

Evaluasi Profil Protein Yoghurt Set dengan Penambahan Pati Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Waktu Inkubasi Yang Berbeda

Dewiarum Sari*

Teknologi Pegolahan Hasil Ternak, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

*Correspondence Author: dewiarum@poliwangi.ac.id

Article Info	Abstrak
<p>Article history: Received 22 Mei 2023 Received in revised form 04 Juni 2023 Accepted 24 September 2023</p> <p>DOI: https://doi.org/10.32938/ja.v8i4.4475</p> <p>Keywords: Profil Protein, SDS-PAGE, Yoghurt Set</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari profil protein yoghurt set dengan penambahan pati kimpul pada waktu inkubasi berbeda yang dianalisis menggunakan metode SDS-PAGE. Perlakuan terdiri dari 16-unit percobaan yaitu konsentrasi pati kimpul ($P_0 = 0\%$, $P_1 = 1\%$, $P_2 = 2\%$, dan $P_3 = 3\%$) dan waktu inkubasi ($L_1 = 24$ jam, $L_2 = 32$ jam, $L_3 = 40$ jam, dan $L_4 = 48$ jam). Berdasarkan hasil penelitian profil protein menggunakan spektrofotometer menghasilkan yoghurt set dengan penambahan pati kimpul dengan waktu inkubasi berbeda berkisar antara 0,82 mg/ml – 3,04 mg/ml. Nilai terendah yaitu P_1 penambahan pati kimpul 1% dengan waktu inkubasi L_4 yaitu 48 jam, sedangkan nilai tertinggi yaitu P_3 penambahan pati kimpul 3% dengan waktu inkubasi L_3 yaitu 40 jam. Profil protein yoghurt set dengan konsentrasi penambahan pati kimpul dan waktu inkubasi yang berbeda ditemukan 5-8 pita protein. Analisis profil protein yoghurt set yang memiliki pita protein terendah yaitu yoghurt set dengan penambahan pati kimpul sebanyak 3% dengan waktu inkubasi 32 jam atau P_3L_2 ditemukan 5 pita protein yaitu 138,06 kDa, 108,85 kDa, 96,39 kDa, 87,12 kDa, dan 44,02 kDa.</p>

1. Pendahuluan

Susu sapi merupakan cairan yang dihasilkan melalui proses pemerahan dari ternak sapi perah. Komponen utama susu terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Protein pada susu tidak selalu aktif dan akan aktif apabila ada aktivitas proteolitik yang mengubah protein menjadi molekul yang lebih kecil dan aktif. Bakteri asam laktat mampu menghidrolisis kasein menjadi molekul protein yang lebih kecil (peptida) dan diduga mampu mengaktifkan fungsi dari protein (Ramchandran *et al.*, 2009). Salah satu cara mengaktifkan protein tersebut yaitu melalui proses fermentasi susu yakni dijadikan produk yoghurt set.

Yoghurt set merupakan produk susu koagulasi bersifat probiotik yang dihasilkan dari fermentasi asam laktat dalam susu oleh bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus*. Keberadaan probiotik yang ditambahkan ke dalam pangan dapat meningkatkan kesehatan manusia serta dapat meningkatkan kualitas yoghurt set yang diinginkan (Sari *et al.*, 2019).

Proses pembuatan yoghurt set sering kali mengalami kerusakan disebabkan oleh penurunan pH hingga titik isoelektrik, juga dapat memicu penurunan daya ikat air. Penurunan daya ikat air menyebabkan yoghurt set menjadi rentan terhadap sineresis, yaitu kerusakan fisik akibat pemisahan cairan whey dari gel yang dapat mengurangi kualitas yoghurt set (Adams dan Moss, 2008). Salah satu dari evaluasi untuk meningkatkan kualitas yoghurt set adalah dengan penambahan *stabilizer* untuk mengatasi masalah tersebut.

