

Karakteristik Mikrobiologi dan Kimiawi Susu Fermentasi Menggunakan Kultur Campuran *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*

(Microbiological and Chemical Characteristics of Fermented Milk using A Mixed Culture of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus*)

Syachroni^{1*}, Fatma Maruddin¹, Farida Nur Yuliati¹, Andi Nurul Mukhlisah²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10, Tamalanrea Indah, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245

²Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Jl. Prof Baharuddin Lopa SH, Talumung, Majene, Sulawesi Barat 91412

ARTICLE INFO

Received: 9 Mei 2019

Accepted: 4 Juni 2019

*Corresponding author

email.syachroni@gmail.com

Keywords:

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus plantarum

Starter cultures

ABSTRACT

Lactobacillus plantarum and *Lactobacillus acidophilus* are a probiotic bacteria which can be combined as a starter fermentation products using fresh milk and reconstitution milk as a growth medium. The aim of this study was to determine the combined effect of *L. plantarum* and *L. acidophilus* on total bacteria, lactic acid, and pH levels were used as a starter culture fermented milk beverage. The study was designed using a completely randomized design (CRD) 3 treatments (a combination of 1:1, 1:2, and 2:1) with 5 replications. The results showed that the number of bacteria at the level of a combination of 1:1, 1:2, and 2:1 respectively were 8.96 ± 5.80 ; 8.22 ± 5.80 and 8.72 ± 5.80 (log cfu/ml), lactic acid content were 0.36 ± 0.008 %; 0.41 ± 0.008 %; and 0.49 ± 0.008 %, and the pH were 4.91 ± 0.02 ; 4.67 ± 0.02 ; and 4.54 ± 0.02 . The best combination of *L. plantarum* and *L. acidophilus* bacteria for fermented milk was 1:1 based on the growth activity of lactic acid bacteria and pH.

ABSTRAK

Lactobacillus plantarum dan *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri probiotik yang dapat dikombinasi sebagai starter minuman fermentasi menggunakan susu segar dan susu rekonstitusi sebagai medianya. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh perbandingan kombinasi bakteri *L. acidophilus* dan *L. plantarum* terhadap total bakteri, kadar asam laktat dan pH yang digunakan sebagai kultur starter produk susu fermentasi. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 perlakuan (kombinasi 1:1, 1:2 dan 2:1) dengan 5 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri pada level kombinasi 1:1, 1:2 dan 2:1 secara berurutan yaitu $8,96 \pm 5,80$; $8,22 \pm 5,80$ dan $8,72 \pm 5,80$ (log cfu/ml), kandungan asam laktat yaitu $0,36 \pm 0,008$ %; $0,41 \pm 0,008$ %; dan $0,49 \pm 0,008$ %, nilai pH $4,91 \pm 0,02$; $4,67 \pm 0,02$; dan $4,54 \pm 0,02$. Kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* yang baik sebagai starter minuman fermentasi adalah 1:1 berdasarkan aktivitas pertumbuhan bakteri asam laktat dan pH.

Kata Kunci:

Kultur starter

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus plantarum

1. Pendahuluan

Susu merupakan cairan berwarna putih yang dihasilkan oleh kelenjar susu mamalia betina yang memiliki kandungan gizi lengkap karena memiliki komponen seperti protein, lemak, vitamin, mineral dan laktosa. Zat-zat dalam susu mempunyai perbandingan yang sempurna sehingga susu mudah dicerna dan sangat cocok untuk pertumbuhan, baik pertumbuhan manusia maupun pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme (Malaka, 2010). Salah satu cara meningkatkan daya konsumsi produk susu yaitu dengan pembuatan susu fermentasi. Susu fermentasi merupakan salah satu olahan susu menggunakan teknik fermentasi dengan bantuan bakteri (Afriani, 2010). Starter yang umum digunakan untuk produk fermentasi adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Sterptococcus termophilus*. Kedua jenis bakteri ini digunakan pada produk yogurt komersial yang banyak dipasarkan saat ini.

Balia, Chairunnisa, Rachmawan, & Wulandari (2011) menyatakan bahwa *L. acidophilus* memiliki sifat *therapeutic*, terutama untuk mengontrol gangguan pencernaan dan dapat bertahan hidup lama pada pH rendah diantara jenis bakteri *Lactobacillus* lainnya. Menurut Muhibbah (2011) *L. plantarum* mempunyai kemampuan untuk menghambat mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan daerah penghambatan terbesar dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya. Dengan demikian kombinasi dari kedua jenis bakteri probiotik tersebut dapat diperoleh kultur starter produk susu fermentasi yang lebih baik.

