

OPTIMASI SUHU DAN WAKTU TERHADAP KUALITAS YOGHURT PROBIOTIK MENGUNAKAN *CUSTOM* INKUBATOR

OPTIMIZATION OF TEMPERATURE AND TIME FOR THE QUALITY OF PROBIOTIC YOGURT USING *CUSTOM* INCUBATOR

Deni Yannuarista¹⁾*, Nugroho Dwi Prasajo²⁾, Moch Shandy Sasmito²⁾

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Jurusan Pertanian,
Politeknik Negeri Banyuwangi

² Program Studi Agribisnis, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

*Email: deniyannuarista@poliwangi.ac.id

ARTICLE HISTORY : Received [20 October 2024] Revised [16 December 2024] Accepted [30 December 2024]

ABSTRAK

Tujuan: Mengetahui suhu dan waktu inkubasi optimal pada proses pembuatan yoghurt dengan menggunakan alat custom inkubator sebagai alat fermentasi. Parameter kualitas Yoghurt yang diamati pada penelitian ini meliputi kualitas kimia berupa Kadar Protein, Lemak, dan Total Asam, serta kualitas mikrobiologi berupa jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL). **Metodologi:** Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial, dengan faktor pertama ialah suhu (S1=36°C, S2=39°C, S3=42°C), dan faktor kedua adalah durasi waktu penggunaan (T1=8 jam, T2=12 jam, T3=16 jam, T4=20 jam). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada tingkat signifikansi 5% dan 1%. **Hasil:** Perbedaan suhu berpengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap kadar protein, lemak, dan jumlah BAL. Sementara itu, perbedaan waktu menunjukkan pengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap kadar protein, lemak, total asam, dan jumlah BAL. Selain itu, interaksi antara perlakuan suhu dan waktu berpengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap kadar protein, lemak, total asam, dan jumlah BAL. **Temuan:** Penggunaan suhu 39°C dan waktu inkubasi selama 16 jam mampu menghasilkan kadar protein sebesar 3,77%, kadar Total Asam 0,85%, serta dapat menghasilkan BAL sebesar Log 8,99 cfu/ml. **Kebaruan:** Penelitian ini mengungkapkan bahwa kombinasi suhu tinggi dengan durasi waktu yang pendek dapat mempercepat proses inkubasi. **Originalitas:** Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh suhu dan waktu terhadap kualitas yoghurt. **Kesimpulan:** Penggunaan suhu tinggi dan durasi waktu yang pendek pada inkubator *custom* dapat menghasilkan yoghurt yang memenuhi standar SNI Nomor 2981-2009 tentang Yoghurt. **Jenis Dokumen:** Artikel Penelitian Eksperimen

Kata Kunci: BAL, Lemak, Protein, Total Asam, Yoghurt

ABSTRACT

Purpose: This study aims to investigate the best temperature and time to incubate the yogurt making process by using a custom incubator as a fermentation tool for the quality of yogurt which includes the content of protein, fat, total acid, and lactic acid bacteria (LAB). **Methodology:** This study employs a Factorial Completely Randomized Design (CRD), with

the first factor being temperature ($S1=36^{\circ}\text{C}$, $S2=39^{\circ}\text{C}$, $S3=42^{\circ}\text{C}$) and the second factor being time ($T1=8$ hours, $T2=12$ hours, $T3=16$ hours, $T4=20$ hours). Each treatment is replicated three times. The collected data is analyzed statistically using Analysis of Variance (ANOVA). If significant differences are observed, further analysis is conducted using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at significance levels of 5% and 1% **Results:** The temperature difference had a real effect ($P<0.05$) on the levels of protein, fat and LAB while the time difference had a real effect ($P<0.05$) on protein, fat, total acid and LAB. The interaction of temperature and time treatment had a real effect ($P<0.05$) on the content of Protein, Fat, Total Solid and LAB. **Findings:** The use of 39°C temperature and 16 hours was able to produce a protein content of 3.77%, a total acid level of 0.85%, and a number of lactic acid bacteria of Log 8.99 cfu/ml. **Novelty:** This study provides information that the combination of high temperature use and short time can speed up the incubation process. **Originality:** This study examines the impact of temperature and time on the quality of yogurt. **Conclusion:** high temperature and short time with custom incubator can produce yogurt according to SNI. **Document Type:** Experimental Research Article

