi juga memperkaya kandungan gizi dan senyawa bioaktif produk akhir, menjadikannya lebih fungsional dan sehat untuk dikonsumsi.

Total BAL

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap total BAL *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis total BAL dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda

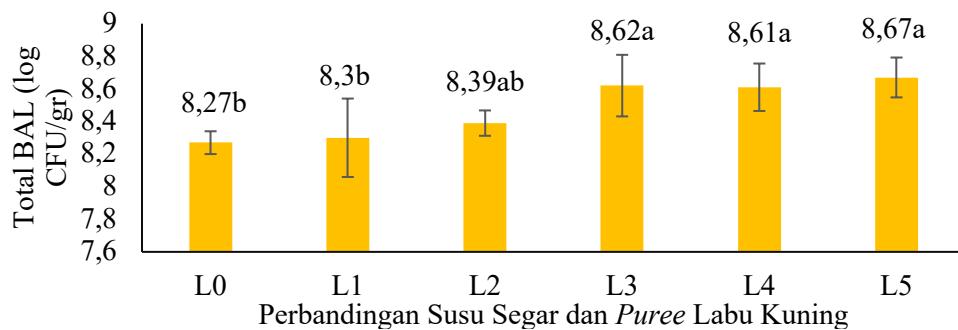
nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa nilai rata-rata pada pengujian total BAL berkisar antara $8,27 \log \text{CFU/g}$ ($1,9 \times 10^8 \text{ CFU/g}$) sampai $8,67 \log \text{CFU/g}$ ($4,8 \times 10^8 \text{ CFU/g}$). Total BAL terendah diperoleh pada perlakuan L0 sebesar $8,27 \log \text{CFU/g}$ ($1,9 \times 10^8 \text{ CFU/g}$) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L1 dan L2, sedangkan total BAL tertinggi diperoleh pada perlakuan L5 sebesar $8,67 \log \text{CFU/g}$ ($4,8 \times 10^8 \text{ CFU/g}$) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L3 dan L4. Peningkatan total BAL menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri berlangsung dengan baik. Keberadaan puree labu kuning dalam jumlah sedikit (10%) dianggap memberikan kontribusi nutrisi yang minimal terhadap pertumbuhan BAL. Sebaliknya, ketika jumlah puree labu kuning mencapai 50%, kontribusi maksimal terhadap pertumbuhan BAL diberikan.

Pengujian total BAL dilakukan untuk mengetahui populasi mikroorganisme dalam *firm yoghurt probiotik*. Kandungan zat gizi dari *puree* labu kuning, khususnya karbohidrat seperti glukosa dan serat diduga berperan dalam mendukung pertumbuhan BAL. Hidayat et al. (2013) menyatakan bahwa jumlah mikroorganisme dalam suatu media sangat bergantung pada ketersediaan nutrien yang mendukung pertumbuhan. Semakin banyak nutrien yang tersedia, maka semakin tinggi pula pertumbuhan sel bakteri. Peningkatan jumlah BAL yang

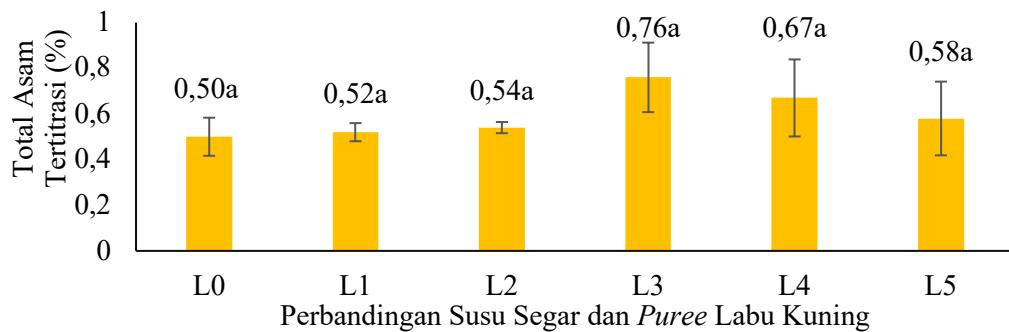
signifikan pada perlakuan dengan *puree* labu kuning dapat dijelaskan karena adanya kandungan gula sederhana dan senyawa bioaktif dalam labu kuning yang mudah dimetabolisme oleh BAL. Nurwantoro et al. (2009) mengemukakan bahwa BAL memiliki kemampuan mendegradasi berbagai jenis karbohidrat menjadi asam laktat sebagai hasil fermentasi utama. Hal ini menunjukkan bahwa *puree* labu kuning tidak hanya sebagai sumber energi, tetapi juga berpotensi sebagai prebiotik karena kandungan inulin yang meningkatkan aktivitas probiotik. Menurut Ganzle (2015) keberhasilan fermentasi probiotik dipengaruhi oleh interaksi antara mikroorganisme dan matriks pangan tempat mereka tumbuh, termasuk tingkat keasaman, kandungan gula, dan struktur fisik medium.

Selain mendukung pertumbuhan BAL, *puree* labu kuning juga mengandung antioksidan seperti β -karoten yang dapat menciptakan lingkungan fermentasi yang stabil bagi bakteri probiotik, serta meningkatkan kualitas fungsional produk akhir. Menurut Wang et al. (2020) penambahan bahan kaya antioksidan dalam produk fermentasi dapat meningkatkan kestabilan mikroba serta memperpanjang masa simpan produk. Oleh karena itu, penggunaan *puree* labu kuning tidak hanya meningkatkan populasi BAL, tetapi juga memberi nilai tambah gizi dan fungsional pada *firm yoghurt probiotik*.



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 2. Grafik nilai rata-rata total BAL *firm* yoghurt probiotik labu kuning



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 3. Grafik nilai rata-rata total asam tertitrasi *firm* yoghurt probiotik labu kuning

Data yang diperoleh pada penelitian ini telah disesuaikan dengan SNI 2981:2009, di mana jumlah minimal total BAL pada yoghurt ditetapkan sebesar 10^7 CFU/g.

Total Asam Tertitrasi

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap total asam *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis total asam tertitrasi dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata ($P>0,05$).

Berdasarkan Gambar 9 diketahui

bahwa nilai rata-rata total asam berkisar antara 0,50% - 0,76%. Kadar total asam tertinggi ditemukan pada perlakuan L3, yaitu sebesar 0,76%, sementara kadar total asam terendah tercatat pada perlakuan L0 dengan nilai sebesar 0,50%. Antar perlakuan menunjukkan tidak berpengaruh nyata yang kemungkinan disebabkan oleh aktivitas metabolismik BAL yang relatif seragam dalam semua perlakuan, sehingga jumlah asam organik yang dihasilkan selama fermentasi tidak berbeda nyata. Meskipun rasio susu dan *puree* labu kuning berbeda, kondisi fermentasi yang dikendalikan (suhu, waktu, dan inokulum) memungkinkan bakteri untuk

tetap tumbuh dan memfermentasi laktosa dalam tingkat yang hampir sama.

Laktosa diakui sebagai komponen utama yang penting dalam pembuatan yoghurt, karena penggunaannya dijadikan sebagai bahan dasar dalam pembentukan asam laktat selama proses fermentasi (Nurminabari et al., 2018). Terjadinya pengenceran media fermentasi akibat bertambahnya *puree* labu kuning juga dapat menyebabkan ketersediaan substrat laktosa bagi BAL menjadi terbatas, sehingga sintesis asam menurun (Widayanti et al., 2019; Shah, 2007). Selain itu, *puree* labu kuning yang ditambahkan tidak mengandung laktosa. Dengan demikian, perubahan rasio *puree* tidak memberikan pengaruh langsung terhadap produksi total asam, karena kandungan karbohidrat labu kuning tidak dapat dimetabolisme menjadi asam oleh BAL seefisien laktosa pada susu. Hal ini mendukung temuan Nofiyanto et al. (2021) bahwa tidak selalu terdapat hubungan linier antara jumlah BAL dan kadar asam laktat yang dihasilkan, karena fermentasi juga dipengaruhi oleh komposisi media dan jalur metabolismik yang digunakan mikroba.

Jumlah keseluruhan asam laktat pada saat proses fermentasi diketahui melalui pengujian total asam, di mana asam tersebut dihasilkan sebagai hasil dari perombakan laktosa oleh BAL (Mustika et al., 2019). Total asam yang tertitrasi dikenal sebagai persen asam laktat, dan dikategorikan sebagai komponen asam

utama yang terbentuk selama proses fermentasi yoghurt (Yulianawati dan Isworo, 2012). Nilai total asam untuk keseluruhan perlakuan sudah memenuhi syarat SNI 2981 : 2009 mengenai total asam dalam yoghurt berkisar antara 0,5% - 2%. Namun ketidakselarasan data total asam dengan pH yang diperoleh kemungkinan disebabkan karena total asam terhitung sebagai asam laktat dan pada pengujian pH yang terukur merupakan seluruh ion H⁺ (Burton et al, 2014). Kandungan senyawa asam dalam labu kuning, seperti asam amino (alanin, asam glutamat) serta berbagai asam organik lainnya, termasuk asam linoleat, miristat, sitrat, malat, oleat, fitat, dan asam askorbat, diduga telah menyebabkan terjadinya fenomena ini (Kemenkes, 2018). Keberadaan senyawa-senyawa ini dapat mempengaruhi aktivitas metabolismik BAL serta berkontribusi terhadap profil rasa dan tingkat keasaman akhir produk yoghurt (Gardjito, 2006).