Perbandingan kombinasi yang tepat pada *L. plantarum* dan *L. acidophilus* perlu dilakukan agar diperoleh jenis starter yang memiliki karakteristik probiotik. Melalui penelitian ini akan dilihat perbedaan karakteristiknya (jumlah bakteri, kadar asam laktat dan pH) kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* yang nantinya akan digunakan sebagai starter minuman fermentasi maupun produk fermentasi lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* terhadap jumlah bakteri, kadar asam laktat dan pH yang digunakan sebagai kultur starter produk susu fermentasi.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol sampel, tabung reaksi, cawan petri, *erlenmeyer*, *micropipet* P1000 dan P200, *tip*, timbangan analitik, gelas ukur, inkubator, spatula, lemari pendingin, *autoclaf*, bunsen, J-2 *colony counter* dan *waterbath*.

Bahan yang digunakan adalah susu *full cream*, biakan bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* FNCC 0051, *MRS broth*, *MRS agar*, akuades, alkohol, spiritus, NaOH, indikator phenolphthalein (PP) dan lain-lain.

2.2. Metode

2.2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri atas susu rekonstitusi dengan inokulasi:

1. *L. plantarum* : *L. acidophilus* 1:1
2. *L. plantarum* : *L. acidophilus* 1:2
3. *L. plantarum* : *L. acidophilus* 2:1

2.2.2. Prosedur Penelitian

Pemeliharaan Kultur Bakteri

L. acidophilus dan *L. plantarum* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. *MRS-Broth* (deMan Rogossa and Sharpe-Broth) steril diinokulasi *L. acidophilus* dan *L. plantarum*. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18 jam (Abdullah, 2010).

Pembuatan Media Tumbuh

Media tumbuh yang digunakan adalah susu rekonstitusi 10 %. Selanjutnya masing-masing dimasukkan ke dalam botol sampel sebanyak 60 ml dan disterilasi pada suhu 121 °C selama 15 menit. Media dibiarkan dingin dan selanjutnya susu diinokulasi dengan kultur *L. acidophilus* : *L. plantarum* dengan perbandingan 1:1, 1:2 dan 2:1 sebanyak 3 % dan diinkubasi selama 18 jam pada suhu 37 °C.

2.2.3. Variabel yang Diamati

Pengujian Jumlah Bakteri

Pengujian jumlah bakteri dilakukan dengan metode *pour plate*. Sampel yang akan diuji diencerkan 10^{-1} - 10^{-8} . Satu ml sampel dari pengenceran 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Masing-masing pengenceran yang akan digunakan dibuat duplo. Masing-masing cawan petri tersebut yang telah diisi pengenceran ditambahkan

dengan MRS agar sekitar 15 ml kemudian cawan petri digoyang-goyangkan melingkar atau membentuk seperti angka delapan dengan tujuan agar bakteri menyebar rata. Agar tersebut didiamkan sampai memadat lalu diinkubasi pada inkubator pada suhu 37 °C selama 24 jam dalam keadaan terbalik (Fardias, 1993).

Pengukuran Kadar Asam Laktat (Metode Titirasi)

Keasaman dapat dianalisis dengan metode titrasi dengan NaOH 0,1 N dan phenolphthalein 1 % sebagai indikator (AOAC, 2010). Rumus yang digunakan adalah:

$$\% \text{ Keasaman} = \frac{\text{ml NaOH} \times (\text{NaOH}) \times 0,09}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

Pengukuran pH

pH meter dinyalakan dan dinetralkan selama 15-30 menit dan distandarisasi dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7. Elektroda pH meter kemudian dibilas dengan akuades lalu dikeringkan dengan kertas tisu. Sampel (susu rekonstitusi) dapat diukur setelah pH meter dikalibrasi. pH meter dicelup pada sampel lalu dibiarkan sampai angka pH meter stabil. Setelah dilakukan pengukuran, pH meter kemudian dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu (Nishihara, Shinoda, Kudou, & Shinoda, 1990).

2.3. Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini diolah dengan menggunakan Analisis Ragam berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan 5 ulangan. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Signifikan Differences*) (Gaspersz, 1991).

