

**PENGARUH PENAMBAHAN KACANG HIJAU
(*Vigna radiata* (L.) R. WILCZEK) PADA FERMENTASI SUSU
OLEH *Lactococcus lactis* NBRC 12007**

**EFFECT OF ADDITIONAL MUNG BEANS (*Vigna radiata* (L.) R. WILCZEK)
ON *Lactococcus lactis* NBRC 12007 MILK FERMENTATION**

Raras Ahlul Widawati

Mahasiswa Sarjana Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

*Endah Retnaningrum**

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

Submitted:01-12-2019; Revised:06-11-2021; Accepted:09-11-2021

ABSTRACT

The high content of α -galactooligosaccharide in mung beans has the potential for supporting the growth of Lactic Acid Bacteria (LAB), therefore it can be developed as fermented plant-based milk that substituted Ultra High Temperature (UHT) milk. The purposes of this research is to investigate the effectiveness of LAB *Lactococcus lactis* NBRC 12007 in the fermentation process of mung bean milk and to observe the quality differences of fermented mung bean milk with UHT milk. Previously, preparations were made for starter *L. lactis* NBRC 12007 in MRSB medium and then sub cultured to UHT milk. Furthermore, 3% of the culture was inoculated into each of the mung bean milk substrate and UHT milk as a starter for the fermentation process and incubated for 24 hours at 37°C. During this process, the effectiveness of LAB was tested (total cell, total acid, total protein, pH, antibacterial) and the quality test of fermented products (organoleptic and physical). Based on total cells, total acid, total protein, pH, and antibacterial test findings, fermented mung bean milk products had a higher value than UHT milk products. During the process, it was proven that *L. lactis* NBRC 12007 had high effectiveness in producing and improving the quality of fermented mung bean milk compared to UHT milk. It is assumed that the content of oligosaccharides supports the growth of LAB and the fermentation process.

Keywords: α -galactooligosaccharide; Antibacterial; *Lactococcus lactis*; Protein; Starter.

ABSTRAK

Tingginya kandungan α -galactooligosakarida dalam kacang hijau berpotensi sebagai pendukung pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL), sehingga dapat dikembangkan sebagai produk susu nabati terfermentasi pengganti susu *Ultra High Temperature* (UHT). Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efektivitas BAL *Lactococcus lactis* NBRC 12007 dalam proses fermentasi susu kacang hijau dan mengamati perbedaan kualitas fermentasi susu kacang hijau dengan susu UHT. Sebelumnya, dilakukan persiapan starter *L. lactis* NBRC 12007 dalam medium MRSB yang kemudian disubkultur ke susu UHT. Selanjutnya sebanyak 3% kultur diinokulasi ke masing-masing substrat susu kacang hijau dan susu UHT sebagai starter proses fermentasi dan diinkubasi selama 24 jam dalam suhu 37°C. Selama

* Corresponding author: endahr@ugm.ac.id

Copyright ©2022 THE AUTHOR(S). This article is distributed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license. Jurnal Teknosains is published by the Graduate School of Universitas Gadjah Mada.

proses fermentasi dilakukan uji efektivitas BAL (uji total sel, total asam, total protein, pH, dan antibakteri) serta uji kualitas produk fermentasi (organoleptik dan fisikawi). Berdasarkan hasil uji total sel, total asam, total protein, pH, dan antibakteri, produk fermentasi susu kacang hijau menunjukkan nilai lebih tinggi daripada produk susu UHT. Selama proses tersebut membuktikan *L. lactis* NBRC 12007 memiliki efektivitas yang tinggi dalam menghasilkan dan meningkatkan kualitas produk fermentasi susu kacang hijau dibandingkan susu UHT. Hal ini dimungkinkan adanya kandungan oligosakarida mendukung pertumbuhan BAL dan proses fermentasi.

Kata Kunci: *α-galactooligosakarida; Antibakteri; Lactococcus lactis; Protein; Starter.*

PENGANTAR

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus dicapai pemenuhannya. Menurut Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (2013), konsumsi pangan masyarakat Indonesia masih terhitung rendah dari segi nilai gizinya. Hal tersebut mendorong inovasi pengolahan produk makanan dengan kualitas baik. Pengolahan produk pangan dari kacang-kacangan dapat dijadikan pilihan alternatif bagi konsumen, salah satunya yaitu produk susu nabati terfermentasi. Proses fermentasi melibatkan reaksi kimia dalam kondisi anaerobik yang mengubah substrat kompleks menjadi lebih sederhana yang masih terkandung enzim, bakteri, dan beberapa nutrisi (Rockefeller, 2016).