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pH *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis pH dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

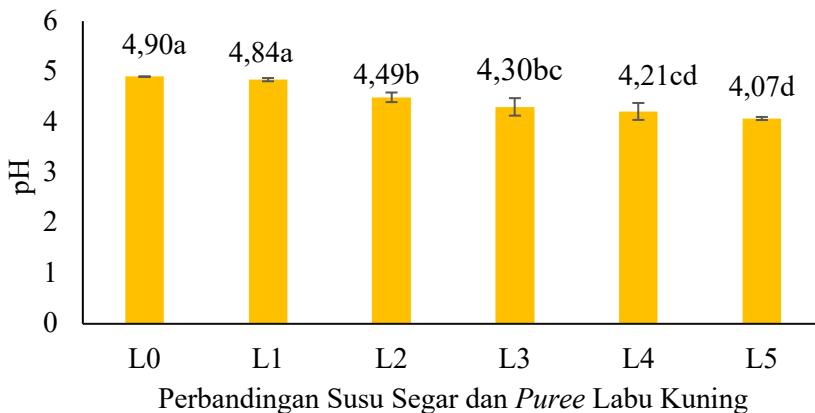
Berdasarkan Gambar 4 terlihat adanya penurunan nilai pH seiring

dengan meningkatnya proporsi penambahan *puree* labu kuning dalam formulasi yoghurt. Nilai rata-rata pH berkisar antara 4,07 sampai dengan 4,90. pH tertinggi diperoleh pada perlakuan L0 sebesar 4,90 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L1, sedangkan nilai pH terendah diperoleh pada perlakuan L5 sebesar 4,07 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L4. Rata-rata pH menurun secara konsisten dari L0 ke L5. Peningkatan kadar labu kuning yang digunakan telah diikuti oleh peningkatan keasaman pada yoghurt yang dihasilkan. Keasaman yang lebih tinggi tersebut ditunjukkan oleh nilai pH yang lebih rendah, yang mencerminkan kondisi yoghurt yang lebih asam. pH menurun seiring dengan peningkatan formulasi perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning, namun hal tersebut tidak sejalan dengan total asam. Hal ini kemungkinan disebabkan karena total asam terhitung sebagai asam laktat dan pada pengujian pH yang terukur merupakan seluruh ion H⁺. Sementara itu, jumlah total BAL justru tetap tinggi, menunjukkan bahwa aktivitas fermentatif masih berlangsung optimal. pH merupakan indikator tingkat keasaman atau kebasaan dalam bidang ilmu pangan (Nurhikmah et al., 2023). Parameter ini memiliki peranan penting karena dapat memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme serta proses pembentukan produk fermentasi, mengingat setiap jenis

mikroorganisme memiliki kisaran pH optimal untuk tumbuh (Ariyana et al., 2022). Menurut Nurhikmah et al. (2023), nilai pH yoghurt dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti komposisi bahan baku, jenis mikroorganisme yang digunakan, serta aktivitas bakteri asam laktat (BAL).

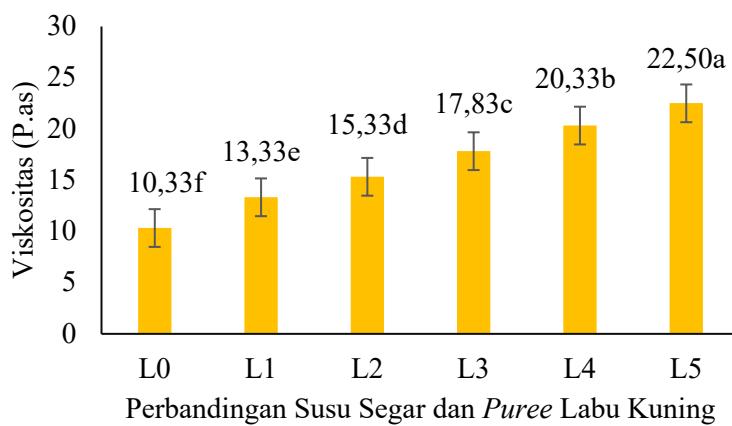
Penambahan gula dalam proses pembuatan yoghurt dapat menurunkan nilai pH akibat fermentasi yang dilakukan oleh BAL (Alpina, 2022). Selama proses fermentasi, terbentuknya asam laktat menyebabkan peningkatan tingkat keasaman serta penurunan nilai pH (Rohman & Maharani, 2020). Temuan ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Jannah et al. (2014), di mana penurunan pH pada yoghurt dijelaskan sebagai akibat dari fermentasi laktosa menjadi asam laktat yang dilakukan oleh aktivitas bakteri. Sampurno et al. (2020) juga menyatakan bahwa penurunan pH mencerminkan peningkatan kadar total asam pada substrat. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun nilai pH mengalami penurunan secara konsisten, peningkatan total asam tidak selalu menunjukkan pola yang linear.

Nilai pH dapat diturunkan sebagai akibat dari terbentuknya asam lemak rantai pendek seperti propionat, asam asetat, butirat, L-laktat, serta gas karbon dioksida dan hidrogen yang dihasilkan selama proses fermentasi berlangsung.



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 4. Grafik nilai rata-rata pH firm yoghurt probiotik labu kuning



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 5. Grafik nilai rata-rata viskositas firm yoghurt probiotik labu kuning

Pembentukan senyawa-senyawa tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya keasaman sehingga menyebabkan pH yoghurt menurun (Yusmarini & Efendi, 2004). Dengan demikian senyawa-senyawa tersebut turut menurunkan pH karena menyumbangkan ion H^+ , tetapi tidak terdeteksi dalam pengukuran total asam yang spesifik terhadap asam laktat (Burton et al, 2014). Meskipun populasi BAL tinggi dan aktivitas fermentasi berjalan optimal, senyawa non-

laktat dari labu kuning dapat mengganggu kontribusi asam laktat terhadap total asam yang terukur, sehingga menyebabkan perbedaan antara nilai pH dan total asam. Hal ini menunjukkan bahwa pH dan total asam tidak selalu berkorelasi secara langsung, terutama bila terdapat bahan tambahan yang mengandung senyawa asam lain selain asam laktat.

Viskositas

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan puree labu

kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap viskositas *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis viskositas dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan nilai viskositas seiring dengan banyaknya proporsi *puree* labu kuning dalam formulasi yoghurt. Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa nilai rata-rata viskositas berkisar antara 10,33 P.as sampai dengan 22,50 P.as. Nilai viskositas tertinggi yaitu pada perlakuan L5 sebesar 22,50 dan terendah pada perlakuan L0 sebesar 10,33. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari penambahan *puree* labu kuning terhadap peningkatan kekentalan produk secara konsisten. Hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa *puree* labu kuning memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan viskositas.

Viskositas adalah salah satu pengujian terkait dengan fisik atau mengukur kekentalan pada produk pangan (Zulaikhah and Fitria, 2020). Viskositas dapat mempengaruhi kepadatan maupun keenceran yoghurt (Nurhikmah et al, 2023). Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan antara susu segar dengan *puree* labu kuning dapat meningkatkan nilai viskositas pada yoghurt probiotik. Peningkatan viskositas telah ditunjukkan seiring dengan semakin tingginya perbandingan yang digunakan. Temuan ini

telah dilaporkan pula oleh Kumala (2015), di mana tekstur es krim yoghurt dipengaruhi oleh penambahan *puree* labu kuning. Pengaruh tersebut dikaitkan dengan adanya kandungan pati dalam *puree* labu kuning. Meskipun kandungan air dalam labu kuning tergolong tinggi, peningkatan kekentalan tetap dapat diamati karena air dapat diikat oleh pati yang terdapat di dalamnya. Hal serupa juga telah dilaporkan oleh Wulandari et al. (2022), di mana viskositas yoghurt dilaporkan meningkat sebagai akibat dari penambahan *puree* labu kuning, yang mampu memperkuat struktur protein susu melalui interaksi hidrokoloid. Penambahan bahan penstabil juga mempengaruhi kekentalan yoghurt karena terjadinya denaturasi protein susu dan lamanya waktu fermentasi (Nurhikmah et al, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa viskositas yoghurt dipengaruhi oleh jenis dan proporsi bahan tambahan, kandungan air dan serat pangan dalam bahan tambahan, serta reaksi biokimia selama proses fermentasi. Kehadiran senyawa pembentuk gel dari labu kuning memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan viskositas, sehingga perlakuan dengan seiring meningkatnya proporsi *puree* labu kuning menghasilkan yoghurt dengan konsistensi lebih tebal dan padat yang sesuai dengan karakteristik *firm* yoghurt.