Umbi kimpul merupakan tanaman talas-talasan yang mempunyai nama ilmiah yaitu *Xanthosoma sagittifolium* (Rodriguez *et al.*, 2009). Kimpul merupakan sumber karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pati, kandungan karbohidratnya sekitar 70-80%. Salah satu keunggulan kimpul yaitu adanya kandungan senyawa bioaktif yang merupakan senyawa diosgenin. Senyawa diosgenin tersebut bermanfaat sebagai anti kanker, menghambat proliferasi sel, dan memiliki efek hipoglikemik (Jatmiko dan Estiasih, 2014). Penambahan pati ke dalam yoghurt set berfungsi untuk mengurangi kerusakan fisik pada yoghurt set serta menjadi makanan bagi bakteri asam laktat sehingga memberikan efek kesehatan bagi manusia.

Waktu inkubasi merupakan salah satu parameter untuk menentukan keberhasilan bakteri asam laktat dalam memproduksi metabolit primer dan metabolit sekunder selama proses fermentasi (Athar *et al.*, 2000). Lucey (2002) menyatakan bahwa suhu fermentasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan fisik yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas yoghurt set.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan pati kimpul dan waktu inkubasi berbeda dalam pembuatan yoghurt set untuk meningkatkan kualitas produk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah dalam pengembangan produk pangan fungsional yaitu yoghurt set untuk mendapatkan profil protein yoghurt set dengan komposisi yang tepat sesuai dengan penambahan pati kimpul dengan waktu inkubasi terbaik.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan susu sapi segar, umbi kimpul, starter bakteri terdiri dari *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus*. Perlakuan terdiri dari 16 unit percobaan yaitu P_0L_1 (0% tanpa penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 24 jam), P_1L_1 (1% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 24 jam), P_2L_1 (2% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 24 jam), P_3L_1 (3% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 24 jam), P_0L_2 (0% tanpa penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 32 jam), P_1L_2 (1% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 32 jam), P_2L_2 (2% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 32 jam), P_3L_2 (3% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 32 jam), P_0L_3 (0% tanpa penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 40 jam), P_1L_3 (1% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 40 jam), P_2L_3 (2% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 40 jam), P_3L_3 (3% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 40 jam), P_0L_4 (0% tanpa penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 48 jam), P_1L_4 (1% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 48 jam), P_2L_4 (2% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 48 jam), dan P_3L_4 (3% penambahan pati kimpul, waktu inkubasi 48 jam). Pengujian profil protein menggunakan SDS-PAGE di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya, Malang.

2.1 Isolasi Protein

Sampel yoghurt set sebanyak 1 ml ditambah 4mM PBS-Tween-PMSF sebanyak 5 kali volume, campuran larutan di sonifikasi dengan amplitud 20% selama 10 menit. Sentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm dengan suhu 4°C selama 15 menit. Supernatan ditambahkan larutan etanol dingin dengan perbandingan 1:1, kemudian disimpan pada suhu 4°C selama 12 jam. Sampel disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm dengan suhu 4°C selama 15 menit. Pelet dikeringkan sampai etanol hilang, lalu tambahkan dengan Tris-HCl pH 6,8 dengan perbandingan 1:1, kemudian disimpan pada suhu -20°C apabila tidak langsung digunakan.

2.2 Analisis SDS-PAGE

Seperangkat alat SDS-PAGE yang digunakan dengan sistem discontinuous pada separating gel 15%. Metode elektroforesis berdasarkan metode Laemmli. Sampel protein yang sudah diukur proteinnya dengan Nanospektro, kemudian ditambahkan Tris-Cl pH 6,8 dan Reducing Sample Buffer dengan perbandingan 1:1. Sampel dipanaskan pada suhu 100°C selama 5 menit, kemudian running elektroforesis dilakukan pada constant current 200 mA. Distribusi pita diketahui dengan pewarnaan gel *Coomassie Brilliant Blue* (CBBR-250), lalu dihitung berat molekul pita protein hasil elektroforesis tersebut dan difoto. Ditentukan dengan mengukur mobilitas molekul protein dalam gel poliakrilamid berdasarkan kurva standar berat molekul dari protein standar. Analisis profil protein dilakukan dengan menghitung densitas pita protein yang terlihat dalam gel dengan *Software Quantity One* (Khoiriyah dan Fatchiyah, 2013).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi Protein