Keywords: LAB, Fat, Protein, Total Solid, Yoghurt

PENDAHULUAN

Yoghurt adalah produk olahan susu yang telah dipasteurisasi, dengan rasa, aroma, dan keasaman khas melalui fermentasi bakteri asam laktat (Latifasari, et al., 2023). Bakteri asam laktat yang dihasilkan sangat berguna bagi tubuh manusia terutama pada sistem pencernaan sehingga sering disebut dengan minuman probiotik. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* adalah dua jenis bakteri yang dimanfaatkan sebagai mikroorganisme starter pada proses pembuatan yoghurt. Di dalam sistem pencernaan terutama usus besar peran bakteri asam laktat yaitu melakukan penekanan terhadap mikroorganisme patogen sehingga bisa melancarkan saluran pencernaan (Rizki, et al., 2017). Selain menyehatkan saluran pencernaan terutama pada anak, yoghurt terbukti bisa meningkatkan kesehatan tulang serta mampu mengontrol tekanan darah. Keberagaman manfaat yoghurt, menjadikan minuman ini banyak diminati oleh semua kalangan, baik balita, remaja, dewasa ataupun lanjut usia.

Bahan utama dalam pembuatan yoghurt ialah susu segar, seperti susu sapi dan susu kambing. Susu sapi merupakan bahan utama dalam pembuatan yoghurt. Kadar protein dan lemak susu merupakan unsur yang paling dibutuhkan dalam pembuatan yoghurt karena sangat mempengaruhi kualitas dari yoghurt yang dihasilkan. Produk berbahan dasar susu banyak diminati masyarakat tidak hanya harus sehat dan menarik secara visual dan rasa, namun juga harus melakukan fungsi fisiologis tertentu untuk tubuh, seperti yoghurt.. Purwantiningsih et.al (2022) menyatakan bahwa kualitas susu, jumlah starter, suhu dan waktu

pada proses pasteurisasi dan inkubasi, pengemasan serta penyimpanan merupakan faktor - faktor yang berpengaruh terhadap kualitas yoghurt.

Custom inkubator adalah fermentor yang dibuat secara custom menggunakan material stainless steel berdimensi 60 x 46 x 70 cm dengan kapasitas 20 -25 liter dan pintu yang dilengkapi kaca. Daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat ini yaitu 150 watt. Alat ini dioperasikan menggunakan control suhu digital otomatis dengan dilengkapi thermometer. Optimasi pengaturan incubator ini untuk pembuatan yoghurt diperlukan, terutama terkait faktor suhu dan waktu inkubasinya, untuk mendapatkan yoghurt dengan kualitas yang dipersyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia. Kualitas yoghurt yang diharapkan meliputi kadar protein min 2,7 %, lemak min 0,3%, asam laktat 0,5 – 2% dan jumlah BAL log 7 cfu/ml (SNI, 2009).

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian di laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Ternak Politeknik Negeri Banyuwangi pada Bulan Juni - September 2024. Sampel susu sapi segar dalam penelitian ini berasal dari peternakan sapi perah di daerah kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. Bahan – bahan dalam penelitian ini yaitu susu sapi segar, starter yoghurt, Alkohol 70% teknis, Aquadest, H₂SO₄ (Merck), Boric Acid (Smart Lab), Benzena (Merck), Mrs Agar (Oxoid), Indikator PP, Methyl Red, Aluminium Foil, Plastik wrap, NaOH 30% (Merck). Peralatan yang digunakan meliputi hotplate, custom inkubator, Kjheldal Unit, titration unit, soxlet unit, Autoclave, laminar Air Flow, mikropipet, Inkubator Memmert.

Dalam penelitian ini, metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial digunakan. Dimana faktor pertama adalah suhu (S₁=36°C, S₂=39°C, S₃=42°C), dan faktor kedua adalah durasi waktu penggunaan (T₁=8 jam, T₂=12 jam, T₃=16 jam, T₄=20 jam). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian hasil data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada tingkat signifikansi 5% dan 1%.

Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan pasteurisasi susu sapi segar selama 15 menit dengan suhu 75 – 80°C, lalu dilakukan pendinginan hingga mencapai suhu menjadi 40°C. Memasukkan Starter sebanyak 5% ke dalam toples ketika susu mencapai (40°C) kemudian melakukan diinkubasi pada incubator custom sesuai dengan perlakuan yang ditentukan.