Kadar Protein

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree*

labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar protein *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis kadar protein dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

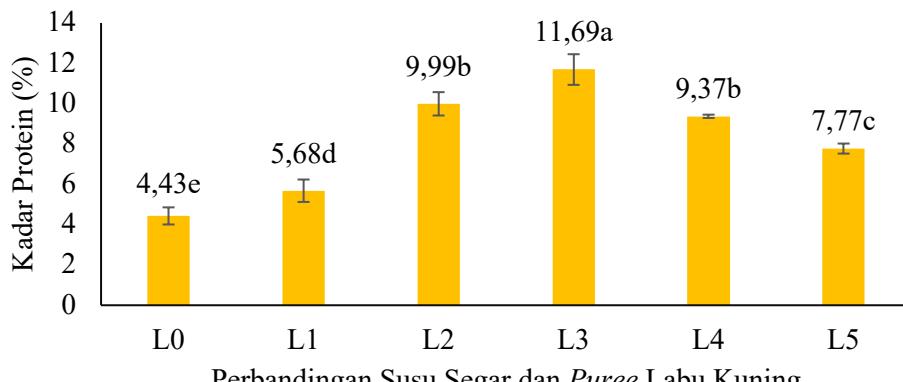
Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan kadar protein pada perlakuan L0 hingga L3 yang kemudian terjadi penurunan seiring dengan banyaknya proporsi labu kuning. Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa nilai rata-rata kadar protein berkisar antara 4,43% sampai 11,69%. Protein tertinggi diperoleh pada perlakuan L3 sebesar 11,69 dan terendah pada perlakuan L0 sebesar 4,43. Berdasarkan data yang diperoleh, peningkatan kandungan protein yoghurt ditunjukkan seiring dengan semakin tingginya perbandingan susu segar terhadap puree labu kuning, yang kemudian mengalami penurunan pada perlakuan L4 dan L5.

Kadar protein yang meningkat kemungkinan besar dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah akibat dari terjadinya proses rekonsentrasi selama fermentasi. Rekonsentrasi terjadi akibat penurunan kadar air selama inkubasi, baik karena penguapan maupun retensi whey oleh struktur gel pada firm yoghurt. Struktur gel

yang padat dan stabil mampu menahan fase cair, sehingga mengurangi sineresis dan menyebabkan peningkatan relatif komponen padatan seperti protein dalam produk akhir (Tamime & Robinson, 2007). Selain itu, protein hewani berkualitas tinggi yang kaya akan asam amino esensial telah diketahui terkandung di dalam susu segar (Hekmat & McMahon, 1992).

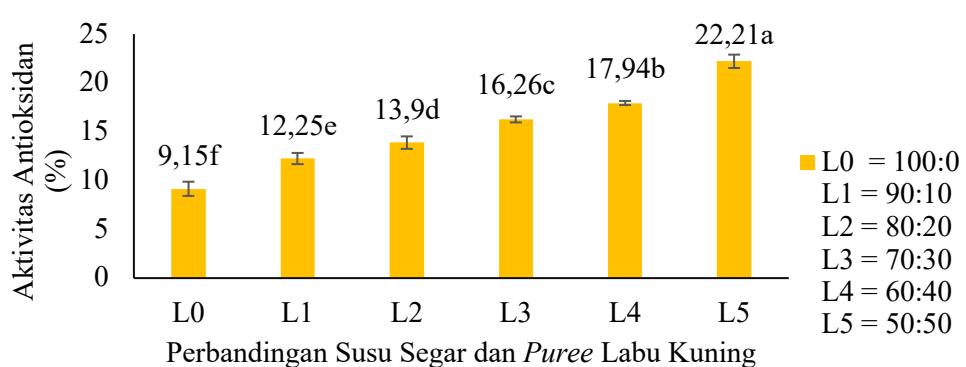
Selama fermentasi, aktivitas BAL juga berperan dalam memecah protein susu menjadi peptida dan asam amino bebas melalui proses proteolisis, yang dapat meningkatkan nilai gizi dan keterserapan protein dalam produk (Korhonen & Pihlanto, 2006). Namun, seiring dengan peningkatan proporsi *puree* labu kuning, kadar protein mengalami penurunan. Kandungan protein yang lebih rendah pada *puree* labu kuning telah dibandingkan dengan susu segar, sehingga dianggap sebagai penyebab dari penurunan kadar protein.

Menurut USDA (2020), sekitar 1 gram protein per 100 gram bahan telah dilaporkan terkandung dalam labu kuning, sedangkan sekitar 3,2 gram protein per 100 ml telah ditemukan dalam susu segar. Sehingga, penggantian sebagian besar susu dengan *puree* labu menyebabkan pengenceran kandungan protein total dalam formulasi akhir yoghurt.



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 6. Grafik nilai rata-rata kadar protein *firm* yoghurt probiotik labu kuning



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 7. Grafik nilai rata-rata aktivitas antioksidan *firm* yoghurt probiotik labu kuning

Penurunan jumlah protein pada perlakuan P1 akibat substitusi labu kuning sebanyak 20% telah dilaporkan oleh Nurhikmah et al. (2023), dan kondisi tersebut dipengaruhi oleh proses fermentasi yang menyebabkan bioavailabilitas protein mengalami perubahan, karena protein telah diurai menjadi asam amino oleh bakteri probiotik.

Protein diklasifikasikan sebagai zat gizi esensial bagi tubuh karena perannya dalam mendukung fungsi pembangunan dan pengaturan fisiologis. Mempertahankan jaringan yang ada serta membentuk jaringan baru merupakan fungsi utama protein bagi

tubuh (Nurhikmah et al, 2023). Protein dalam jumlah yang tinggi banyak terkandung di dalam yoghurt. Meskipun populasi BAL yang diperoleh tinggi seiring dengan meningkatnya perbandingan susu segar dengan *puree* labu kuning dapat meningkatkan aktivitas fermentasi, hal ini tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kadar protein. Sebagaimana dijelaskan oleh Nofiyanto et al. (2021) fermentasi dipengaruhi oleh komposisi media dan jalur metabolismik yang digunakan mikroba, sehingga jumlah BAL yang tinggi tidak selalu menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena

selama proses fermentasi dan penyimpanan, aktivitas proteolitik BAL akan memecah protein susu menjadi asam amino dan peptida, sehingga meningkatkan bioavabilitas protein bagi konsumen (Junita et al, 2023). Hasil analisis kadar protein pada yoghurt berdasarkan SNI 2981:2009 minimal berkisar 2,7% sehingga dalam penelitian ini semua perlakuan sudah memenuhi syarat SNI.

Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap aktivitas antioksidan *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa nilai rata-rata aktivitas antioksidan berkisar 9,15% sampai dengan 22,21%. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada perlakuan L5 sebesar 22,21% dan terendah pada perlakuan L0 sebesar 9,15%. Adanya aktivitas antioksidan pada perlakuan L0 juga menunjukkan bahwa *Lc.paracasei* RB210 memiliki aktivitas antioksidan secara alami dapat menangkal radikal bebas sebesar 9,15% pada pengaplikasiannya dalam produk yoghurt. Pernyataan bahwa aktivitas antioksidan CFE (cell-free extract) dari *Lc. paracasei* RB210 tergolong tinggi dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan

dibandingkan dengan isolat lain yang juga memiliki kategori aktivitas tinggi telah disampaikan oleh Puspawati et al. (2022).

Molekul yang dapat digunakan untuk memperlambat atau menghambat proses oksidasi molekul lain disebut sebagai antioksidan. Salah satu produk pangan yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan adalah yoghurt. Aktivitas antioksidan tersebut dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi, sehingga nilai fungsional pada bahan pangan dapat ditingkatkan (Putriningtyas dan Wahyuningsih, 2017). Proses fermentasi yang dilakukan oleh *Lc. paracasei* RB210 juga turut berperan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Mikroorganisme ini mampu menghasilkan peptida bioaktif selama proses fermentasi, yang terbukti memiliki aktivitas antioksidan (Molyneux, 2004). Bahkan pada perlakuan L0 yang tidak mengandung labu kuning, aktivitas antioksidan tetap terdeteksi sebesar 9,15%, menandakan bahwa kultur probiotik tersebut memiliki kontribusi dasar terhadap sifat antioksidan produk, sehingga dapat menurunkan absorbansi DPPH.

Kemampuan *Lc. paracasei* RB210 dalam memberikan efek antioksidan terutama disebabkan oleh kemampuannya memproduksi senyawa fungsional selama proses fermentasi. Senyawa tersebut mencakup enzim-enzim penting seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase (CAT), eksopolisakarida (EPS), serta metabolit fenolik di antaranya L-indole-3-

lactic acid dan L-3-(4-hydroxyphenyl) lactic acid. Enzim SOD bekerja dengan mengkonversi radikal superoksida menjadi hidrogen peroksida, sedangkan enzim katalase berperan dalam menguraikan hidrogen peroksida menjadi senyawa yang lebih aman seperti air dan oksigen, sehingga mencegah pembentukan radikal hidroksil yang berbahaya. Berdasarkan hasil penelitian Puspawati (2022), pemberian *Lc. paracasei* RB210 pada hewan uji terbukti secara signifikan dapat meningkatkan kadar enzim SOD dalam serum darah, yang menunjukkan bahwa strain ini berkontribusi nyata dalam memperkuat sistem antioksidan tubuh.