Selama ini, proses fermentasi susu biasanya menggunakan susu hewani. Namun, penggunaan susu hewani dalam fermentasi tersebut juga dapat digantikan oleh susu nabati. Salah satu jenis susu nabati yang dapat dikembangkan yaitu susu kacang hijau. Berdasar laporan Purwono dan Hartono (2005), kacang hijau mengandung nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, berupa protein nabati, vitamin A, B1, C, E, lemak nabati, beberapa mineral yaitu Fe, Ca dan Mg. Selain itu, kandungan α -galaktooligosakarida (α -GOS) pada kacang hijau yang dikenal sebagai prebiotik juga menguntungkan bagi bakteri probiotik (Carrero-Carralero dkk., 2018). Probiotik merupakan kultur aktif yang terkandung pada suatu bahan makanan seperti

susu. Mikrobia yang biasa digunakan dalam proses fermentasi susu adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteri ini merupakan bakteri yang mampu menghasilkan asam laktat dan menyebabkan pengasaman lebih cepat pada bahan pangan, sehingga bisa dijadikan sebagai proses pengawetan produk (Nurhikmayani dkk., 2019; Retnaningrum dkk., 2020).

Fermentasi susu kacang hijau dengan BAL dapat meningkatkan nilai produk pangan dari segi rasa, tekstur, aroma, serta kandungan gizi, sehingga kualitas dan permintaan produk tersebut dapat ditingkatkan. Hal ini mendukung peningkatan perekonomian terutama industri-industri kecil. Namun, proses fermentasi susu nabati oleh BAL masih terus dikembangkan untuk mencapai keefektifan. Selanjutnya, sangat perlu dilakukan penelitian untuk mengamati pengaruh dan efektivitas BAL *Lactococcus lactis* NBRC 12007 dalam proses fermentasi susu kacang hijau menjadi produk susu terfermentasi.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui 3 tahap, meliputi 1) persiapan kultur starter, 2) pembuatan susu kacang hijau, dan 3) proses fermentasi. Selama proses fermentasi dilakukan uji efektivitas fermentasi BAL dan uji kualitas produk fermentasi. Sebelumnya dilakukan persiapan kultur *starter* dengan cara 2 ml kultur *Lactococcus lactis* NBRC 12007 dalam akuades steril dimasukkan ke susu UHT yang telah dipasteurisasi pada suhu 85°C selama 30 menit dan telah didinginkan. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam, kemudian dipindah pada suhu 10°C selama 2 hari.

Persiapan substrat susu kacang hijau dilakukan dengan cara kacang yang telah disortir direndam air selama 4-8 jam. Kulit kacang dihilangkan, kemudian diblender dan ditambahkan air. Perbandingan air:kacang adalah 8:1. Sari kacang kemudian disaring dengan saringan kain tipis. Filtrat hasil saringan ditambahkan gula 5%, susu skim 5%, dan gelatin 1% (Widowati dan Misgiyarta, 2004). Susu kacang yang telah dimasukkan botol kemudian disterilisasi dengan metode pasteurisasi melalui pemanasan pada suhu 70°C selama 30 menit yang diikuti dengan pendinginan pada suhu 37°C. Sebagai pembanding, proses fermentasi

dilakukan dengan menggunakan susu UHT dengan penambahan komposisi dan perlakuan yang sama dengan susu kacang hijau.

Proses fermentasi dilakukan dengan cara substrat susu kacang hijau yang sudah dingin dimasukkan ke fermentor steril dan ditambahkan 3% starter (Widowati dan Misgiyarta, 2004). Fermentasi dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C (Nguyen dkk., 2014). Selama proses fermentasi, dilakukan uji efektivitas fermentasi BAL meliputi total sel BAL, total asam, total protein, pH, dan antibakteri. Selain itu dilakukan juga uji kualitas produk fermentasi meliputi uji organoleptik dan fisikawi.