Variabel Pengamatan pada penelitian ini meliputi jumlah Protein, lemak, persentase Total Asam dan Jumlah BAL. Uji Protein dilakukan dengan cara menimbang yoghurt sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, lalu ditambahkan tablet kjeldahl serta asam sulfat sebanyak 25 ml. Sampel didestruksi pada suhu 415°C hingga berwarna hijau bening dan di destilasi dengan ditambahi dengan indicator PP 3 tetes dan aquadest sebanyak 5 ml. Erlenmeyer 250 ml di isi dengan larutan H₃BO₃ 3% sebanyak 15 ml dan ditambahkan dengan 3 tetes indicator Metil Red+Blue diletakkan di ujung alat destilasi untuk menangkap hasil penguapan. Sampel didestilasi sampai dalam Erlenmeyer terdapa 100 ml larutan kemudian larutan di titrasi dengan HCL 0.1 N hingga larutan berubah warna seperti semula. Penetapan blanko dilakukan menggunakan prosedur yang sama. Metode Analisa dan perhitungan Protein sesuai dengan (AOAC, 2005). Untuk mengetahui persentase asam laktat, 10 ml sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan dua tetes larutan indikator fenolftalein 1% ditambahkan. Selanjutnya, sampel tersebut dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga mencapai warna merah muda (AOAC, 2005).

Sebanyak 2 gram yoghurt diletakkan diatas kertas saring dan kapas, di oven pada suhu 60°C, sampel ditutup kemudian ditali, sampel dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet, lalu kondensor dan labu dipasang di kedua ujungnya. Tahapan selanjutnya labu yang telah dioven dan dimasukkan desikator kemudian ditimbang, larutan heksana dimasukkan ke dalam alat Soxhlet hingga terendam, kemudian direfluks selama 5 jam. Setelah proses tersebut, pelarut didistilasi dan hasilnya dikumpulkan di wadah terpisah. Selanjutnya, labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai diperoleh berat yang konstan. Setelah itu, labu lemak dipindahkan ke dalam desikator untuk didinginkan, sebelum akhirnya ditimbang dan dicatat beratnya.

Menurut SNI (2009), untuk menguji total bakteri asam laktat, pertama-tama ambil 1 ml yoghurt dan encerkan ke dalam 9 ml aquadest. Larutan ini merupakan pengenceran dengan rasio 10⁻¹. Selanjutnya, lakukan pengenceran bertingkat hingga mencapai pengenceran 10⁻³. Dari setiap tingkat pengenceran, ambil 1 ml sampel dan masukkan ke dalam cawan petri secara duplo. 1 ml sampel dari setiap pengenceran diambil lalu masing-masing sampel dimasukan ke dalam cawan petri secara duplo. Sebanyak 15 ml de Man Ragoza and Shape Agar (MRSA) bersuhu 50°C dimasukan ke dalam cawan petri melalui metode *pour plate*. Cawan berisi sampel diinkubasi dengan menggunakan inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil analisis mikrobiologi menggunakan Standard Plate Count (SPC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Protein

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu inkubasi berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar protein. Selain itu, interaksi antara factor suhu dan waktu inkubasi juga berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar protein, dengan nilai rata-rata antara 3,24% hingga 3,77%. Berdasarkan Tabel 1, kadar protein tertinggi dihasilkan pada sampel perlakuan S2T3 (3,77%), sedangkan kadar protein terendah ditemukan pada perlakuan S1T1 (3,24%).

Tabel 1. Nilai Rataan Kadar Protein (%) Yoghurt pada Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi

SUHU	WAKTU INKUBASI				RATA – RATA
	T1 (8 JAM)	T2 (12 JAM)	T3 (16 JAM)	T4 (20 JAM)	
S1 (36°C)	3,24±0,05 ^g	3,39±0,10 ^{cde}	3,52±0,07 ^b	3,35±0,09 ^{abc}	3,39±0,13 ^{ab}
S2 (39°C)	3,27±0,05 ^{fg}	3,32±0,05 ^{defg}	3,77±0,06 ^a	3,35±0,05 ^{cdef}	3,43±0,21 ^a
S3 (42°C)	3,36 ±0,01 ^{cdef}	3,44±0,02 ^{ab}	3,35±0,05 ^{cdef}	3,29±0,02 ^{efg}	3,36±0,06 ^b
RATA – RATA	3,29±0,07 ^c	3,38±0,08 ^b	3,55±0,19 ^a	3,35±0,08 ^b	