Selain aktivitas enzimatik, eksopolisakarida (EPS) yang dihasilkan oleh *Lc. paracasei* RB210 juga memainkan peran penting dalam mekanisme antioksidan. EPS dapat bertindak sebagai pemulung radikal bebas, mengikat ion logam transisi seperti Fe^{2+} dan Cu^{2+} , serta menghentikan reaksi berantai dari pembentukan radikal. Struktur kimia EPS yang mengandung gugus hidroksil, karboksil, dan sulfat memungkinkan senyawa ini mentransfer elektron dan membentuk ikatan stabil dengan ion logam, sehingga memperlambat reaksi oksidatif. Studi lanjutan dalam disertasi yang sama juga menunjukkan bahwa EPS berkontribusi dalam peningkatan aktivitas enzim endogen seperti glutathione (GST) serta meningkatkan total kapasitas antioksidan (TAOC) dalam tubuh

hewan percobaan. Dengan berbagai mekanisme tersebut, *Lc. paracasei* RB210 dianggap sebagai kultur probiotik potensial yang mendukung sistem pertahanan antioksidan tubuh, baik dalam skala laboratorium maupun aplikasi *in vivo* (Puspawati, 2022).

Kadar β -karoten

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar β -karoten *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis kadar β -karoten dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda n yata ($P<0,05$).

Hasil analisis kadar β -karoten pada *firm* yoghurt probiotik menunjukkan bahwa semakin tinggi perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning, semakin tinggi pula kadar β -karoten. Berdasarkan Gambar 8 diketahui bahwa nilai rata-rata kadar β -karoten berkisar 0,07 mg/100g sampai dengan 18,40 mg/100g yang hampir mendekati hasil uji bahan baku murni *puree* labu kuning yaitu 18,58 mg/100g. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan β -karoten dalam produk akhir sangat dipengaruhi oleh jumlah *puree* labu kuning yang digunakan. Nilai kadar β -karoten tertinggi diperoleh pada perlakuan L5 yaitu sebesar 18,40 mg/100g dan terendah pada perlakuan L0 sebesar 0,07 mg/100g. Dilihat bahwa dengan adanya substitusi *puree* labu kuning

dapat meningkatkan kadar β -karoten jika dibandingkan dengan perlakuan L0 yaitu tanpa substansi *puree* labu kuning. Hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa kadar β -karoten berbanding lurus dengan perbandingan susu segar dengan *puree* labu kuning pada pembuatan *firm* yoghurt probiotik labu kuning serta aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Seiring meningkatnya proporsi *puree* labu kuning dalam formulasi yoghurt, kandungan β -karoten dalam produk juga meningkat. Hal ini disebabkan karena β -karoten sangat melimpah dalam jaringan parenkim (daging buah) labu kuning, yang berwarna jingga cerah. Kandungan β -karoten ini diketahui tersimpan dalam plastida pada sel tanaman dan sangat berkontribusi pada warna khas labu kuning (Rodriguez-Amaya, 2001). Oleh karena itu, peningkatan persentase *puree* labu kuning yang ditambahkan akan sejalan dengan meningkatnya kadar β -karoten dalam yoghurt. Selain berpengaruh terhadap peningkatan nilai gizi (khususnya sebagai provitamin A), penambahan β -karoten juga berkontribusi pada intensitas warna kuning pada yoghurt, yang dapat meningkatkan daya tarik visual dan penerimaan konsumen secara keseluruhan.

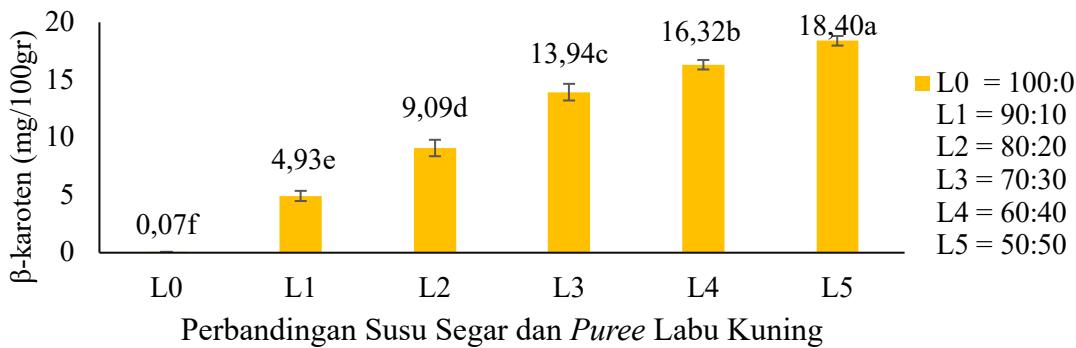
Senyawa β -karoten (karotenoid) telah dikenal sebagai salah satu senyawa fenolik yang terkandung dalam daging buah labu

kuning (Gumolung dan Mamuaja, 2018). Adanya senyawa β -karoten ditunjukkan oleh warna kuning pada labu kuning, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan harian β -karoten (Usmiati et al., 2005). Dalam konsentrasi rendah, peran β -karoten sebagai antioksidan efektif dalam menetralkisir radikal bebas telah diakui (Sinaga, 2011). Oleh karena itu, kadar β -karoten yang tinggi pada perlakuan L5 tidak hanya dapat dijadikan indikator keberhasilan dalam meningkatkan kandungan nutrisi melalui perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning, tetapi juga dapat digunakan untuk menambah nilai fungsional yoghurt sebagai pangan sehat. Dengan kadar 18,40 mg/100g, perlakuan L5 telah berhasil mempertahankan hampir 99% dari kadar awal bahan baku *puree* labu kuning (18,58 mg/100g). Hal ini menandakan bahwa proses fermentasi tidak merusak kandungan β -karoten secara signifikan. Bahkan, fermentasi dapat membantu meningkatkan bioavailabilitas β -karoten, menjadikannya lebih mudah diserap oleh tubuh (Mourtzinos et al., 2018).

Evaluasi Sensoris

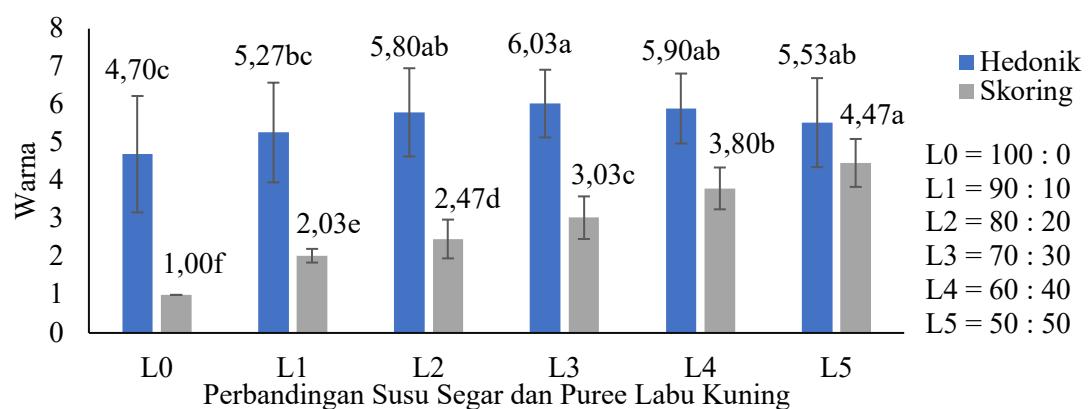
Warna

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap warna *firm* yoghurt probiotik, baik berdasarkan uji hedonik maupun uji skoring.



Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)

Gambar 8. Grafik nilai rata-rata kadar β -karoten *firm yoghurt probiotik labu kuning*



Keterangan:

- Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)
- Kriteria hedonik : 7 = Sangat suka, 6 = Suka, 5 = Agak suka, 4 = Biasa/netral, 3 = Agak tidak suka, 2 = Tidak suka, 1 = Sangat tidak suka
- Kriteria skoring : 5 = Kuning kecoklatan, 4 = Kuning tua, 3 = Kuning, 2 = Kuning muda, 1 = Putih

Gambar 9. Grafik nilai rata-rata uji hedonik dan skoring warna terhadap *firm yoghurt probiotik labu kuning*

Hasil analisis warna dapat dilihat pada Gambar 9. Nilai rata-rata pada kedua grafik yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 9 diketahui bahwa nilai rata-rata warna hedonik berkisar 4,70 sampai 6,03 dengan kriteria penerimaan mulai dari agak suka hingga suka. Perlakuan L0 menunjukkan tingkat kesukaan terendah dengan nilai 4,70 yang termasuk dalam kategori agak suka, dan secara statistik tidak

berbeda signifikan dengan perlakuan L1. Sementara itu, perlakuan L3 memperoleh nilai kesukaan tertinggi sebesar 6,03 dengan kategori suka, serta tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan perlakuan L2, L4, dan L5. Peningkatan proporsi *puree* labu kuning memberikan warna kuning yang lebih intens dan disukai panelis. Terbukti pada perlakuan L4 dan L5 menghasilkan gradasi warna yang semakin kuning hingga oranye, namun masih disukai panelis. Ini mengindikasikan bahwa warna

terlalu tua atau gelap tidak selalu menjadi indikator positif dalam persepsi visual konsumen terhadap yoghurt.