Uji total sel BAL ditentukan dengan metode hitung cawan (*Total Plate Count*). Sampel diencerkan 10^{-6} - 10^{-8} kemudian diambil sebanyak 1 ml dan diinokulasikan dengan metode *pour plate* menggunakan medium MRSA. Medium didiamkan hingga padat dalam cawan petri dan diinkubasi pada suhu 37°C selama ± 48 jam dengan cawan petri kondisi terbalik. Uji total asam dilakukan dengan metode titrasi menggunakan larutan NaOH 0.1N dan indikator fenolftalein 1% hingga terjadi perubahan warna merah muda. Uji total protein dilakukan dengan metode Bradford. Sebanyak 8 μ l sampel dimasukkan ke sumuran *plate*, ditambahkan 200 μ l reagen Bradford dan dihomogenkan. Selain itu, disiapkan pula larutan blanko sebagai pembandingnya. *Plate* dimasukkan ke alat ELISA reader dan dibaca absorbansinya. Kemudian dihitung menggunakan bantuan kurva standar.

Pengukuran pH sampel dilakukan dengan menggunakan pH meter yang telah dilakukan kalibrasi menggunakan larutan buffer pada pH 4 dan 7. Uji antibakteri hasil fermentasi dilakukan dengan metode sumuran menggunakan kultur *Escherichia coli* sebagai patogennya. Sebelumnya, sebanyak 1 ml kultur *E. coli* diinokulasikan secara *pour plate* dalam 20 ml medium NA. Setelah medium NA dalam cawan petri telah memadat, dibuat 3 sumuran yang diisi dengan produk fermentasi. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu 37°C. Setelah inkubasi 24 jam, dilakukan pengamatan adanya zona bening yang terbentuk di sekitar koloni kultur bakteri.

Uji organoleptik meliputi uji rasa, warna, aroma, dan keseluruhan (*hedonic test*) (Chang dkk., 2010). Uji ini dilakukan terhadap 10 orang

panelis yang dipilih secara acak dari mahasiswa Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada dengan mengisi lembar kuesioner. Uji fisikawi meliputi uji kadar air dan total padatan. Uji dilakukan dengan 10 g produk susu fermentasi dipindahkan ke oven suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian dilakukan pembacaan hingga mencapai berat konstan.

Analisis terhadap data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Keseluruhan data diekspresikan sebagai rata-rata \pm standar error. Analisis statistik dilakukan dengan *software* SPSS meliputi uji *T-test* ($P < 0,05$) untuk mengetahui signifikansi data yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Efektivitas Fermentasi BAL

a. Perubahan Jumlah Sel BAL Selama Proses Fermentasi

Selama proses fermentasi, jumlah sel *Lactococcus lactis* NBRC 12007 menunjukkan kenaikan secara signifikan ($P < 0,05$). Seperti disajikan pada Gambar 1, jumlah BAL meningkat dan mencapai maksimum pada jam ke-18, kemudian mengalami penurunan pada jam ke-24 (Widawati & Retnaningrum, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa BAL dapat memanfaatkan nutrisi pada substrat tersebut secara optimum sesuai dengan fase pertumbuhan bakteri.

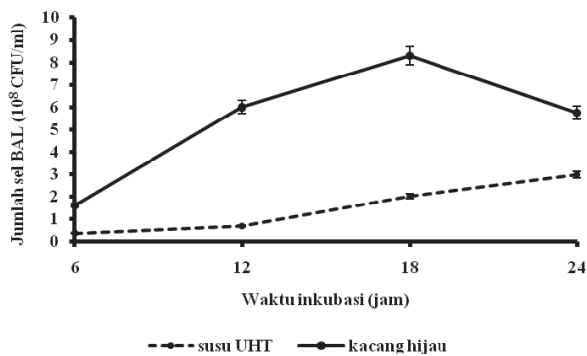
Penurunan jumlah sel dapat disebabkan karena pembentukan asam oleh bakteri yang diikuti dengan penurunan kadar pH. Tingginya kandungan asam dari proses fermentasi diduga menjadi penghambat pertumbuhan *Lactococcus lactis* NBRC 12007 karena menyebabkan kerusakan sel. Menurut Sanchez dkk. (2008), *Lactococcus lactis* tumbuh optimal pada rentang pH 6,3–6,9. Namun tetap dapat tumbuh pada batas terendah nilai pH yang ditoleransi yaitu pH 4–5 tergantung jenis strain dan komposisi mediumnya.