Proses pembuatan yoghurt set menggunakan starter bakteri terdiri dari *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus* sebanyak 2%. Bakteri tersebut mempunyai peran masing-masing dalam proses fermentasi. Pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* dirangsang oleh asam dan CO₂ yang dihasilkan oleh bakteri *Streptococcus thermophilus* tersebut. Aktivitas proteolitik dari bakteri *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan peptida penstimulasi dan asam amino untuk dapat dipakai oleh bakteri *Streptococcus thermophilus*. Mikroorganisme tersebut sepenuhnya bertanggung jawab atas pembentukan rasa dan tekstur yoghurt (Goff, 2003). *Lactobacillus bulgaricus* berperan dalam pembentukan aroma, sedangkan *Streptococcus thermophilus* lebih berperan dalam pembentukan cita rasa. Cita rasa yang khas timbul dari yoghurt akibat adanya asam laktat, asam asetat, karbonil asetaldehida, aseton, dan diasetil (Artini et al., 2015).

Bakteri asam laktat membelah diri pada fase logaritmik dimana fase tersebut bakteri asam laktat melaju dengan cepat untuk pertumbuhan. Faktor pertumbuhan dipengaruhi oleh nilai pH, kandungan nutrisi bahan, suhu, dan kelembaban udara (Yuliana, 2008). Hasil penelitian Karitas dan Fatchiyah (2013) menjelaskan bahwa laju kurva pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* secara berturut memiliki laju pertumbuhan sebesar 0,02, 0,03 dan 0,06 generasi/jam. Ghaly et al., (2003) menambahkan bahwa laju pertumbuhan bakteri asam laktat mampu mencapai 0,14 generasi/jam.

3.2 Hasil Analisis Profil Protein Menggunakan SDS-PAGE

Berdasarkan hasil penelitian profil protein menggunakan SDS-PAGE menghasilkan yoghurt set dengan penambahan pati kimpul dengan waktu inkubasi berbeda berkisar antara 0,82 mg/ml – 3,04 mg/ml. Nilai terendah yaitu P₁ penambahan pati kimpul 1% dengan waktu inkubasi L₄ yaitu 48 jam, sedangkan nilai tertinggi yaitu yaitu P₃ penambahan pati kimpul 3% dengan waktu inkubasi L₃ yaitu 40 jam. Sodiq dan Abidin (2008) menjelaskan bahwa kandungan protein pada yoghurt merupakan jumlah total bahan yang digunakan pada proses pembuatan yoghurt seperti susu, protein dari bahan tambahan pangan lain serta protein dari bakteri asam laktat. Protein akan dihidrolisis menjadi komponen terlarut untuk keperluan pembentukan protein sel bakteri asam laktat selama proses fermentasi.

Hasil analisa profil protein yoghurt set dengan penambahan pati kimpul dengan waktu inkubasi yang berbeda menunjukkan profil yang berbeda. Profil protein menggunakan SDS-PAGE dapat dilihat pada Gambar 1. Penentuan berat molekul dilakukan dengan bantuan marka atau penanda. Profil protein ditentukan berat molekul dengan bantu marka atau penanda (Susanti dan Hidayat, 2016). Cavalli et al. (2006) menyatakan bahwa untuk menentukan berat molekul protein dilakukan dengan menghitung Rf dari masing-masing pita dari marka yang sudah diketahui berat molekulnya menggunakan rumus Rf. Pemisahan protein dilakukan pada gel poliakrilamid 15%, karena konsentrasi gel tersebut digunakan untuk memisahkan protein dengan berat molekul kurang dari 50 kDa sehingga protein target 30-60 kDa dapat dilihat menggunakan gel tersebut (Hames and Rickwood, 1990). Gambar profil protein yoghurt set dengan penambahan pati kimpul dan waktu inkubasi berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.