Perlakuan L0 mendapatkan skor sebesar 1,00 dengan kriteria warna putih, sedangkan perlakuan L5 memperoleh skor warna 4,47 dengan kriteria kuning tua. Peningkatan proporsi *puree* labu kuning berbanding lurus dengan peningkatan intensitas warna kuning pada yoghurt, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 15. Nilai rata-rata skor warna meningkat secara konsisten, mencerminkan bahwa kandungan β -karoten dalam labu kuning memberikan kontribusi langsung terhadap pewarnaan alami yoghurt. Meskipun perlakuan L5 menghasilkan warna paling intens (kuning tua) dengan skor 4,47, hal ini belum tentu mencerminkan tingkat kesukaan tertinggi secara keseluruhan. Berdasarkan data uji hedonik warna, skor tertinggi diberikan pada perlakuan L3, yang menunjukkan bahwa warna kuning cerah lebih disukai dibanding warna terlalu pucat (L0) maupun terlalu pekat (L5). Warna kuning yang optimal mencerminkan kesegaran dan identitas produk berbahan dasar labu kuning, namun tetap mempertahankan kesan alami dan tidak berlebihan (Setyabudi et al., 2017). Dengan demikian, perlakuan L3 dapat dianggap sebagai formulasi terbaik dari segi warna, karena menghasilkan warna kuning cerah yang menarik secara visual dan memperoleh skor kesukaan tertinggi dalam uji hedonik warna.

Aroma

Hasil analisis menunjukkan bahwa susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap aroma *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis aroma dapat dilihat pada Gambar 10. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa nilai rata-rata aroma dari *firm* yoghurt probiotik berkisar antara 4,60 hingga 6,07 dengan kriteria agak suka hingga suka. Perlakuan L0 memperoleh nilai terendah sebesar 4,60 dengan kriteria agak suka dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L1. Sementara itu, nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan L3, yaitu sebesar 6,07 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L2, L4 dan L5 dengan kriteria suka. Peningkatan nilai hedonik aroma disebabkan oleh kombinasi aroma khas dari fermentasi susu dan aroma alami labu kuning yang tidak terlalu dominan, sehingga menghasilkan aroma yang masih dapat diterima oleh panelis.

Namun, seiring dengan meningkatnya proporsi *puree* labu kuning, nilai hedonik aroma justru mengalami penurunan. Kemungkinan besar, hal ini disebabkan oleh dominansi aroma khas labu kuning yang semakin meningkat sehingga aroma khas yoghurt hasil fermentasi menjadi tertutupi.

Menurut SNI 2981:2009 tentang yoghurt, aroma yang diharapkan dari yoghurt adalah aroma asam khas hasil fermentasi. Aroma ini dihasilkan oleh metabolit asam organik seperti asam laktat, asetaldehida, dan diacetyl yang terbentuk selama fermentasi oleh BAL (Surono, 2012). Dalam penelitian ini, aroma khas yoghurt tetap muncul pada semua perlakuan, namun kombinasi dengan aroma labu kuning memberikan variasi persepsi terhadap keharuman produk. Labu kuning sendiri mengandung senyawa volatil seperti aldehid, alkohol, dan terpenoid yang turut memengaruhi aroma akhir ketika diolah menjadi puree (Mulyati et al., 2020). Pada konsentrasi tertentu, senyawa volatil dari labu kuning dapat memperkaya profil aroma secara kompleks tanpa mendominasi aroma khas yoghurt. Namun semakin tinggi konsentrasi *puree* labu kuning, aroma yang dihasilkan menjadi lebih tajam dan cenderung mengganggu keseimbangan aroma asam yoghurt, yang dapat menurunkan tingkat penerimaan konsumen (Gengatharan et al., 2015).

Hal ini sesuai dengan penelitian Setyaningsih et al. (2021) melaporkan bahwa aroma sayuran atau buah tertentu pada yoghurt akan diterima secara optimal pada tingkat intensitas aroma yang seimbang, tidak terlalu dominan terhadap aroma fermentasi.

Rasa

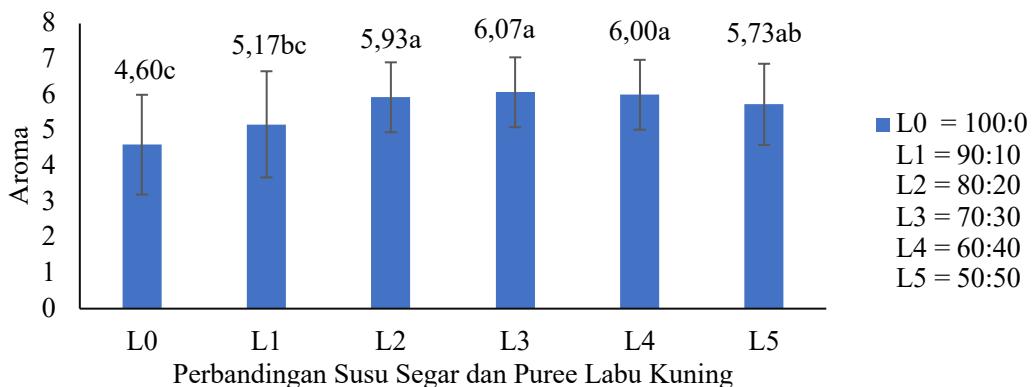
Hasil analisis menunjukkan bahwa

perlakuan susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap rasa *firm* yoghurt probiotik, baik berdasarkan uji hedonik maupun uji skoring. Hasil analisis rasa dapat dilihat pada Gambar 11. Nilai rata-rata pada kedua grafik yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 11, nilai rata-rata uji hedonik terhadap rasa yoghurt berada dalam rentang 4,83 hingga 6,17, yang mencerminkan tingkat penerimaan panelis dari kategori agak suka hingga suka. Perlakuan L0 memperoleh skor kesukaan terendah sebesar 4,83 dan termasuk dalam kategori agak suka, serta tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik dengan perlakuan L1 dan L5. Sedangkan perlakuan L3 memperoleh nilai tertinggi yaitu 6,17 dengan kriteria suka dan tidak berbeda nyata dengan L4.

Peningkatan proporsi *puree* labu kuning memberikan rasa yang lebih disukai panelis. Terbukti pada perlakuan L4 dan L5 menghasilkan rasa sangat khas labu kuning, namun masih disukai panelis. Ini mengindikasikan bahwa penambahan *puree* labu kuning mampu memberikan kontribusi positif terhadap cita rasa produk. Rasa manis alami dan cita rasa khas yang ringan diketahui dimiliki oleh *puree* labu kuning. Namun, penurunan tingkat kesukaan panelis justru ditunjukkan oleh perlakuan dengan proporsi labu kuning yang terlalu

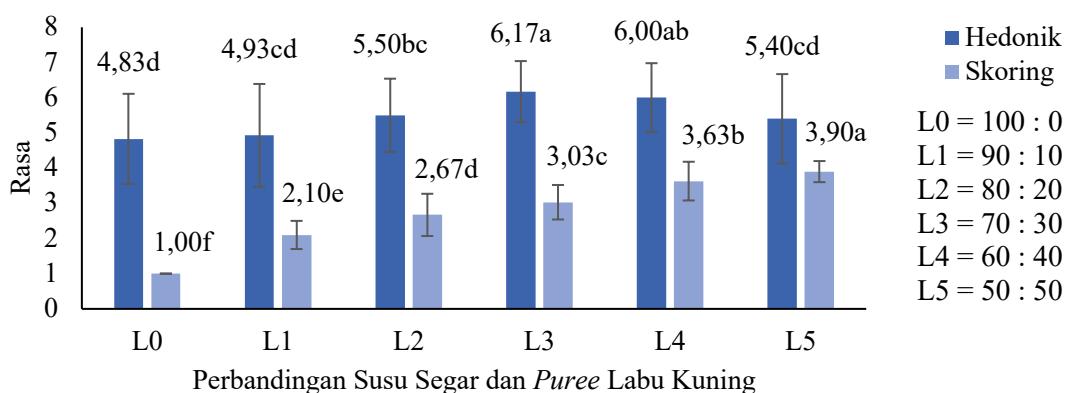
tinggi.



Keterangan:

- Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)
- Kriteria hedonik : 7 = Sangat suka, 6 = Suka, 5 = Agak suka, 4 = Biasa/netral, 3 = Agak tidak suka, 2 = Tidak suka, 1 = Sangat tidak suka

Gambar 10. Grafik nilai rata-rata uji skoring aroma terhadap *firm yoghurt probiotik labu kuning*



Keterangan:

- Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)
- Kriteria hedonik : 7 = Sangat suka, 6 = Suka, 5 = Agak suka, 4 = Biasa/netral, 3 = Agak tidak suka, 2 = Tidak suka, 1 = Sangat tidak suka
- Kriteria skoring : 4 = Khas labu kuning, 3= Agak khas labu kuning, 2 = Agak tidak khas labu kuning, 1 = Tidak khas labu kuning

Gambar 11. Grafik nilai rata uji hedonik dan skoring rasa terhadap *firm yoghurt probiotik labu kuning*

Kemungkinan besar, hal ini disebabkan oleh semakin kuatnya dominansi rasa labu kuning yang menyebabkan karakteristik rasa khas yoghurt fermentasi menjadi berkurang.