b. Perubahan Kadar Total Asam Selama Proses Fermentasi

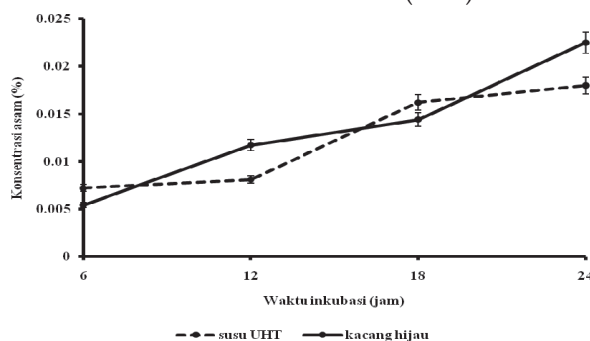
Keberadaan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam substrat susu kacang hijau dan susu UHT mempengaruhi kadar total asam yang dikandungnya. Berdasarkan Gambar 2. diperoleh hasil bahwa kedua sampel baik susu kacang hijau

maupun susu UHT menunjukkan peningkatan signifikan ($P < 0,05$). Hal ini berarti kadar total asam kedua jenis substrat tersebut meningkat selama proses fermentasi hingga jam ke-24 (Widawati & Retnaningrum, 2019).

Hasil ini dapat dihubungkan dengan tingkat kerapatan sel BAL yang terkandung di dalam substrat. Aktivitas sel BAL akan melibatkan penggunaan glukosa untuk diubah menjadi asam. Meningkatnya asam yang diekskresikan oleh sel BAL tersebut, akan meningkatkan tingkat keasaman substrat. Sehingga saat dilakukan pengukuran kadar asam, maka nilai menunjukkan peningkatan signifikan ($P < 0,05$).



Gambar 1
Perubahan Jumlah Sel BAL Selama Proses Fermentasi
Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 2
Perubahan Nilai Total Keasaman Selama Proses Fermentasi
Sumber: Hasil Analisis (2019)

c. Perubahan Kadar Total Protein Selama Proses Fermentasi

Sel BAL dapat mengakibatkan perubahan kadar protein pada substrat susu kacang hijau

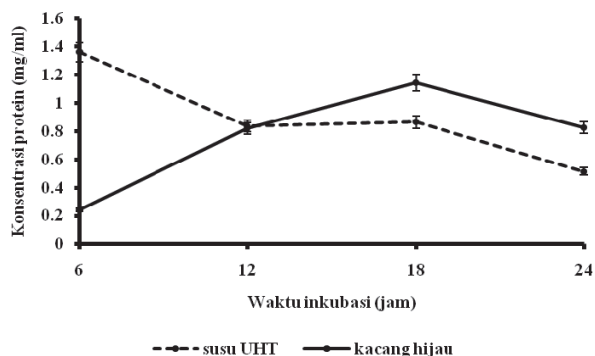
dan susu UHT. Perubahan ini menyebabkan peningkatan kandungan gizi dan kualitas produk fermentasi yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 3. sampel fermentasi susu kacang hijau memiliki kandungan total protein yang terus meningkat hingga jam ke-18, kemudian menurun pada jam ke-24, sedangkan substrat susu UHT menunjukkan grafik turun (Widawati & Retnaningrum, 2019). Naik turunnya kadar total protein ini dapat dijelaskan dengan kondisi total sel BAL yang terdapat pada substrat. Hal ini karena protein merupakan salah satu kandungan nutrisi yang dimanfaatkan ataupun dihasilkan oleh sel BAL dalam pertumbuhannya. Semakin banyak jumlah sel bakteri aktif di dalam substrat akan mempercepat penguraian protein oleh bakteri (Ghamry dkk., 2021)