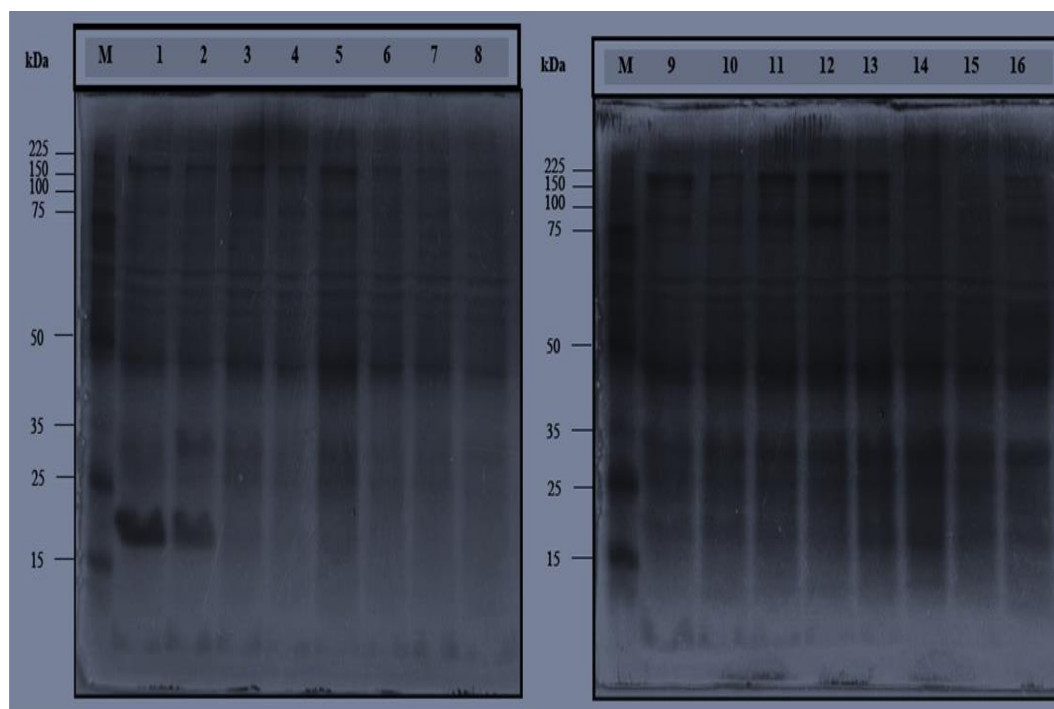
Analisis profil protein pada yoghurt set terlihat pita protein dengan mobilitas terendah sampai tertinggi terletak pada berat molekul 16,75-145,30 kDa (Gambar 1). Pita protein yoghurt set yang memiliki pita 145,30 kDa yaitu P₁L₃ dan P₀L₄, sedangkan pita protein yang memiliki pita 16,75 kDa yaitu P₃L₄. Hal ini sesuai pendapat Khoiriyah dan Fatchiyah (2013) yang menyatakan bahwa waktu inkubasi yang semakin lama maka kadar protein mengalami penurunan, hal ini dapat disebabkan adanya aktivitas katabolisme bakteri asam laktat dalam memecah protein menjadi peptida sehingga berat molekul yang dihasilkan pada pembuatan yoghurt set semakin menurun.

Adanya perbedaan profil protein diduga disebabkan karena adanya aktivitas enzim protease hasil sintesis bakteri asam laktat yang dapat mengubah protein menjadi peptida yang lebih sederhana dan adanya perbedaan pita profil diduga karena adanya proses antara gugus karbon gula reduksi dengan gugus amino bebas protein dalam reaksi maillard sehingga dapat membentuk berat molekul yang dihasilkan lebih berat. Diftis dan Kiosseoglou (2006) menjelaskan bahwa pada reaksi maillard antara protein dengan polisakarida berupa pati menghasilkan berat molekul protein yang lebih tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil reaksi maillard yaitu waktu pemanasan, pH, aktivitas air, dan rasio perbandingan gugus asam amino dengan gula reduksi (Van Boekel, 2001).