Berdasarkan Gambar 11 nilai rata-rata warna skoring berkisar 1,00 sampai

3,90 dengan kriteria tidak khas labu kuning. Perlakuan L0 mendapatkan skor sebesar 1,00 dengan kriteria rasa yoghurt yang tidak khas labu kuning, sedangkan perlakuan L5 memperoleh skor sebesar 3,90 dengan kriteria khas labu kuning.

Peningkatan skor rasa khas labu kuning secara bertahap sejalan dengan peningkatan proporsi *puree* menunjukkan bahwa intensitas rasa labu kuning semakin nyata terdeteksi oleh panelis. Skoring ini mengindikasikan bahwa panelis mampu mengenali dengan jelas karakteristik rasa labu kuning pada produk seiring bertambahnya proporsi *puree* dalam formulasi, meskipun tidak selalu diikuti oleh peningkatan kesukaan secara keseluruhan terhadap rasa.

Menurut SNI 2981:2009, rasa yoghurt yang baik ditentukan oleh rasa asam khas yang dihasilkan melalui fermentasi susu oleh bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Rasa asam tersebut dibentuk dari proses fermentasi gula yang diubah menjadi asam-asam organik, termasuk asam laktat, yang diketahui sangat memengaruhi karakteristik sensori dari yoghurt (Chandan & Shahani, 1993). Dalam penelitian ini, rasa asam tetap mendominasi, tetapi keberadaan *puree* labu kuning memperkaya sensasi rasa dengan penambahan rasa khas labu. Kandungan karbohidrat dalam labu kuning, seperti gula sederhana (glukosa, fruktosa), dapat menjadi substrat fermentasi tambahan yang mempercepat dan memperkuat produksi asam. Hal ini menyebabkan rasa yoghurt menjadi semakin asam, terutama pada konsentrasi *puree* yang tinggi (L4 dan L5), sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Penurunan kesukaan ini disebabkan

oleh fermentasi lanjut, di mana BAL terus aktif dan menghasilkan asam dalam jumlah berlebih (Yulianawati & Isworo, 2012). Dari sisi uji skoring, peningkatan skor pada perlakuan L3 hingga L5 menunjukkan bahwa *puree* labu kuning berhasil memberikan karakteristik rasa yang dikenali oleh panelis. Menurut Mulyati et al. (2020), *puree* labu kuning mengandung senyawa seperti karotenoid, gula reduksi, dan senyawa volatil alami, yang dapat menimbulkan rasa manis ringan dan aftertaste yang khas. Kombinasi antara rasa asam dari yoghurt dan rasa khas labu kuning memberikan profil sensori yang lebih kompleks, namun hanya diterima optimal dalam komposisi yang seimbang. Dengan demikian, formulasi L3 (70:30) menjadi titik optimum untuk kedua parameter, baik dalam uji hedonik maupun skoring rasa. karena mampu menghadirkan rasa asam khas yoghurt yang disukai dan rasa labu kuning yang masih terasa tanpa mendominasi.

Tekstur

Hasil analisis menunjukkan bahwa susu segar dan *puree* labu kuning berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tekstur *firm* yoghurt probiotik. Hasil analisis tekstur dapat dilihat pada Gambar 12. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 12 diketahui bahwa nilai rata-rata tekstur berkisar antara 4,87 hingga 6,10, dengan kriteria penerimaan dari agak suka hingga suka.

Perlakuan L0 mencatat nilai paling rendah sebesar 4,87 dengan kategori agak suka, dan secara statistik tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan perlakuan L1 dan L5. Sementara itu, perlakuan L3 meraih skor 6,10 dengan kategori suka, yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan L4. Peningkatan tekstur *firm* yoghurt probiotik seiring dengan bertambahnya proporsi *puree* labu kuning menunjukkan bahwa *puree* labu kuning mampu memberikan kontribusi positif terhadap kekentalan dan konsistensi tekstur produk. Namun, proporsi *puree* labu kuning yang terlalu tinggi dapat menyebabkan yoghurt menjadi terlalu padat menyerupai tekstur pudding yang terlalu kenyal, namun masih disukai panelis. Ini mengindikasikan bahwa tekstur yang terlalu padat tidak selalu menjadi indikator positif dalam persepsi panelis.

Firm yoghurt probiotik yang dihasilkan memiliki tekstur yang kental menyerupai puding, sesuai dengan karakteristik tekstur yang disyaratkan dalam SNI 2981:2009, yakni tekstur yang baik untuk yoghurt adalah kental hingga padat (BSN, 2009).

Peningkatan nilai hedonik tekstur pada formulasi dengan perbandingan susu segar dan *puree* labu kuning dapat dikaitkan dengan kandungan serat dan komponen padat lainnya yang terdapat dalam labu kuning, yang mampu meningkatkan kekentalan dan struktur fisik yoghurt (Rinaldi et al., 2020). Tekstur yang kental

hingga menyerupai puding pada perlakuan L3 dapat memberikan sensasi yang lebih menyenangkan di mulut, sesuai dengan karakteristik yoghurt jenis *firm*.

Namun, penurunan nilai hedonik pada perlakuan L4 dan L5 kemungkinan disebabkan oleh tekstur yang terlalu padat, yang dapat mengurangi kenikmatan konsumsi. Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran viskositas, di mana viskositas tertinggi ditemukan pada perlakuan L5 (22,50 P.as), sedangkan viskositas terendah pada L0 (10,33 P.as). Kenaikan viskositas ini menunjukkan bahwa penambahan *puree* labu kuning secara signifikan mempengaruhi kekentalan yoghurt.

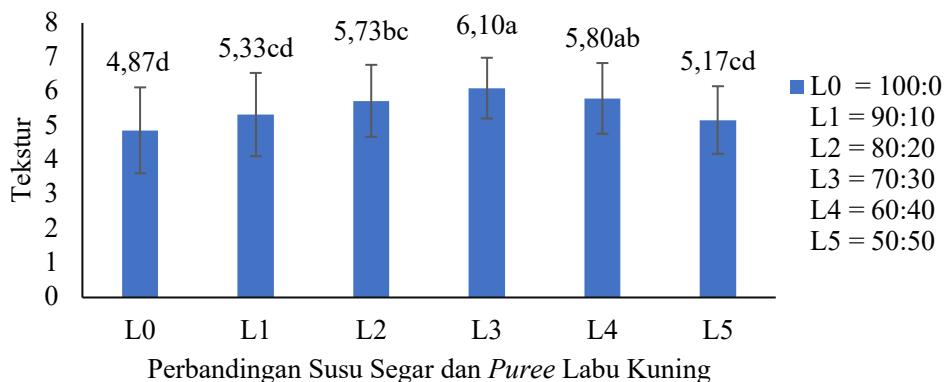
Jika viskositas terlalu tinggi, yoghurt cenderung memiliki *mouthfeel* yang terlalu berat dan kurang disukai (Kumar & Mishra, 2004). Selain itu, interaksi antara protein susu dan komponen padat dari labu kuning juga berkontribusi terhadap pembentukan gel yang lebih padat pada yoghurt, yang mendukung peningkatan viskositas dan tekstur (Sah et al., 2016).

Namun, konsumen tetap memiliki preferensi subjektif terhadap tingkat kekentalan yang nyaman saat dikonsumsi, sehingga formulasi dengan tekstur yang terlalu padat menjadi kurang disukai meskipun secara teknis masih berada dalam kategori *firm* yoghurt yang baik.

Penerimaan Keseluruhan

Hasil analisis menunjukkan bahwa susu segar dan *puree* labu berpengaruh nyata

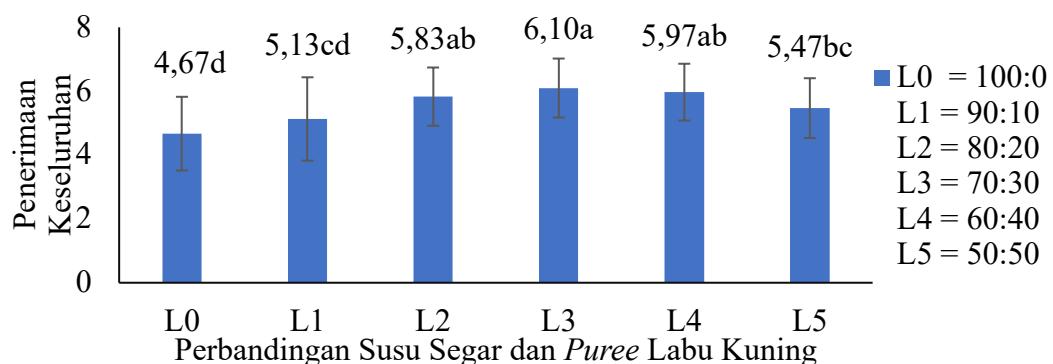
(P<0,05) terhadap penerimaan keseluruhan *firm yoghurt probiotik*.