Susu kacang hijau mengandung sumber energi dan karbon bagi pertumbuhan sel bakteri. Menurut Granito dan A'Ivarez (2006), protein dalam susu kacang hijau akan dipecah oleh proteinase dan peptidase, sehingga terjadi pembentukan asam amino dan peptide dengan rantai pendek. Sedangkan pada susu UHT, total protein menunjukkan penurunan. Hal ini dapat terjadi karena protein digunakan sebagai sumber nutrisi bakteri. Penggunaan protein oleh bakteri lebih banyak dilakukan daripada yang dihasilkan, sehingga sumber proteinnya menjadi berkurang.

d. Perubahan Nilai pH Selama Proses Fermentasi

Proses fermentasi susu dengan BAL dapat menurunkan pH. Pengukuran nilai pH bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman yang terkandung dalam substrat. Gambar 4 menunjukkan penurunan nilai pH pada kedua substrat selama proses fermentasi. Hasil ini memiliki korelasi yang sesuai dengan grafik total asam. Seiring dengan meningkatnya kadar asam yang terakumulasi pada substrat, maka akan menurunkan nilai pH. Susu fermentasi pada umumnya memiliki pH rendah (asam) karena adanya Bakteri Asam Laktat (BAL) yang merombak glukosa menjadi asam laktat. Nilai akhir pH pada substrat susu kacang hijau lebih rendah yaitu bernilai 3,91, sedangkan pada susu UHT bernilai 4,89 (Widawati & Retnaningrum,

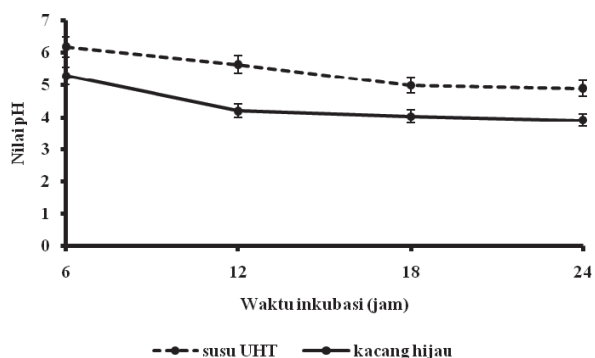
2019). Nilai pH asam mendukung terbentuknya produk susu fermentasi yang diharapkan.



Gambar 3

Perubahan Nilai Total Protein Selama Proses Fermentasi

Sumber: Hasil Analisis (2019)



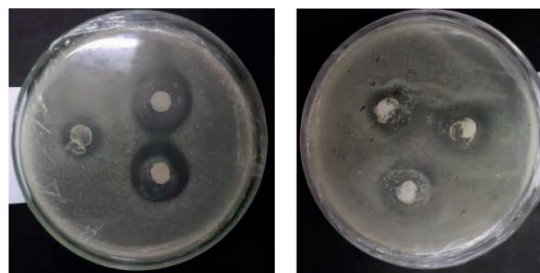
Gambar 4

Perubahan Nilai pH Selama Proses Fermentasi
Sumber: Hasil Analisis (2019).

e. Aktivitas Antibakteri Produk Fermentasi

Susu memiliki potensi sebagai antimikrobia patogen seperti *Escherichia coli* dengan mekanisme menghasilkan senyawa antibakteri. Antibakteri merupakan senyawa yang dihasilkan organisme hidup dalam konsentrasi rendah yang bermanfaat menghambat proses metabolisme sel mikroorganisme lain. Produksinya dipengaruhi oleh tipe dan jumlah kandungan karbon, sumber nitrogen, fosfat, surfaktan, kation, serta inhibitor (Savadogo dkk., 2006).

Gambar 5 menunjukkan diameter zona bening pada substrat fermentasi susu kacang hijau lebih luas. Semakin luas zona bening, maka semakin besar kemampuan suatu bahan dalam menghambat tumbuhnya bakteri (Rahmawati dkk., 2014).