Profil protein yoghurt set dengan konsentrasi penambahan pati kimpul yang berbeda dan waktu inkubasi berbeda ditemukan 5-8 pita protein. Hasil elektroforesis pita protein pada yoghurt set menghasilkan 8 pita protein dengan berat molekul marker atau penanda yaitu 225 kDa, 150 kDa, 100 kDa, 75 kDa, 50 kDa, 35 kDa, 25 kDa dan 15 kDa. Karitas dan Fatchiyah (2013), berat molekul 30-60 kDa terdiri dari protein kasein α -kasein, β -kasein dan K-kasein. Protein kasein yang ditemukan dalam penelitian ini berkisar antara 30-50 kDa yaitu hasil penghitungan berat molekul pada masing-masing sampel. Pada profil protein yoghurt set yang memiliki pita protein terendah yaitu yoghurt set dengan penambahan pati kimpul sebanyak 3% dengan waktu inkubasi 32 jam atau P₃L₂ ditemukan 5 pita protein yaitu 138,06 kDa, 108,85 kDa, 96,39 kDa, 87,12 kDa dan 44,02 kDa. Hasil penelitian Susanti dan Hidayat (2016) menjelaskan protein susu merupakan komponen molekuler yang terdiri dari 5 kategori yaitu kasein, protein whey, protein globula lemak susu, enzim, dan protein minor.

Protein utama yaitu terdiri dari kasein dan protein whey. Kasein terfraksinasi menjadi α , β , dan k-kasein, sementara whey termasuk α -laktalbumin, β -laktoglobulin, *bovine serum albumin* (BSA) dan immunoglobulin (Ig). Laktoferin memiliki berat molekul 80 kDa dan laktoferoksidase 70 kDa. Protein pada susu dengan berat molekul 37 kDa yaitu α -kasein, 33 kDa yaitu β -kasein, 46 kDa yaitu k-kasein, 18 kDa yaitu β -laktoglobulin dan 14 kDa yaitu α -laktalbumin. Susu sapi memiliki protein α -kasein dengan berat molekul dominan yaitu 38 kDa dan berat olekul 45 kDa yaitu k-kasein, sedangkan susu kambing pada berat molekul (BM) 30-50 kDa yaitu k-kasein yang paling dominan. Berat molekul 30-38 kDa yaitu α -S1 kasein dan berat molekul 36 kDa yaitu α -S2 kasein (Karitas dan Fatchiyah, 2013; Nitsche, 2011; Tay and Gam, 2011; Khoiriyah dan Fatchiyah, 2013). Ketebalan pita protein pada hasil analisis SDS-PAGE disebabkan karena konsentrasi protein. Semakin tinggi konsentrasi protein maka pita protein yang dihasilkan akan jelas dan tebal dan konsentrasi protein yang rendah maka pita protein yang dihasilkan akan tampak tipis. Semakin banyak pita protein yang

terbentuk maka jenis protein penyusun bahan semakin banyak (Widjiati *et al.*, 2008). Oberman (1985) menjelaskan bahwa tujuan fermentasi susu yaitu untuk memperbaiki citarasa, meningkatkan nutrisi dan memberikan nilai tambah dan memperpanjang masa simpan. Selama proses inkubasi akan terjadi perubahan fisik seperti kekentalan, komponen zat gizi dan adanya produksi metabolit primer dan sekunder. Selama proses inkubasi dengan adanya aktivitas enzim dari mikroba, komponen lainnya seperti pati, lemak, protein, zat toksik dan senyawa lainnya akan dipecah oleh mikroba. Adamberg *et al.* (2003) menjelaskan bahwa bakteri asam laktat akan memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, selanjutnya glukosa diubah menjadi asam laktat. BAL mempunyai enzim β -galaktosidase dan laktat dehydrogenase (LDH) yang akan menghasilkan asam laktat dari laktosa susu pada saat proses fermentasi (Innocente *et al.*, 2016). Lan *et al.* (2016) menjelaskan bahwa laktosa pada susu akan masuk ke dalam sel BAL melalui permease, kemudian enzim β -galaktosidase memutuskan ikatan glikosida pada laktosa sehingga menghasilkan glukosa dan galaktosa sehingga semakin tinggi produksi asam laktat.