Keterangan:

- Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)
- Kriteria hedonik : 7 = Sangat suka, 6 = Suka, 5 = Agak suka, 4 = Biasa/netral, 3 = Agak tidak suka, 2 = Tidak suka, 1 = Sangat tidak suka

Gambar 12. Grafik nilai rata-rata uji hedonik tekstur terhadap *firm yoghurt probiotik labu kuning*



Keterangan:

- Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$)
- Kriteria hedonik : 7 = Sangat suka, 6 = Suka, 5 = Agak suka, 4 = Biasa/netral, 3 = Agak tidak suka, 2 = Tidak suka, 1 = Sangat tidak suka

Gambar 13. Grafik nilai rata-rata uji hedonik penerimaan keseluruhan terhadap *firm yoghurt probiotik labu kuning*

Hasil penerimaan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 13. Nilai rata-rata pada grafik yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan Gambar 13 diketahui bahwa nilai rata-rata penerimaan

keseluruhan berkisar 4,67 hingga 6,10 dengan kriteria agak suka hingga suka. Perlakuan L0 menunjukkan skor kesukaan paling rendah yaitu 4,67 dengan kategori agak suka, dan secara statistik tidak berbeda signifikan dengan perlakuan L1. Sementara itu, perlakuan L3 mendapatkan nilai

tertinggi sebesar 6,10 dengan kategori suka, yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan L2 dan L4. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan *puree* labu kuning memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai kesukaan secara umum. Terlihat adanya peningkatan nilai penerimaan keseluruhan seiring dengan bertambahnya proporsi *puree* labu kuning, hal ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi *puree* labu kuning mampu memperbaiki karakteristik organoleptik produk secara umum, baik dari segi warna, aroma, rasa, maupun tekstur. Namun pada formulasi *puree* labu kuning yang lebih tinggi justru terjadi penurunan terhadap penerimaan keseluruhan oleh panelis. Hal ini diduga karena karakteristik khas labu kuning, seperti aroma dan rasa yang kuat serta konsistensi tekstur yang semakin padat, menjadi terlalu dominan dan menutupi karakteristik asli yoghurt, seperti rasa asam segar dan tekstur yang *creamy*.

Peningkatan penerimaan keseluruhan hingga perlakuan L3 disebabkan oleh kombinasi antara rasa, warna, aroma, dan tekstur yang sesuai dengan ekspektasi konsumen terhadap produk yoghurt. Kandungan β -karoten dalam labu kuning tidak hanya diketahui dapat memberikan warna yang menarik, tetapi juga telah dimanfaatkan untuk menghasilkan rasa manis alami serta tekstur yang lebih *creamy*, sehingga kenikmatan

dalam konsumsi dapat ditingkatkan (Setyabudi et al., 2017). Tekstur yang kental seperti puding, ditambah rasa manis alami dari labu kuning, memberikan kesan yang baik untuk panelis. Sebagaimana juga ditunjukkan dalam parameter tekstur dan viskositas sebelumnya. Namun, penurunan skor penerimaan pada perlakuan L4 dan L5 kemungkinan besar disebabkan oleh adanya tekstur yang terlalu padat atau rasa labu kuning yang mulai mendominasi dan dianggap kurang seimbang. Viskositas yang terlalu tinggi, seperti yang terlihat pada perlakuan L5 (22.50 P.as) dapat memberikan sensasi berat di mulut yang tidak semua panelis sukai (Kumar & Mishra, 2004). Selain itu, peningkatan padatan dari labu kuning juga berpengaruh terhadap sensasi *aftertaste* dan konsistensi produk, yang secara keseluruhan dapat mengurangi kesan positif terhadap yoghurt tersebut. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Sah et al. (2016), di mana telah dijelaskan bahwa penambahan bahan tinggi serat seperti *puree* buah dapat digunakan untuk meningkatkan tekstur dan viskositas, namun apabila konsentrasiannya ditingkatkan secara berlebihan, kenikmatan sensorik secara keseluruhan dapat terganggu. Dengan demikian, perlakuan L3 dapat dianggap sebagai titik optimum yang memberikan keseimbangan paling baik antara karakteristik fisik dan preferensi konsumen.

KESIMPULAN

Perbandingan antara susu segar dan labu kuning dalam pembuatan yoghurt probiotik dengan *Lacticaseibacillus paracasei* RB210 berpengaruh nyata terhadap total BAL, pH, kadar protein, aktivitas antioksidan, kadar β -karoten, viskositas, serta evaluasi sensoris terhadap warna, aroma, tekstur, rasa, penerimaan keseluruhan namun tidak berpengaruh terhadap total asam *firm* yoghurt probiotik. Perlakuan perbandingan antara susu segar 70% dan *puree* labu kuning 30% menghasilkan *firm* yoghurt probiotik labu kuning terbaik dengan karakteristik jumlah total BAL 8,62 log CFU/g ($4,4 \times 10^8$ CFU/g); total asam 0,76%; pH 4,30; kadar protein 11,69%; aktivitas antioksidan 16,26%; kadar β -karoten 13,94 mg/100g; viskositas 17,80 P.as; warna kuning disukai, rasa agak khas labu kuning disukai, aroma, tekstur dan penerimaan keseluruhan disukai.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1995). *Official Methods of Analysis*. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C: AOAC.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). *Official Method of Analysis*. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemistry. Washington D.C: AOAC.
- Adhinugraha. (2023). Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Kombucha Sebagai Antihipercolesterol Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 12 (1). DOI: <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i04.p13>.
- Aini, M., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati., Asiah, N., (2021). Bakteri *Lactobacillus spp* dan Peranannya bagi Kehidupan. *Jurnal Jeumpa*. 8(2), 614-624. DOI: <https://doi.org/10.33059/jj.v8i2.3154>.
- Atkins, P.W. (1994). Kimia Fisika Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Ariyana, M. D., Handayani, B. R., Amaro, M., Rahayu, T. I., & Warismayati, N. R.(2022). Development Of Yoghurt Based On Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata*) With The Addition Of *Eucheuma spinosum*: Development of Yoghurt Based on Sweet Corn (*Zea mays Saccharata*) with Addition of *Eucheuma spinosum*. *Pro Food*, 8(1), 1-13.
- Alpina, L., Dharmawibawa, I. D. Hajirah, T. H. (2022). Proporsi Sari Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) Terhadap Karakteristik Yoghurt Layak Konsumsi Ditinjau Dari Ph Dan Uji Organoleptik. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(2): 579–587.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181, 1199–1200. DOI: <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Burton, E., I.I Arief, dan E. Taufik. 2014. Formulasi Yoghurt Probiotik Karbonasi dan Potensi Sifat Fungsionalnya. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 2(1), 213–218.
- Chandan RC, dan Shahani KM. 1993. Yoghurt. Hui (ed.). *Dairy Scienceand Technology Handbook-Product Manufacturing*. New York.
- Davies, B.H. (1976). Carotenoids. In: Goodwin, T.W. (ed). *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*. Vol. 2, pp. 38–165. Academic Press.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*. 11, 1-42.
- Fardiaz, S. (1993). Analisis Mirobiologi Pangan. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Gardjito, M. (2006). Labu Kuning Sumber Karbohidrat Kaya Vitamin. Pusat Kajian Makanan Tradisional Universitas Gadjah Mada.
- Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.03.001>
- Gumolung, D., Suryanto, E., Mamuaja, C. (2013). Aktivitas Antioksidan Dan