(a) (b)

Gambar 5

Kemampuan Antibakteri Produk Fermentasi: (a). susu kacang hijau, (b). susu UHT
Sumber: Dokumentasi (2019)

Tabel 1. menunjukkan bahwa sampel fermentasi susu kacang hijau memiliki diameter zona hambat lebih tinggi daripada susu UHT ($P < 0,05$). Hal ini menandakan aktivitas antibakteri pada sampel fermentasi susu kacang hijau menggunakan *Lactococcus lactis* NBRC 12007 lebih baik dibandingkan susu UHT (Widawati & Retnaningrum, 2019). Menurut Tzortiz dkk., (2004), substrat pertumbuhan bakteri mempengaruhi produksi komponen antibakteri, sehingga hal tersebut dapat mendasari penjelasan adanya pengaruh perbedaan kandungan karbohidrat kacang hijau dan susu dalam kemampuannya sebagai antibakteri.

Tabel 1

Daya Hambat Produk Fermentasi Susu Kacang Hijau dan Susu UHT terhadap *E. coli*

Sampel	Diameter daya hambat terhadap <i>E. coli</i> (cm)
Susu UHT	1,67 ± 0,196
Kacang Hijau	2,15 ± 0,229

Sumber: Hasil Analisis (2019)

2. Kualitas Produk Fermentasi

a. Uji Organoleptik

Tingkat penerimaan produk fermentasi ini terhadap konsumen, dianalisis dengan uji organoleptik. Uji yang diberikan meliputi rasa, warna, aroma, dan secara keseluruhan (*hedonic test*) (Chang dkk., 2010). Tabel 2 menunjukkan rasa kesukaan panelis terhadap produk susu asam A (susu kacang hijau) dan B (susu UHT) memiliki hasil yang hampir sama.

Sehingga tingkat kesukaan panelis khususnya terhadap produk fermentasi susu kacang hijau berada pada tingkat sedang (Widawati & Retnaningrum, 2019).

Tabel 2
Uji Organoleptik Produk Fermentasi Susu Kacang Hijau dan Susu UHT

PANELIS	PRODUK SUSU ASAM	
	A	B
1	4	3
2	3	3
3	3	4
4	3	5
5	2	3
6	4	2
7	2	4
8	1	2
9	5	2
10	3	3
JUMLAH	30	31
RATA-RATA	3	3.1

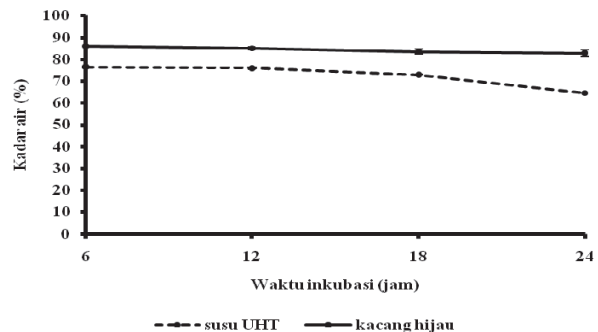
Keterangan : A = kacang hijau, B = kontrol; 5 = sangat suka, 4 = suka, 3 = agak suka, 2 = tidak suka, dan 1 = sangat tidak suka
Sumber: Hasil Analisis (2019)

b Karakter Fisikawi Produk

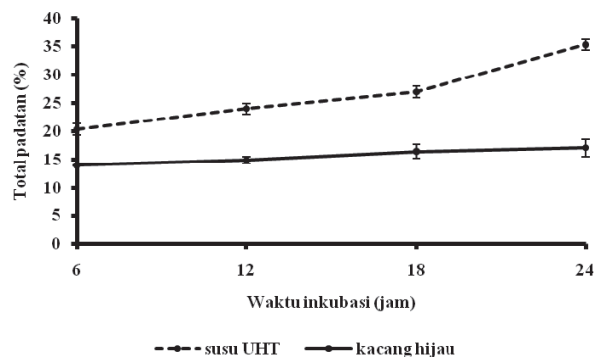
Uji fisikawi meliputi uji kadar air dan total padatan. Kandungan air dan total padatan yang terkandung dalam produk fermentasi penting diketahui untuk mengukur kualitas secara fisik produk yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 6, diketahui kadar air dari kedua substrat mengalami penurunan (Widawati & Retnaningrum, 2019). Namun, susu UHT menunjukkan hasil kadar air lebih rendah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh sel BAL dalam melakukan proses fermentasi. Pada susu, BAL akan lebih mudah melakukan proses koagulasi karena adanya kandungan protein berupa kasein. Kasein lebih mudah diendapkan oleh bakteri dalam kondisi asam.