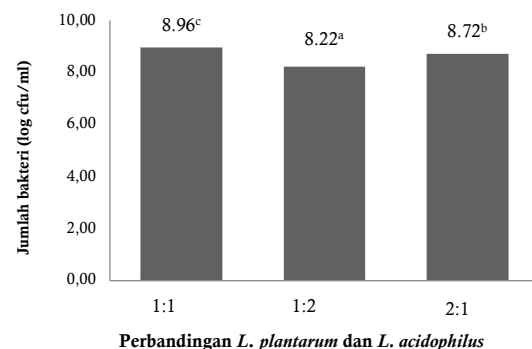
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL)

Jumlah populasi BAL dalam suatu produk susu fermentasi menjadi indikator kualitas mikrobiologis produk tersebut. Bakteri asam laktat merupakan jenis bakteri yang mampu memfermentasikan glukosa (C₆H₁₂O₆) untuk menghasilkan asam laktat (Zahro, 2014).

Gambar 1 menunjukkan bahwa kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap jumlah bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus*. Hasil uji lanjut LSD menunjukkan bahwa jumlah bakteri *L. plantarum* dan *L.*

acidophilus berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kombinasi *L. plantarum* dan *L. Acidophilus*. Jumlah bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* setelah inkubasi 18 jam berkisar antara 10^8 - 10^9 cfu/g. Jumlah bakteri dalam penelitian ini masuk dalam kisaran konsentrasi jumlah bakteri yang direkomendasikan untuk kesehatan. Konsentrasi tersebut dapat memberikan efek kesehatan pada manusia. Hasil penelitian ini juga masuk dalam kisaran yang direkomendasikan Sumanti, Kayaputri, Hanidah, Sukarminah, & Giovanni (2016) yaitu 10^8 - 10^{10} cfu/g dalam preparat kering.



Gambar 1. Jumlah bakteri asam laktat dengan mengkombinasikan *L. plantarum* dan *L. acidophilus* pada susu rekonstitusi. Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,1$).

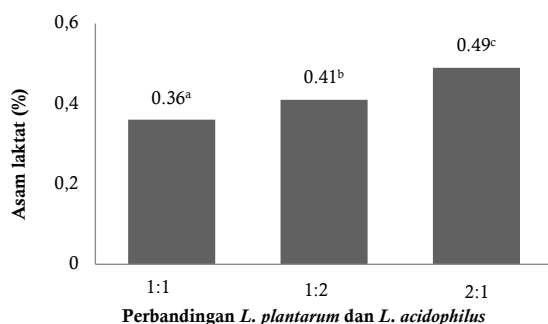
Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* (1:1) diperoleh jumlah bakteri yang cukup banyak yaitu $8,96 \times 10^8 \pm 5,80$ cfu/ml bila dibandingkan kombinasi (2:1) yaitu $8,22 \times 10^8 \pm 5,80$ cfu/ml dan (2:1) sebanyak $8,72 \times 10^8 \pm 5,80$ cfu/ml. Hal ini diduga karena masing-masing bakteri memiliki waktu yang berbeda-beda dalam membelah diri serta kemampuan adaptasi yang berbeda. Dalam kondisi kombinasi bakteri biasa terjadi daya saing dalam proses pertumbuhan. Afriani (2010) menyatakan bahwa waktu generasi dapat juga dikatakan sebagai selang waktu yang dibutuhkan oleh sel untuk membelah diri menghasilkan populasi menjadi dua kali lipat. Peningkatan koloni bakteri juga didukung oleh kandungan zat gizi makanan dan suhu.

L. plantarum dan *L. acidophilus* dalam kondisi tunggal memiliki jumlah bakteri berkisar antara $10^8 - 10^{13}$ cfu/ml. Hasil dari penelitian (Lukman, Afriani, & Suryono (2011) pada dadih mendapatkan jumlah bakteri asam laktat berkisar antara $5,4 \times 10^8 - 1,2 \times 10^9$ cfu/ml. Lebih lanjut, hasil penelitian Kumalasari, Legowo, & Al-Baarri (2013) menunjukkan total bakteri asam laktat susu

fermentasi yang dibuat dengan menggunakan bakteri probiotik berjumlah $3,91 \times 10^{11}$ cfu/ml. Sedangkan, pada penelitian Fatma, Soeparno, Nurliyani, Hidayat, & Taufik (2012) menyatakan bahwa whey dangeke berpotensi sebagai produk minuman fermentasi dengan penambahan *L. acidophilus* setelah diinkubasi selama 16 jam, penambahan level inokulum 5 % dan penambahan level tapioka 0,35 % dengan jumlah bakteri 8,98 cfu/ml.

3.2. Kadar Asam Laktat

Hasil perhitungan kandungan asam laktat kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* menggunakan metode titrasi disajikan pada Gambar 2. Hasil pengukuran asam laktat menunjukkan bahwa kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan asam laktat. Hasil uji lanjut LSD menunjukkan bahwa kandungan asam laktat berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) pada setiap kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus*.