Gambar 1. Profil protein M adalah Marker (penanda berat molekul protein); (1) P₀L₁, (2) P₁L₁, (3) P₂L₁, (4) P₃L₁, (5) P₀L₂, (6) P₁L₂, (7) P₂L₂, (8) P₃L₂, (9) P₀L₃, (10) P₁L₃, (11) P₂L₃, (12) P₃L₃, (13) P₀L₄, (14) P₁L₄, (15) P₂L₄, dan (16) P₃L₄.

4. Simpulan

Analisis profil protein pada yoghurt set terlihat pita protein dengan mobilitas terendah sampai tertinggi terletak pada berat molekul 16,75-145,30 kDa. Pita protein yoghurt set yang memiliki pita 145,30 kDa yaitu P₁L₃ dan P₀L₄, sedangkan pita protein yang memiliki pita 16,75 kDa yaitu P₃L₄. Profil protein yoghurt set dengan konsentrasi penambahan pati kimpul yang berbeda dan waktu inkubasi berbeda ditemukan 5-8 pita protein. Hasil elektroforesis pita protein pada yoghurt set menghasilkan 8 pita protein dengan berat molekul marker atau penanda yaitu 225 kDa, 150 kDa, 100 kDa, 75 kDa, 50 kDa, 35 kDa, 25 kDa dan 15 kDa. Pada profil protein yoghurt set yang memiliki pita protein terendah yaitu yoghurt set dengan penambahan pati kimpul sebanyak 3% dengan waktu inkubasi 32 jam atau P₃L₂ ditemukan 5 pita protein yaitu 138,06 kDa, 108,85 kDa, 96,39 kDa, 87,12 kDa, dan 44,02 kDa.

Pustaka

- Adamberg, K., Kask, S., Laht, T.M., and Paalme, T. 2003. *The Effect of Temperature and pH on the Growth of Lactic Acid Bacteria: A pHaustostat Study. International Journal of Food Microbiology.* 85 (1-2): 171-13.
- Adams, M.R. and Moss, M.O. 2008. *Food Microbiology 2nd Edition. The Royal Society of Chemistry.* Cambridge.
- Arifin, m., Oktaviana, A.Y., Wihansah R.R.S., Yusuf M., Rifkan R., Negara J.K., Sio A.k. 2016. Kualitas fisik, kimia dan mikrobiologi susu kambing pada waktu pemerahan yang berbeda di peternakan Cangkurawok, Balubang Jaya, Bogor.
- Artini, N.P.R., Manuaba, I.B.P., dan Wirajana, I.N. 2015. Variasi Konsentrasi Buah Asam (*Tamarindus indica* L.) dan Susu Skim Terhadap Kualitas Yoghurt Kunir Asam. *Cakra Kimia.* 3 (2): 63-74.
- Athar, I.H., Shah, M.A., and Khan, U.N. 2000. *Effect of Various Stabilizers on Whey Separation (Syneresis) and Quality of Yoghurt. Pakistan Journal of Biological Sciences.* 3: 1336-1338.
- Cavalli, S.V., Silva, S.V., Cimino, C., Malcata, F.X., and Priolo, N. 2006. *Hydrolysis of Caprine and Ovine Milk Proteins, Brought about by Aspartic Peptidases from Silybum marianum flowers. Argentina-Protugal.* pp. 1-7.
- Diftis, N. and Kiosseoglou, V. 2006. *Stability Against Heat-induced Aggregation of Emulsions Prepared with a Dry-heated Soy Protein Isolate-dextran Mixture. J Food Hydrocolloids.* 20(6): 787-792.
- Ghaly, A.E., Tango, M.S.A., and Adams, M.A. 2003. *Enhanced Lactic Acid Production from Cheese Whey with Nutrient Supplement Addition. Journal of Scientific Research and Development.* 5: 1-20.
- Goff, D. 2003. *Yoghurt, Dairy Science, and Technology.* University of Guelph. Canada.
- Hames and Rickwood. 1990. *Gel Electrophoresis of Proteins a Practical Approach. Thrid Edition.* Oxford University Press. New York.
- Innocente, N., Biasutti, M., Rita, F., Brichese, R., Comi, G. 2016. *Effect of Indigenous Lactobacillus rhamnosus Isolated from Bovine Milk on Microbiological Characteristics and Aromatic Profile of Traditional Yogurt. LWT - Food Science and Technology.* 66: 158-164.
- Jatmiko, G.P. dan Estiasih. T. 2014. Mie Dari Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*): Kajian Pustaka Noodles from Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*): A Review. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2 (2): 127-134.