Berdasarkan Gambar 7, diketahui total padatan mengalami kenaikan, sehingga ketika kadar air turun maka total padatan pada substrat meningkat signifikan ($P < 0,05$). Hal ini dapat diketahui bahwa susu kacang hijau membutuhkan waktu yang lebih lama

dalam proses fermentasi untuk membuat strukturnya menjadi lebih kental (Widawati & Retnaningrum, 2019).



Gambar 6
Nilai kadar air selama proses fermentasi
Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 7
Nilai Total Padatan Selama Proses Fermentasi
Sumber: Hasil Analisis (2019)

Selama proses fermentasi jumlah *L. lactis* NBRC 12007, nilai total asam, total protein dan penurunan pH produk fermentasi susu kacang hijau menunjukkan nilai lebih tinggi secara signifikan daripada produk susu UHT ($P < 0,05$). Jumlah total *L. lactis* NBRC 12007 pada kedua proses fermentasi tersebut menunjukkan kenaikan dan pada waktu tertentu mengalami kenaikan sangat lambat, bahkan menunjukkan penurunan. Hal tersebut disebabkan karena berkurangnya substrat. Kenaikan jumlah total *L. lactis* NBRC 120BAL akan diikuti oleh kenaikan aktivitas fermentasi bakteri yaitu ditunjukkan kenaikan kadar total asam, total protein dan penurunan pH. Pada akhir fermentasi, produk susu kacang hijau menunjukkan kemampuan antibakteri terhadap *Escherichia coli* lebih besar dari pada

susu UHT. Selain itu produk fermentasi susu kacang hijau menunjukkan hasil organoleptik dan fisikawi lebih baik daripada susu UHT. Keberadaan senyawa prebiotik berupa α -galaktooligosakarida dalam kacang hijau merupakan faktor penentu kualitas produk lebih baik daripada produk fermentasi susu UHT. Hasil penelitian ini sesuai dengan Buran dkk., (2021) yang meneliti penambahan prebiotik berupa fruktooligosakarida dapat meningkatkan sifat fisikomimia, reologi, rasa dan sifat probiotik produk. Batista dkk., (2017), melaporkan juga mengenai penambahan prebiotik berupa tepung pisang hijau organik dapat meningkatkan kualitas susu fermentasi yang ditunjukkan peningkatan jumlah BAL, konsentrasi asam laktat, asam lemak rantai panjang dan senyawa volatil yang menyebabkan produk fermentasi mempunyai aroma dan rasa disukai konsumen. Sehingga pemberian prebiotik pada fermentasi BAL mampu meningkatkan kualitas produk.

SIMPULAN

Bakteri asam laktat *Lactococcus lactis* NBRC 12007 efektif sebagai starter untuk fermentasi substrat susu kacang hijau. Kualitas produk fermentasi susu kacang hijau berdasar beberapa parameter yaitu jumlah total BAL, total asam, total protein, pH, kemampuan antibakteri, uji organoleptik dan fisikawi, mempunyai nilai lebih baik dibandingkan substrat susu UHT. Penelitian lanjut fermentasi *Lactococcus lactis* NBRC 12007 dengan waktu fermentasi lebih dari 24 jam perlu diteruskan untuk mendapatkan hasil pengamatan yang lebih detail dengan periode pengamatan interval lebih pendek (setiap 3-4 jam).

DAFTAR PUSTAKA

Chang, S.Y., Kim, D.H., dan Han, M.J. (2010). Physicochemical and Sensory Characteristics of Soy Yogurt Fermented with *Bifidobacterium breve* K-110, *Streptococcus thermophilus* 3781, or *Lactobacillus acidophilus* Q509011. *Food Science and Biotechnology*, 19(1): 107-113.

Batista, A.L.D., Silva R, Cappato, L.P., Ferreira, M.VS., Nascimento, K.O., Schmiele, M., Esmerino, E.A., Balthazar, C.F., Silva, H.LA., Moraes, J., Pimentel, T.C., Freitas, M.Q., Raices, R.S.L., Silva, M.C., dan Cruz, A.G. (2017). Developing A Synbiotic Fermented Milk Using Probiotic Bacteria and Organic Green Banana Flour. *Journal of Functional Foods*, 38: 242-250.