Gambar 2. Kandungan asam laktat kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus*. Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$).

Kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 1:1 menghasilkan nilai kandungan asam laktat yang sangat rendah yaitu $0,36 \pm 0,008$ bila dibandingkan kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 1:2 yaitu $0,41 \pm 0,008$ serta kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 2:1 yaitu $0,49 \pm 0,008$. Hal ini disebabkan adanya perbandingan bakteri, yang mengakibatkan kinerja dari bakteri tersebut saling berlawanan. Sesuai dengan penelitian Noor, Cahyanto, Indrati, & Sardjono (2017) bahwa kecepatan pertumbuhan *L. plantarum* dapat tumbuh baik pada substrat yang kaya akan nutrisi seperti (MRS-broth) dibandingkan bakteri probiotik lainnya.

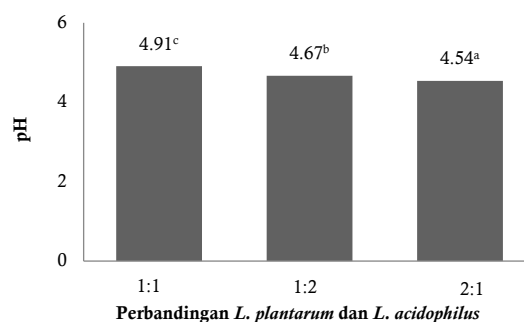
Peningkatan asam laktat terjadi sebagai akibat aktivitas bakteri yang memecah karbohidrat yang ada dalam susu menjadi

asam-asam organik terutama asam laktat. Dalam kondisi starter tunggal umumnya diperoleh kandungan asam laktat berkisar antara 0,35 – 0,38 %. Hidayati (2010) melaporkan bahwa kandungan asam laktat yang dihasilkan pada produk fermentasi *L. plantarum* pada media susu kedelai yaitu 0,33 %. Kandungan asam laktat pada produk fermentasi *Lactobacillus* berkisar 0,33 – 0,35 % (Lukman et al., 2011). Menurut Badan Standardisasi Nasional Indonesia (2009), kadar asam laktat susu fermentasi berkisar antara 0,5 – 2,0 %.

Jika salah satu spesies bakteri mendominasi maka terjadi peningkatan nilai asam laktat yang dihasilkan terutama pada penggunaan *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 2:1. Hal ini disebabkan oleh karena *L. acidophilus* bersifat homofermentatif dimana dalam proses fermentasi hanya memproduksi asam laktat, sehingga nilai kadar asam laktat lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Rosiana & Armansyah (2013) yang menyatakan tinggi rendahnya kadar asam laktat dalam produk susu fermentasi dipengaruhi oleh jumlah dan jenis starter yang digunakan.

3.3. Nilai pH

Nilai pH produk fermentasi berkaitan erat dengan kandungan asam laktatnya. Balia et al. (2011) menyatakan bahwa proses fermentasi menyebabkan keasaman tertitrasi meningkat sehingga mengakibatkan penurunan pH. Selama proses fermentasi bakteri asam laktat akan memanfaatkan karbohidrat yang ada hingga terbentuk asam laktat, hingga terjadi penurunan nilai pH dan peningkatan keasaman (Hidayat, Kusrahayu, & Mulyani, 2013).



Gambar 3. Nilai pH kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus*. Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$).

Gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* berpengaruh sangat nyata

($P < 0,01$) terhadap nilai pH. Hasil uji lanjut LSD nyata menunjukkan bahwa nilai pH berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) pada setiap kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 1:1 menghasilkan nilai pH yaitu $4,91 \pm 0,02$ sedangkan kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 1:2 yaitu $4,67 \pm 0,02$ serta kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* 2:1 yaitu $4,54 \pm 0,02$. Hasil ini masih sesuai dengan SNI yogurt yang berkisar antara 0,5–2,0%. Nilai pH berbanding terbalik dengan nilai asam laktat sehingga dengan semakin tinggi nilai asam laktat maka semakin rendah nilai pH. Hal ini sesuai dengan pendapat Kumalasari et al. (2013) menyatakan semakin rendah tingkat keasaman suatu bahan pada larutan maka semakin kecil kecenderungan untuk melepaskan proton (ion H^+) sehingga pH naik.

