

PENGARUH SUHU DAN LAMA PENGERINGAN PROSES ENKAPSULASI PADA WHEY TERHADAP JUMLAH MIKROBA DAN NILAI pH

Kamelia Oktafiyanti¹, Umi Kalsum², M. Farid Wajidi²

¹Program S1 Peternakan, ²Dosen Peternakan Universitas Islam Malang

E-mail : kameliaoktafiyanti@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama pengeringan pada proses enkapsulasi Bakteri Asam Laktat dalam whey terhadap jumlah mikroba dan nilai pH. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01-30 November 2021 di Laboratorium Pangan 2, Fakultas Peternakan UNISMA. Materi yang digunakan adalah Whey keju, *de Man Rogosa Sharpe* Agar, tepung maizena, maltodekstrin, dan ZA. Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, oven, inkubator 37°C, autoklaf, Colony Counter, pH meter, dan cawan petri. Metode penelitian ini dilakukan dengan eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola Faktorial dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor yang diamati yaitu faktor suhu (40°C dan 50°C) dan faktor Lama Pengeringan (5 jam, 6 jam, dan 7 jam). Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah mikroba dan nilai pH. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA). Uji lanjutan menggunakan jarak berganda (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi suhu dan lama pengeringan proses enkapsulasi whey berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah mikroba dan nilai pH ($P < 0,01$). Rataan mikroba yaitu $S_{40L_5} = 1,5 \times 10^7$ ^c, $S_{40L_6} = 2,6 \times 10^6$ ^b, $S_{40L_7} = 4,9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_5} = 4,9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_6} = 1,2 \times 10^6$ ^b, dan $S_{50L_7} = 2,1 \times 10^6$ ^b. Rataan nilai pH diperoleh $S_{40L_5} = 4,57$ ^{bc}, $S_{40L_6} = 4,59$ ^c, $S_{40L_7} = 4,60$ ^c, $S_{50L_5} = 4,56$ ^b, $S_{50L_6} = 4,47$ ^a, $S_{50L_7} = 4,45$ ^a. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi suhu dan lama pengeringan proses enkapsulasi whey terhadap jumlah mikroba dan nilai pH. Kombinasi suhu dan lama pengeringan terbaik terdapat pada perlakuan S_{40L_5} (suhu 40°C lama pengeringan 5 jam) untuk jumlah mikroba terbanyak. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan terkait pemanfaatan whey keju sebagai aditif pakan ternak.

Kata kunci : Enkapsulasi, probiotik, whey keju, bakteri Asam Laktat, nilai pH

THE EFFECT OF TEMPERATURE AND DRYING TIME OF ENCAPSULATION OF WHEY ON THE NUMBER OF MICROBASES AND pH VALUE

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of temperature and drying time on the encapsulation process of Lactic Acid Bacteria in whey on the number of microbes and the pH value. This research was carried out on November 01-30, 2021 in the Laboratory of Food Technology 2, Faculty of Animal Science, UNISMA. The materials used were whey of cheese, *de Man Rogosa Sharpe* Agar, cornstarch, maltodextrin, and ZA. The equipment used are analytical scales, oven, 37°C incubator, autoclave, Colony Counter, pH meter, and petridish. This research was conducted experimentally using a completely randomized design (CRD) with factorial pattern with 6 treatments and 3 replications. The observed factors were temperature factor (S) (40°C and 50°C) and drying time factor (L) (5 hours, 6 hours, and 7 hours). The variables observed in this study were the number of microbes and the pH value. The research data were analyzed using Analysis of variance (ANOVA) and then continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) to find out the differences between treatments. The results showed that the interaction of temperature and drying time of the whey encapsulation process had a very significant effect on the number of microbes and the pH value ($P < 0.01$). The mean of microbes is $S_{40L_5} = 1.5 \times 10^7$ ^c, $S_{40L_6} = 2.6 \times 10^6$ ^b, $S_{40L_7} = 4.9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_5} = 4.9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_6} = 1.2 \times 10^6$ ^b, and $S_{50L_7} = 2.1 \times 10^6$ ^b. The mean pH value obtained $S_{40L_5} = 4.57$ ^{bc}, $S_{40L_6} = 4.59$ ^c, $S_{40L_7} = 4.60$ ^c, $S_{50L_5} = 4.56$ ^b, $S_{50L_6} = 4.47$ ^a, $S_{50L_7} = 4.45$ ^a. Based on the research results it can be concluded that there is an interaction of temperature and drying time of the whey encapsulation process on the number of microbes and pH value. The best combination of temperature and drying time is found in the treatment S_{40L_5} (temperature 40°C drying time 5 hours) for the highest number of microbes. It is recommended to conduct further research related to the utilization of whey cheese as animal feed additive.

10^6 ^b, $S_{40L7} = 4.9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L5} = 4.9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L6} = 1.2 \times 10^6$ ^b, and $S_{50L7} = 2.1 \times 10^6$ ^b. The average pH value was obtained $S_{40L5} = 4.57^{bc}$, $S_{40L6} = 4.59^c$, $S_{40L7} = 4.60^c$, $S_{50L5} = 4.56^b$, $S_{50L6} = 4.47^a$, $S_{50L7} = 4.45^a$. Based on the results of the study, it can be concluded that there is an interaction between temperature and drying time of the whey encapsulation process on the number of microbes and the pH value. The best combination of temperature and drying time was found in the S_{40L5} treatment (temperature 40°C, drying time 5 hours) for the highest number of microbes. It is recommended to conduct further research related to the use of whey of cheese as a livestock feed additive.