Buran, I., Akal, C., Ozturkoglu-Budak, S., dan Yetisemiyen, A. (2021). Rheological, Sensorial And Volatile Profiles Of Synbiotic Kefirs Produced From Cow and Goat Milk Ontaining Varied Probiotics In Combination with Fructooligosaccharide, *LWT - Food Science and Technology*, 148: 111591.

Carrero-Carralero, C., Mansukhani, D., Ruiz-Matute, A.I., Martínez-Castro, I., Ramos, L., dan Luz Sanz, M. (2018). Extraction And Characterization of Low Molecular Weight Bioactive Carbohydrates From Mung Bean (*Vigna radiata*). *Food Chemistry*, 266: 146-154.

Ghamry, M., Li, L., and Zhao, W. (2021). A Metabolomics Comparison of *Lactobacillus* Communities Isolated From Breast Milk and Camel milk and *Lactobacillus apis* Isolated From Bee Gut During Cereals-Based Fermentation vs. *Lactobacillus plantarum* as A Reference. *LWT - Food Science and Technology*, 146: 11400.

Granito, M., dan A'Ivarez, G. (2006). Lactic Acid Fermentation of Black Beans (*Phaseolus vulgaris*): Microbiological and Chemical Characterization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1164-1171.

Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2013). *Laporan Akhir: Analisis Dinamika Konsumsi Pangan Masyarakat Indonesia*. Jakarta: Pusat Kebijakan Perdagangan Dalam Negeri. Badan Pengkajian

- dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan.
- Nguyen, H.T.H., Ong, L., Kentish, S.E., dan Gras, S.L. (2014). *The Effect of Fermentation Temperature on the Microstructure, Physiocochemical and Rheological Properties of Probiotic Buffalo Yoghurt*. *Food Bioprocess Technol.* Berlin: Springer.
- Nurhikmayani, R., Daryono, B.S., dan Retnaningrum, E. (2019). Isolation and Molecular Identification of Antimicrobial-Producing Lactic Acid Bacteria from *Chao*, South Sulawesi (Indonesia) Fermented Fish Product. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(4): 1063-1068.
- Purwono, dan Hartono, R. (2005). *Seri Agribisnis: Kacang Hijau*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Rahmawati, N., Sudjarwo, E., dan Widodo, E. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herbal terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 24(3): 24-31.
- Retnaningrum, E., Yossi, T., Nur'azizah, R., Sapalina, F., dan Kulla, P.D.K. (2020). Characterization of a Bacteriocin As Bio Preservative Synthesized By Indigenous Lactic Acid Bacteria From Dadih Soya Traditional Product Used In West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(9): 4192-4198.
- Rockefeller, J.D. (2016). *Food Fermentation at Home: A Basic Guide for the Beginner*. Los Gatos: Smashwords.
- Sanchez, C., Neves, A.R. Cavalheiro, J., dos Santos, M.M., Garcia-Quintans, N., Lopez, P., dan Santos, H. (2008). Contribution of Citrate Metabolism to the Growth of *Lactococcus lactis* CRL264 at Low pH. *Applied and Environmental Microbiology*, 7(24): 1136-1144.
- Savadogo, A., Ouattara, C.A.T., Bassole, I.H.N., dan Traore. (2006). Bacteriocin and Lactic Acid Bacteria. *African Journal of Biotechnology*, 5(9):678-683.
- Tzortiz, G.M., Baillon, L.A., Gibson, G.R. dan Rastali, R.A. (2004). Modulation of Anti Pathogenic Activity in Canine-Derived *Lactobacillus* Species by Carbohydrates Growth Substrate. *Journal of Applied Microbiology*, 96: 552-559.
- Widawati, R.A., dan Retnaningrum, E. (2019). Efektivitas Bakteri Asam Laktat Dalam Fermentasi Susu Kacang Hijau (*Vigna Radiata* (L.) R. Wilczek). *Skripsi*, Universitas Gadjah Mada.
- Widowati, S., dan Misgiyarta. (2004). Efektivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Pembuatan Produk Fermentasi Berbasis Protein/Susu Nabati. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian: 360-373.