Keterangan: Notasi yang berbeda pada setiap kolom dan baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$)

Nilai rataan yang paling tinggi ketika inkubasi dilakukan dengan menggunakan suhu 39°C dan waktu inkubasi 16 jam (Tabel 1). Hasil ini dimungkinkan terjadi karena bakteri asam laktat pada suhu tersebut telah mengalami pertumbuhan optimal dan perkembangbiakan dengan optimal sehingga kadar protein mengalami peningkatan. Peningkatan kadar protein dapat disebabkan oleh aktivitas enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat berperan dalam mendegradasi protein. Jumlah kandungan protein pada yogurt dapat bervariasi, dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jumlah total protein awal yang digunakan dalam proses pembuatan dan konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) yang tinggi. (Pato, 2014). *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* berperan penting dalam proses pembuatan yoghurt dengan memanfaatkan sumber karbon dan nitrogen yang terdapat dalam bahan baku sebagai nutrisi untuk hidup dan berkembang biak. Setiyoningsih, dkk (2004) menambahkan bahwa jumlah bakteri dalam minuman fermentasi memengaruhi tingkat proteinnya.. Semakin tinggi jumlah bakteri, semakin besar konsentrasi enzim yang dihasilkan, yang berfungsi memecah protein menjadi peptida, dan selanjutnya dihidrolisis menjadi asam amino. Sejalan dengan pendapat Maharani, et al., (2020) bahwa aktivitas

proteolitik oleh enzim protease memecah protein menjadi komponen protein sederhana yaitu peptida dan asam amino.

Berdasarkan SNI nomor 2981:2009, syarat mutu yoghurt yaitu mengandung kadar protein terendah sejumlah 2,7 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan, baik waktu inkubasi maupun suhu yang digunakan, masih memenuhi standar yang dipersyaratkan. Hal ini kemungkinan dikarenakan kualitas bahan baku yang digunakan (susu segar) dalam kondisi baik serta proses pasteurisasi susu dilakukan dengan baik sehingga tidak ada protein yang rusak. Maharani et al. (2020) menambahkan bahwa susu memiliki kelemahan yakni mudah mengalami kerusakan (*perishable food*) sehingga penanganan, pengolahan maupun penyimpanan susu harus diterapkan dengan baik.

Lemak

Data analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan suhu dan waktu yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak yoghurt. Interaksi antara suhu dan waktu inkubasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak yoghurt (Tabel 2). Rerata kadar lemak yoghurt antara 2,81% - 3,48%.

Tabel 2. Nilai Rataan Kadar Lemak (%) Yoghurt pada Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi

SUHU	WAKTU INKUBASI				RATA – RATA
	T1 (8 JAM)	T2 (12 JAM)	T3 (16 JAM)	T4 (20 JAM)	
S1 (36°C)	3,18±0,15 ^b	3,14±0,05 ^b	2,98±0,03 ^{cd}	2,85±0,09 ^{de}	3,04±0,16 ^b
S2 (39°C)	3,48±0,16 ^a	3,42±0,06 ^a	3,12±0,11 ^{bc}	2,83±0,08 ^{de}	3,21±0,28 ^a
S3 (42°C)	3,19±0,03 ^b	3,18±0,03 ^b	2,98±0,03 ^{cd}	2,81±0,03 ^e	3,04±0,16 ^b
RATA - RATA	3,28±0,19 ^a	3,24±0,14 ^a	3,03±0,09 ^b	2,83±0,06 ^c	

Keterangan: notasi yang berbeda pada setiap kolom dan baris yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$)