Nilai pH yang terukur bergantung pada sifat-sifat asam organik yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL). Selama fermentasi, asam laktat adalah asam organik utama yang dihasilkan sehingga terjadi penurunan pH. Zubaidah, Martati, & Resmanto (2014) menyatakan fermentasi oleh asam laktat (BAL) ditandai dengan peningkatan asam organik yang diiringi dengan penurunan pH.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* mempengaruhi jumlah bakteri asam laktat, kandungan asam laktat dan nilai pH. Kandungan asam laktat berbanding terbalik dengan kondisi pH. Kombinasi bakteri *L. plantarum* dan *L. acidophilus* yang baik sebagai starter minuman fermentasi adalah 1:1 berdasarkan aktivitas pertumbuhan bakteri asam laktat dan pH.

Daftar Pustaka

- Abdullah, N. A. B. (2010). *Effect of pH and Ionic strength on permeate flux during separation of Lactobacillus plantarum by using hollow fiber crossflow microfiltration*. Universiti Malaysia Pahang.
- Afriani. (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 Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 13(6), 279–285.

- AOAC. (2010). *Official methods of analysis of AOAC International* (W. Horwitz, Ed.). Gaithersburg (Maryland): AOAC International, 1997.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2009). SNI 2981:2009, Yoghurt. Retrieved April 28, 2019, from <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/8111>
- Balia, R. L., Chairunnisa, H., Rachmawan, O., & Wulandari, E. (2011). Derajat keasaman dan karakteristik organoleptik produk fermentasi susu kambing dengan penambahan sari Kurma yang diinokulasikan berbagai kombinasi starter bakteri asam laktat. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 11(1), 49–52. <https://doi.org/10.24198/jit.v11i1.411>
- Fardias, S. (1993). *Analisa Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Fatma, Soeparno, Nurliyani, Hidayat, C., & Taufik, M. (2012). Karakteristik whey limbah Dangke dan potensinya sebagai produk minuman dengan menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051. *Agritech*, 32(4), 352–361.
- Gaspersz, V. (1991). *Metode dan Rancangan Percobaan*. Bandung: Americo.
- Hidayat, I. R., Kusrahayu, & Mulyani, S. (2013). Total bakteri asam laktat, nilai pH dan sifat organoleptik drink yoghurt dari susu sapi yang diperkaya dengan ekstrak buah mangga. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 160–167.
- Hidayati, D. (2010). Pola pertumbuhan bakteri asam laktat selama fermentasi susu kedelai. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(2), 72–76.
- Kumalasari, K. E. D., Legowo, A. M., & Al-Baarri, A. N. (2013). Total bakteri asam laktat, kadar laktosa, pH, keasaman, kesukaan drink yogurt dengan penambahan ekstrak buah kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(4), 165–168.
- Lukman, H., Afriani, & Suryono. (2011). Karakteristik dadih susu sapi hasil fermentasi beberapa starter bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih asal Kabupaten Kerinci. *Agrinak*, 1(1), 36–42.
- Malaka, R. (2010). *Pengantar Teknologi Susu*. Makassar: Masagena Press.

- Muhibbah, R. (2011). *Potensi Lactobacillus plantarum sebagai probiotik secara in vitro: Kajian ketahanan terhadap asam, garam empedu dan penghambatan terhadap bakteri patogen*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Nishihara, C., Shinoda, S., Kudou, Y., & Shinoda, T. (1990). Methods for microbiological examination. In *Pharmaceutical Society of Japan (ed), Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists with Commentary* (pp. 142–233). Japan: Kanahara Publishing Co.
- Noor, Z., Cahyanto, M. N., Indrati, R., & Sardjono. (2017). Skrining *Lactobacillus plantarum* penghasil asam laktat untuk fermentasi Mocaf. *Agritech*, 37(4), 437–442. <https://doi.org/10.22146/agritech.18821>
- Rosiana, E., & Armansyah, T. (2013). Kadar asam laktat dan derajat asam kefir susu kambing yang di fermentasi dengan penambahan gula dan lama inkubasi yang berbeda. *Jurnal Medika Veterinaria*, 7(2), 87–90.
- Sumanti, D., Kayaputri, I. L., Hanidah, I., Sukarminah, E., & Giovanni, A. (2016). Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *JP2 (Jurnal Penelitian Pangan)*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/10.24198/jp2.2016.vol1.1.02>
- Zahro, F. (2014). *Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat asal fermentasi karkisa ungu (Passiflora edulis var. sims) sebagai penghasil eksopolisakarida*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Zubaidah, E., Martati, E., & Resmanto, A. M. (2014). Pertumbuhan isolat BAL asal bekatul dan probiotik komersial (*Lactobacillus acidophilus* dan *Lactobacillus casei*) pada media bekatul dan susu skim. *Jurnal Bioteknologi Dan Biosains Indonesia*, 1(1), 27–37.