- Antifotooksidasi Dari Ekstrak Buah Labu Kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 1(1):23-29.
- Gengatharan, A., Dykes, G. A., & Choo, W. S. (2015). *Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods*. LWT - Food Science and Technology, 64(2), 645–649.
- Harrigan, W. F., & McCance, M. E. (1998). *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology* (8th ed.). Academic Press.
- Hidayat, I.R., Kusrahayu dan Mulyani, S. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH Dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt dari Susu Sapi Yang Diperkaya Dengan Ekstrak Buah Mangga. *Animal Agriculture Journal*. 2(1):160-167.
- Hekmat, S., & McMahon, D. J. (1992). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. *Journal of Dairy Science*, 75(6), 1415-1422.
- Jannah, A. M., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., & Al-baarri, A. N. (2014). Total Bakteri Asam Laktat , pH , Keasaman , Citarasa dan Kesukaan Yogurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Buah Belimbing. *Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(2), 7–11.
- Junita, N. N. R., Dzahab, A. Q., & Izzaty, Y. N. 2023. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Lemak, Abu, Protein, Air, Dan Tingkat Keasaman Yoghurt Susu Sapi. *Sainteks: Jurnal Sain dan Teknik*. 5(2), 93-101.
- Kumala, Inggar. 2015. Pengaruh Penambahan Puree Labu Kuning dan Lama Pengocokan (Agitasi) Terhadap Sifat Organolaptik Es Krim Yoghurt. Skripsi Pendidikan Tata boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Kumar, P., & Mishra, H. N. (2004). Yoghurt: Production, types, and consumption trends. *Indian Dairyman*, 56(6), 45–54.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta: Kemenkes RI.
- Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*, 16(9), 945–960.
- Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, 134(12), 3479S–3485S.
- Li, S., Zhao, Y., Zhang, L., Zhang, X., Huang, L., & Li, D. (2012). Molecular basis for the catalase-negative phenotype in *Lactobacillus plantarum*. *International Journal of Food Microbiology*, 157(1), 58–66.
- Mahendra, R., Nazaruddin., Werdiningsih, W. (2018). Pengaruh Jenis Susu Nabati dan Konsentrasi Starter terhadap Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus bulgaricus*) dan Beberapa Komponen Mutu Yoghurt. Universitas Mataram. 1-16.
- Maharani., Sudarwanto, M.B., Soviana, S., Pisestyan, H. (2020). Pemeriksaan Kualitas Susu Asal Kedelai Susu Kawasan Permukiman Mahasiswa IPB Dramaga dan Cilibende Bogor. *Jurnal Kajian Veteriner*. 8(1), 24-33.
- Mustika, S., Yasni, S., dan Suliantari. Pembuatan Yoghurt Susu Sapi Segar Dengan Penambahan Puree Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*. 2(3):97-101.
- Mulyati, S., Nurdiani, R., & Lestari, D. (2020). Pengaruh konsentrasi labu kuning terhadap mutu sensori minuman fermentasi berbasis labu kuning. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(2), 90–96.
- Molyneux, P., (2004), The Use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanarin J.Sci. Technol.*, 26(2):211-219.
- Mourtzinos, I., Makris, D. P., & Karathanos, V. T. (2018). Stability and bioavailability of natural colorants in fermented dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(12), 2064–2073.
- Nicoli, M. C., Anese, M., & Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 10(3), 94–100. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00023-0)
- Nurhikmah, I.R., Fitriyanti, A.R., Sulistyaningrum, H., Sya'di, Y.K. (2023). Karakteristik Fisik dan Karakteristik Kimia Firm Yoghurt dengan Penambahan Pure Labu Kuning. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*. 6, 614-623. https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/se_mnas/article/view/1552/.
- Nurminabari, N., Sumartini, S., & Arifin, Z. (2018). Kajian Penambahan Skim dan Santan terhadap Karakteristik Yoghurt dari

- Whey. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(1), 45–52.
- Nurwantoro, Sutaryo, D. Hartanti dan H. Sukoco. 2009. Viabilitas *Bifidobacterium bifidum*, kadar laktosa dan rasa es krim simbiotik pada lama penyimpanan suhu beku yang berbeda. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 34 (1): 16-21.
- Nofiyanto, A., Sampurno, A., & Widodo, E. (2021). Korelasi Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Asam Laktat, dan pH Yoghurt dengan Penambahan Konsentrasi Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 2(1), 1–7.
- Ouwendar, A. C., Salminen, S., & Isolauri, E. (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82(1), 279–289.
- Paramita, L., Suparhana, I.P., Arihantana, N.M. (2017). Studi Potensi *Lactobacillus rhamnosus* A6 Hasil Isolasi dari Air Susu Ibu sebagai Starter dalam Pembuatan Yoghurt. *Scientific Journal of Food Technology*. 4(2), 103-112. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/pangan/article/view/34627>.
- Purwanto CC., Ishartani D., Muhammad DRA. (2013). Kajian Fisika Kimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Maxima*) dengan Perlakuan Blaching dan Perendaman Natrium Metabisulfit. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(2): 121– 130.
- Puspawati, N. N., et al. (2021). Uji Konfirmasi dan Karakteristik Isolat BAL Kombucha Berdasarkan Uji Fisik dan Biokimia. *Laporan Penelitian Universitas Udayana*.
- Puspawati, N.N., Antara, N. S., Permana, I.D.G.M., Sukrama, I.D.M. (2022). In Vitro Evaluation of α -glucosidase Inhibitor and Antioxidant Activity of *Lactobacillus* Isolates and their Antidiabetic Potential. *Malaysian Journal of Microbiology (MJM)*. 18 (2), 192-203. DOI: <http://dx.doi.org/10.21161/mjm.211292>.
- Puspawati, N.N. (2022). Sifat Fungsional *Lactobacillus* Indigenus Sebagai Antidiabetes Pada Tikus Putih Diabetes Melitus Tipe 2. Disertasi. Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Unpublish.
- Puspawati, N.N., Sugitha, I.M., dan Arihantana, N.M.I.H. (2023). Pengembangan Greek Yoghurt Simbiotik dari Isolat *Lactobacillus* Strain Lokal dan Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) sebagai Pangan Fungsional Berbasis Susu. Laporan Hasil Penelitian. Hibah Unggulan Program Studi. Universitas Udayana. Unpublish.
- Putriningtyas, Natalia D. dan Wahyuningsih, Siti. (2017). Potensi yoghurt kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) ditinjau dari sifat organoleptik, kandungan protein, lemak dan flavonoid. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*. Volume 6, Nomor 1.
- Rachman, S.D., Djajasoepena, S., Kamara, D.S., Idar, I., Sutrisna, R., Safari, A., Suprijana, O., Ishmayana, S. (2015). Kualitas Yoghurt yang dibuat dengan Kultur Dua (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) dan Tiga Bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*). *Chimica et Natura Acta*. 3(2), 76-79. DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v3.n2.9192>.
- Rinaldi, M., Suryani, A., & Fitriani, D. (2020). Penambahan Puree Labu Kuning terhadap Karakteristik Yoghurt. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(2), 145-152
- Rusmiati, D., Sulistyaningsih., Milanda, T., Kusuma, S.A. (2008). Penyuluhan Pentingnya Konsumsi Yoghurt dan Metode Pembuatannya dengan Cara Sederhana dalam Rangka Peningkatan Derajat Kesehatan dan Ekonomi Masyarakat Di Kelurahan Sukaluyu Kota Bandung. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Padjajaran. <https://pustaka.unpad.ac.id/archives/86571>.
- Rohman, E. and Maharani, S. (2020). Peranan Warna, Viskositas, Dan Sineresis Terhadap Produk Yoghurt, Edufortech, 5(2), pp. 97- 107.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. Washington, DC: International Life Sciences Institute Press.
- Soekarto. (1985). Penilaian Organoleptik. Penerbit Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Sampurno, A., Cahyanti, A. N., & Nofiyanto, E. (2020). Characteristics Of Goat's Milk Yoghurt Based Jackfruit And Cempedak. *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*. 16(2), 121-128.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of

- probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978–986.
- Sinaga S. 2011. Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dan Jenis Penstabil Dalam Pembuatan Cookies Labu Kuning. (Skripsi). Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Setyaningsih, D. R., Lestari, I., & Pramono, A. (2021). *Formulasi yoghurt sayuran sebagai pangan fungsional: karakteristik warna, aroma, dan rasa*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 101–109.
- Setyabudi, F. M. C., Putri, M. A. R., & Sari, A. P. (2017). Pengaruh penambahan labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap mutu organoleptik yoghurt. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(2), 159–165.
- Surono, I. S. (2012). *Probiotik Susu dan Kesehatan*. Jakarta: PT Tri Cipta Karya.
- Sukarya, I.B.J., Pratiwi, I.D.P.K., Arihantana, N.M.I.H., Puspawati, N.N. (2021). Ketahanan Isolat Bakteri Asam Laktat Indigenus Kombucha dan Dadih terhadap Antibiotik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 10(4), 734-745. DOI: <http://dx.doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p18>.
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(9), 930–940. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000044>
- Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58(2), 100–110.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Yoghurt: Science and Technology* (3rd ed.). Woodhead Publishing.
- USDA. (2020). *FoodData Central*. U.S. Department of Agriculture. <https://fdc.nal.usda.gov>
- Usmiati, S., Setyaningsih, D., Purwani, E.Y., Yuliani, S., Maria, O.G. 2005. Karakteristik Serbuk Labu Kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 16(2):157-167.
- Utami, R., et al. (2022). Aktivitas Antioksidan Sediaan Lip Balm yang Mengandung Ekstrak Etanol Buah Labu Kuning (*Curcubita moschata* D.). *Sainstech Farma*, 15(2), 47–49.
- Wang, L., Xu, H., Yuan, F., Fan, R., Gao, Y. (2020). *Effect of natural antioxidants on the quality and probiotic survival in fermented dairy products: A review*. *Food Research International*, 129, 108859.
- Wulandari, R., Pratama, A., & Lestari, N. D. (2022). Penambahan labu kuning terhadap karakteristik fisikokimia yoghurt probiotik. *Indonesian Journal of Food Technology*, 10(3), 88–95.
- Yulianawati, T.A., dan Isworo, J.T. (2012). Perubahan Kandungan Beta Karoten, Total Asam, dan Sifat Sensorik Yoghurt Labu Kuning Berdasarkan Lama Simpan dan Pencahayaan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 03(06):37-48.
- Yusmarini dan Efendi. 2004. Evaluasi Mutu Soyghurt yang dibuat dengan Penambahan beberapa Jenis Gula. *Jurnal Natural Indonesia*. 6 (2): 104-110.
- Zulaikhah, S. R. and Fitria, R. (2020). Total Asam, Viskositas dan Kesukaan Yogurt Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Sains Peternakan*. 8(2): 77–8