Dari Tabel 2 dapat diamati bahwa terjadi penurunan kandungan lemak pada yoghurt seiring dengan lamanya waktu inkubasi. Kondisi ini diakibatkan oleh semakin lama waktu inkubasi yang menyebabkan kandungan nutrisi dari susu semakin berkurang karena aktivitas bakteri asam laktat. Dewi dan Andang (2024) menyatakan bahwa bertambahnya waktu inkubasi maka kadar lemak dapat mengalami penurunan akibat gula yang terkandung pada susu semakin berkurang dan habis. Michal (2010) menambahkan bahwa enzim lipase akan menghidrolisis lemak menjadi struktur yang lebih kecil. Pada saat proses inkubasi, bakteri asam laktat juga memanfaatkan lemak sebagai sumber energi sekaligus bahan pembentukan *flavor* yoghurt sehingga mengakibatkan kandungan lemak semakin menurun.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan lemak pada inkubasi selama 20 jam mempunyai nilai rata-rata 2,83%, hal ini belum memenuhi SNI nomor 2981:2009. Menurut SNI nomor 2981:2009 tentang yoghurt menunjukkan bahwa syarat mutu yoghurt memiliki kandungan lemak minimal 3%. Selain kandungan gula yang telah habis, menurunnya lemak juga dapat dipengaruhi jenis bahan baku yang digunakan. Bahan utama pengolahan yoghurt ini adalah susu segar murni tanpa penambahan bahan apapun, sehingga pada proses fermentasi ketika gula dalam susu sudah habis maka bakteri asam laktat akan memakan lemak sehingga kandungan lemak pada yoghurt semakin menurun seiring dengan lamanya waktu inkubasi.

Total Asam

Pengujian total asam pada bahan pangan dapat dilakukan melalui metode titrasi asam-basa, yang bertujuan untuk memperkirakan konsentrasi total asam dalam sampel (Angelia, 2017). Nilai keasaman yoghurt didapatkan melalui titrasi dengan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1N dan jumlah volume hasil titrasi menunjukkan kadar asam yang terkandung di dalam yoghurt. Berdasarkan hasil analisis ragam, diperoleh bahwa variasi suhu inkubasi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap nilai total asam. Namun, perbedaan waktu inkubasi berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap total asam (Tabel 3).

Tabel 3 Nilai Rataan Total Asam (%) Yoghurt pada Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi

SUHU	WAKTU INKUBASI				RATA – RATA
	T1 (8 JAM)	T2 (12 JAM)	T3 (16 JAM)	T4 (20 JAM)	
S1 (36°C)	0,59±0,01 ^e	0,78±0,04 ^{bcd}	0,87±0,03 ^a	0,78±0,08 ^{bcd}	0,76±0,12
S2 (39°C)	0,62±0,02 ^e	0,81±0,04 ^{abcd}	0,85±0,01 ^{ab}	0,84±0,03 ^{abc}	0,78±0,10
S3 (42°C)	0,59±0,03 ^e	0,84±0,02 ^{bcd}	0,77±0,02 ^{cd}	0,76±0,03 ^d	0,74±0,11
RATA - RATA	0,59±0,03 ^b	0,82±0,04 ^a	0,83±0,05 ^a	0,79±0,06 ^a	

Keterangan: Notasi yang berbeda pada setiap kolom dan baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$)

Waktu inkubasi yang berbeda menghasilkan nilai rerata total asam antara 0,59% hingga 0,83%. Perbedaan waktu inkubasi memiliki rata-rata tertinggi yang terdapat pada perlakuan T3 (16 Jam) dan terendah pada perlakuan T1 (8 jam) (Tabel 3). Total asam semakin menurun ketika waktu inkubasi yang digunakan semakin lama. Hal ini diduga karena inkubasi selama 16 jam, proses fermentasi berjalan lebih optimal, memungkinkan bakteri asam laktat menghasilkan lebih banyak asam, yang meningkatkan kadar total asam serta menguraikan komponen lemak maupun protein. Selain itu, dapat disebabkan karena suhu yang digunakan

merupakan suhu yang tepat bagi pertumbuhan bakteri asam laktat. David et., al (2019) melaporkan terkait faktor keberhasilan pembuatan yoghurt yaitu salah satunya adalah suhu. Bakteri asam laktat pada suhu 37 – 42°C mampu tumbuh secara optimal. Interaksi antara suhu dan waktu inkubasi berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai total asam. Nilai rerata total asam yaitu 0,59%-0,85%. Rerata nilai tertinggi total asam yaitu pada perlakuan S2T3 sebesar 0,85%. Menurut SNI (2009), ketentuan jumlah asam dalam yoghurt berdasarkan SNI 2981:2009 adalah antara 0,5% hingga 2,0%. Produk yoghurt yang dibuat dalam penelitian ini diasumsikan memenuhi batasan yang disyaratkan oleh SNI.