- Karitas, M.U. dan Fatchiyah, F. 2013. Profil Protein 30-60 kDa pada Yogurt hasil Fermentasi Susu Kambing Peranakan Etawa dengan Kultur Tunggal. *Jurnal Biotropika*. 1 (2):65-29.
- Khoiriyah, L.K. dan Fatchiyah, F. 2013. Karakter Biokimia dan Profil Protein Yoghurt Kambing PE Difermentasi Bakteri Asam Laktat (BAL). *J. Exp. Life Sci.* 3 (1): 1-6.
- Lan, R.X., Koo, J.M., Kim, I.H. 2016. *Effects of Lactobacillus acidophilus Supplementation Indifferent Energy and Nutrient Density Diets on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Characteristics, Fecal Microbiota Shedding, and Fecal Noxious Gas Emission in Weaning Pigs. Animal Feed Science and Technology*. 219: 181-188.
- Lucey, J.A. 2002. *Formation and Physical Properties of Milk Protein Gel. Journal Dairy Science*. 85: 281-294.
- Nitsche, R. 2011. *Milk Protein Analysis with The Agilent 2100 Bioanalyzer and The Agilent Protein 80 Kit*. Agilent Technologies, Inc. Germany.
- Oberman, H. 1985. *Microbiology of Fermented Food. Elsevier Applied Sci.* Published. London and New York. pp. 25-29.
- Ramchandran, L., Sciences, H., and Campus, W. 2009. *Low-Fat Yoghurt as Influenced by Fat Replacer*. Faculty of Health, Engineering and Science Victoria University. Australia.
- Rodriguez, L., Peniche, I., Preston, T.R., and Peters, K. 2009. *Nutritive Value for Pigs of New Cocoyam (Xanthosoma sagittifolium); Digestibility and Nitrogen Balance with Different Proportions of Fresh Leaves and Soybean Meal In A Basal Diet of Sugar Cane Juice. Livestock Research for Rural Development*. 21 (1): 1-12.
- Sari, D., Thohari, I. and Purwadi. 2019. *The Effect of Adding Kimpul Starch (Xanthosoma sagittifolium) into Set Yoghurt with Different Incubation Time on the Chemical, Microbiological and Microstructural Quality. International Research Journal of Advanced Engineering and Science*. 4 (2): 225-230.
- Sodiq, A. dan Abidin, Z. 2008. Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Susanti, R. dan Hidayat, E. 2016. Profil Protein Susu dan Produk Olahannya. *Jurnal MIPA*. 39 (2):98-106.
- Tay, E.P. and Gam, L.H. 2011. *Proteomic of Human and The Domestic Bovine and Caprine Milk. AsPac Journal of Molecular Biology Biotechnology*. 19 (1):45-53.
- Temesgen, M. 2015. Effect Of Application of Stabilizers on Gelation an Syneresis in Yoghurt. *Food Science and Quality Management*. 37 (2): 90-102.
- Van Boekel, M.A.J.S. 2001. *Kinetic Aspects of The Maillard Reaction: A Critical Review. Journal Nahrung*. 45 :150-159.
- Widjiati, Zaenal, dan Lianny. 2008. Identifikasi Growth Differentiation Factor-9 (GDF-9) Pada Oosit Sapi Yang Dimaturasi Secara In Vitro Dengan Metode Elektroforesis. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 3 (2):64-71.
- Yuliana, I., Roza, R.M., dan Martina, A. 2010. Isolasi dan Seleksi Bakteri Asam Laktat dari Yoghurt Kemasan yang Bersifat Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. FMIPA UR. Pekanbaru.