Supriyanto (2023) menyatakan bahwa dengan bertambahnya waktu selama proses inkubasi akan menyebabkan perubahan sifat kimia yang akan mempengaruhi peningkatan jumlah mikroba sehingga mampu menghasilkan asam laktat yang semakin banyak. Nilai total asam tertitrasi (TAT) sebanding dengan pH, jadi lebih banyak total asam tertitrasi pada yoghurt berarti pHnya lebih rendah. (Timo dan Purwantiningsih, 2020). Nilai total asam dapat meningkat dengan waktu inkubasi yang lebih lama pada suhu ruang. (Shafiee et al., 2010). Peningkatan nilai total asam ini diakibatkan oleh peningkatan jumlah pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat seiring lama waktu inkubasi, sehingga produksi asam laktat juga semakin meningkat. Pemecahan laktosa susu oleh bakteri asam laktat menghasilkan produk asam utama berupa asam laktat. Bakteri asam laktat juga menghasilkan asam organik lainnya, seperti asam asetat, asam format, dan asam butirat (Priadi, et al., 2020). Asam-asam hasil perombakan glukosa oleh bakteri asam laktat kemudian disekresikan ke luar sel, sehingga terakumulasi dalam produk fermentasi dan menyebabkan kadar asam dalam yoghurt meningkat (Suharyono dan Kurniadi, 2010).

Jumlah Bakteri Asam Laktat

Perkembangan Bakteri Asam Laktat pada media tumbuh dapat diamati dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui warna dan bentuk koloni, serta bentuk permukaan koloni. Koloni bakteri asam laktat memiliki bentuk yang bulat, memiliki tepian berwarna bening, dan koloni berwarna putih hingga putih kekuningan (Kurnia, et al., 2020). Variasi suhu dan waktu memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah bakteri asam laktat. Nilai rata-rata bakteri asam laktat tertuang pada tabel 4.

Tabel 4 Nilai Rataan Jumlah Bakteri Asam Laktat (Log Cfu/ml) Yoghurt pada Variasi Suhu dan Waktu yang Berbeda

SUHU	WAKTU INKUBASI				RATA – RATA
	T1 (8 JAM)	T2 (12 JAM)	T3 (16 JAM)	T4 (20 JAM)	
S1 (36 °C)	6,50±0,05 ^{de}	6,74±0,13 ^{de}	7,29±0,24 ^c	6,81±0,16 ^d	6,84±0,33. ^b
S2 (39 °C)	7,53±0,08 ^{bc}	7,66±0,15 ^b	8,94±0,05 ^a	7,76±0,14 ^b	7,97±0,60 ^a
S3 (42 °C)	7,52±0,18 ^{bc}	8,81±0,04 ^a	8,80±0,03 ^a	7,29±0,37 ^c	8,10±0,76 ^a
RATA - RATA	7,19±0,52 ^c	7,74±0,90 ^b	8,34±0,80 ^a	7,28±0,47 ^c	

Keterangan: notasi yang berbeda pada setiap kolom dan baris yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$)

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa interaksi variasi suhu dan waktu inkubasi berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah bakteri asam laktat yoghurt. Nilai rataan tertinggi kadar asam laktat didapatkan pada perlakuan S2T3 yaitu 8,94 log cfu/ml. Hal ini diakibatkan karena variasi suhu dan waktu tersebut asam laktat mampu tumbuh dengan baik. Menurut Putro et al., (2020) bakteri *L. casei* mengalami dua fase pertumbuhan yang dimulai dengan fase lag pada saat inkubasi jam ke-0 sampai ke-9. Selanjutnya, bakteri mengalami fase eksponensial (pertumbuhan bakteri) sampai jam ke-17. Selain bakteri *L. Casei*, starter yang dipakai pada pembuatan yoghurt meliputi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang mana keduanya saling mutualisme untuk berkembangbiak. Kondisi tersebut sejalan dengan Pratama, et al. (2020) bahwa penggunaan tiga kombinasi bakteri dapat menyebabkan kenaikan total BAL.

pH dan total asam yoghurt mempengaruhi jumlah bakteri asam laktat. Semakin tinggi nilai total asam dan lebih rendah nilai pH, semakin banyak bakteri asam laktat yang dihasilkan. (Yansyah, et al., 2016). Penelitian ini selaras dengan pendapat tersebut bahwa perlakuan S2T3, total asam menunjukkan rataan yang tertinggi. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah BAL pada Perlakuan S2T3 yang memberikan nilai rataan tertinggi. Hal ini didukung oleh Subagiyo, et al. (2015) bahwa suhu dan pH lingkungan yang optimal juga dapat berpengaruh pada pertumbuhan BAL. Setiap spesies BAL memiliki pH dan suhu pertumbuhan optimal yang berbeda-beda hingga mampu menghasilkan asam laktat. Ihsan, et al. (2017) menambahkan bahwa *S. thermophilus* dapat tumbuh pada suhu optimal 37-42 °C dengan pH optimal 6,5. *L. bulgaricus* tumbuh optimal pada suhu 35-45 °C dengan pH optimal 4-5,5 (Pratiwi, et al., 2020).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan variasi suhu dan waktu yang optimal pada proses inkubasi yoghurt menggunakan custom inkubator yaitu pada perlakuan S2T3 (suhu 39°C dan waktu 16 jam) mampu menghasilkan kualitas yoghurt sesuai SNI nomor 2981-2009 tentang Yoghurt yaitu kadar protein 3,77%, kadar lemak sebesar 3,1%, total asam sebesar 0,85% dan Total BAL 8,99 Log cfu/ml.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPPM dan Politeknik Negeri Banyuwangi atas pendanaan Penelitian Tahun Anggaran 2024

DAFTAR PUSTAKA.

- [AOAC] Association of Analytical Communitoes. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Published by the Association of Official Analytical Chemist. Marlyand.
- Afriani, A. (2010). Pengaruh Penggunaan Starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* terhadap Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Asam dan Nilai pH Dadih Susu Sapi. *Jurnal Imiah ilmu-ilmu Peternakan*. 8(6): 279-285.
- Angelia, I. O. (2017). Kandungan pH, Total Asam Tertitrasi, Padatan Terlarut Dan Vitamin C Pada Beberapa Komoditas Hortikultura. *Journal of Agritech Science*. 1(2): 68-74
- Arzakiyah, F., Wanniatie, V., Husni, A., dan Qisthon, A. (2024). Total Asam, Keasaman, dan Viskositas, Yoghurt Susu Sapi dengan Menggunakan Kombinasi Starter yang Berbeda. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*. 8(1): 150-156.
- Dewi Astuti, H., dan D. Andang Arif W. (2024). Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 1(2):48-58.
- G Priadi, F Setiyoningrum and F Afiati, (2019). The Shelf Life of Yogurt Starter and its Derivatives Based on the Microbiological, Physical and Sensory Aspect IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. [\(PDF\) The shelf life of yogurt starter and its derivatives based on the microbiological, physical and sensory aspects \(researchgate.net\)](#)
- Hafsah & Astriana. (2012). Pengaruh Variasi Starter terhadap Kualitas Yoghurt Susu Sapi. *Jurnal Bionature*. 13(2) : 96-102.
- Ihsan, R. Z., Cakrawati, D., Handayani, M. N., dan Handayani, S. (2017). Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *Edufortech*. 2(1): 1-6.
- Kurnia, M., Amir, H., dan Handayani, D. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Makanan Tradisional Suku Rejang di Provinsi Bengkulu: “Lemea”. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 4(1): 25-32.
- Latifasari, N., Naufalin, R., Supriyanti, R., Nuraeni, I., dan Hartono, E. F. (2023). The Evaluation of Physicochemical and Sensory Properties of Sehati Yoghurt Drink Flavors with a Combination of Spice Extract. *Journal of Agri-food*. 4(1): 23-32.
- Maharani, Sundarwanto, M. B., Soviana, S., dan Pisestyani, H. (2020). Pemeriksaan Kualitas Susu Asal Kedai Susu Kawasan Pemukiman Mahasiswa IPB Dramaga dan Cilibende Bogor. *Jurnal Kajian Veteriner*. 8(1): 24-33.

- Michal, I.U. (2010). Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* terhadap Kualitas Yoghurt Susu Kambing. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim: Malang
- Nofendri Yansyah, Yusmarini, and Evy Rossi. (2016). Evaluasi Jumlah BAL dan Mutu Sensori dari Yoghurt yang Difermentasi dengan Isolat *Lactobacillus plantarum* 1. *JOM FAPERTA* 3 (2): 1-15
- Pratama, D. R., Melia, S., dan Purwati, E. (2020). Perbedaan Konsentrasi Kombinasi Starter Tiga Bakteri terhadap Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH, dan Total Asam Titrasi Yoghurt. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 22(3): 339-345.
- Pratiwi, I. S. E., Darusman, F., Shalannandia, W. A., dan Lantika, U. A. (2020). Peranan Probiotik dalam Yoghurt sebagai Pangan Fungsional terhadap Kesehatan Manusia. *Prosiding Farmasi*. 6(2): 1119-1124.
- Putro, H. S., Abharina, R. F. L., dan Nafwa, R. (2020). Pengaruh Penambahan Bakteri *Lactobacillus casei* dan Bakteri *Zymomonas mobilis* terhadap Aktivitas Antioksidan pada Yogurt. *Akta Kimia Indonesia*. 5(1): 22-32.
- Purwantiningsih, T. I., Bria, M. A. B., dan Kia, K. W. (2022). Kadar Protein dan Lemak Yoghurt yang Terbuat dari Jenis dan Jumlah Kultur yang Berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*. 4(1): 66-73
- Riski, P., Purwanto, B. P., dan Atabany, A. (2016). Produksi dan Kualitas Susu Sapi FH Laktasi yang Diberi Pakan Daun Pelepah Sawit. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(3): 345-349.
- Rizqi Z, et al. (2017). Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *EDUFORTECH* 2 (1) 2017 1-6
- Setiadi, O. Y., Sumarmono, J., dan Setyawardani, T. (2023). Pengaruh Penambahan Whey Protein Concentrate terhadap Viskositas, Sineresis dan Water Holding Capacity Yogurt Susu Sapi Rendah Lemak. *Bulletin of Applied Animal Research*. 5(1): 6-18.
- Shafiee, G., Mortazavian, A.M., Moham madifar, M.A., Koushki, M.R., Mo hammad, A., and Mohammadi, R. (2010). Combined Effects of Dry Matter Content, Incubation Temperature and Final pH of Fermentation on Biochem ical and Microbiological Characteris tics of Probiotic Fermented Milk. *African Journal of Microbiology Research*, 4(12), 1265-1274.
- Setioningsih, E., Setyaningsih, Ratna, & Susilowati, A. (2004). Pembuatan Minuman Probiotik dari Susu Kedelai dengan Inokulum *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus*. *Bioteknologi*, 1(1): 1-6.
- Standarisasi Nasional Indonesia. (2009). Pengertian dan Syarat Mutu Susu Fermentasi. No.01-7552-2009. Badan Standarisasi Nasional
- Subagiyo, Sebastian, M., Triyanto, & Setyati, W. A. (2015). Ilmu Kelautan UNDIP. Pengaruh pH, Suhu dan Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Produksi Asam Organik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Intestinum Udang Penaeid. *Indonesian Journal of Marine science*, 20(4): 187-194
- Suharyono AS dan Muhamad Kurniadi. (2010). Pengaruh Konsentrasi Starter *Streptococcus thermophilus* dan lama Fermentasi terhadap Karakteristik Bakteri Asam Laktat dari Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 1 (1):51-58
- Sujono, Rofat, M.R.A., Hendra, K, dan Kusnul, K. (2019). Karakter Rasa dan pH Yoghurt Susu Kambing pada Lama dan Jenis Starter yang Berbeda. *Jurnal Berdikari*. 7(1): 27-35.
- Susilawati, I., Putranto, W.S., Khairani, L. (2021). Pelatihan Berbagai Metode Pengolahan Susu Sapi sebagai Upaya Mengawetkan, Meningkatkan Nilai Manfaat, dan Nilai Ekonomi. *Media Kontak Tani Ternak*. 3(1): 27-31.

- Supriyanto. (2023). Sifat Kimia dan Organleptik Greek Yogurt Susu Kambing dengan Perbedaan Waktu Inkubasi. (Skripsi). Banyuwangi: Politeknik Negeri Banyuwangi.
- Syainah, E., S. Novita & R. Yanti. (2014). Kajian Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dan Inkubasi yang Berbeda Terhadap Mutu dan Daya Terima. *Jurnal Skala Kesehatan*. 5(1): 1-8.
- Usman Pato dan Yusmarini (2014). Evaluasi Mutu Susu Komplementasi Kacang Hijau dan Kacang Kedelai yang Difermentasi. Pato, U. (2014). Evaluasi Mutu Susu Komplementasi Kacang Hijau dan Kacang Kedelai Yang Difermentasi - Search (bing.com)