Keywords: Encapsulation, probiotics, whey of cheese, Lactic Acid Bacteria, pH value

PENDAHULUAN

Aditif pakan merupakan produk yang saat ini seringkali digunakan untuk meningkatkan kualitas pakan, kinerja produksi dan kesehatan pada ternak (Hashemi dan Davoodi, 2010). Probiotik merupakan salah satu *feed additive* yang berasal dari bakteri non patogen yang ditambahkan dalam pakan sehingga bermanfaat bagi ternak dengan cara memperbaiki keseimbangan bakteri pada organ pencernaan (Anida, Kalsum, dan Wajidi, 2016). Dibandingkan dengan antibiotik yang mengalami proses penyerapan di saluran pencernaan, mekanisme kerja probiotik ialah menekan pertumbuhan mikroba patogenik dan meningkatkan efisiensi pakan ternak tanpa menyerap komponen probiotik tersebut, sehingga tidak menimbulkan residu pada ternak (Fitasari dan Afrila, 2015).

Whey merupakan cairan sisa penggumpalan (*curd*) selama proses pembuatan keju. Meskipun tergolong limbah, whey memiliki kandungan nutrisi yang kompleks berupa protein yang tidak mengalami presipitasi karena asam, dan mencerminkan sekitar 20% dari total kandungan protein (Suhendro, Irma, Isnafia, dan Cahyo, 2017). Selain itu masih terkandung beberapa *strain* mikroba non patogenik yang dapat dijadikan alternatif *feed additive* untuk ternak. Salah satu contoh mikroba yang berperan dalam whey merupakan kelompok Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL merupakan bakteri penghasil Asam Laktat yang bermanfaat karena aktivitas fermentatif yang tinggi dan pencernaan nutrisi oleh bakteri asam laktat, juga dapat membantu asimilasi nutrisi dengan mengaktifkan imunitas ternak, sehingga secara langsung dapat memanipulasi atau mengubah ekosistem mikroba di saluran pencernaan ternak (Anonimus, 2020). Menurut Trimudita dan

Djaenudin (2021) syarat minimum jumlah mikroba dalam probiotik sebagai *feed additive* yaitu sebanyak 10^6 sampai 10^7 CFU/ml.

Enkapsulasi merupakan proses penyalutan (*coating*) sel menggunakan bahan-bahan enkapsulan yang terdiri atas sumber karbon, sumber nitrogen dan bahan penyalut (Budiarti, Ali, dan Kalsum, 2020). Menurut Julkarnain, Kalsum, dan Raharjo (2016) komponen peka yang dienkapsulasi seperti mikroorganisme dapat meningkatkan viabilitas dan umur simpan produk probiotik yang dihasilkan. Hanya saja perlu adanya pertimbangan dalam menggunakan bahan enkapsulasi, dikarenakan masing-masing bahan enkapsulan memiliki karakteristik yang berbeda sehingga belum tentu sesuai dengan bahan sel yang digunakan (Rizqiati, Betty, Jenie, dan Nurhidayat, 2009). Oleh karenanya, uji daya tahan probiotik terenkapsulasi terhadap suhu dan lama pegeringan yang sesuai perlu dilakukan agar menghasilkan probiotik dengan viabilitas tinggi.

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kemampuan bakteri untuk tumbuh dan berkembang ialah suhu. Setiap kultur bakteri memiliki beberapa strain mikroba yang mempunyai suhu optimum yang berbeda-beda untuk dapat tumbuh dan berkembang (Budiarti dkk, 2020). Pengeringan merupakan suatu proses untuk mengurangi kadar air bahan sampai mencapai tingkatan tertentu sehingga dapat memperlambat percepatan kerusakan produk akibat aktivitas biologi dan kimia (Sinurat dan Murniyati, 2014). Proses pengeringan juga berpengaruh terhadap laju perkembangan mikroorganisme.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 01 November 2021 s/d 30 November 2021

di Laboratorium Pangan 2, Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu whey keju yang terdapat BAL dari strain mikroba *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. biovar*, dan *Streptococcus thermophilus*, de Man Rogosa Sharpe Agar, tepung maizena, maltodekstrin, dan ZA. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan analitik, oven, inkubator 37°C, autoklaf, pH meter, petridish, tabung reaksi, dan erlemeyer. Metode penelitian dilaksanakan dengan cara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial meliputi 1. Faktor suhu = S (40 °C dan 50°C) dan 2. Faktor lama pengeringan = L (5, 6 dan 7 jam). Perlakuan yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah mikroba dan nilai pH.

Berdasarkan faktor yang diamati, diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut :

S₄₀L₅ = Suhu 40⁰C dan lama pengeringan 5 jam

S₄₀L₆ = Suhu 40⁰C dan lama pengeringan 6 jam

S₄₀L₇ = Suhu 40⁰C dan lama pengeringan 7 jam

S₅₀L₅ = Suhu 50⁰C dan lama pengeringan 5 jam

S₅₀L₆ = Suhu 50⁰C dan lama pengeringan 6 jam

S₅₀L₇ = Suhu 50⁰C dan lama pengeringan 7 jam

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mensterilisasikan alat dan bahan menggunakan autoklaf dengan suhu 121⁰C selama 15 menit. Selanjutnya pembuatan enkapsulasi yang terdiri atas media enkapsulasi yang ditimbang sebanyak 16 gr per sampel dengan komposisi bahan enkapsulasi : 89% tepung maizena (14,24 gr), 10% maltodekstrin (1,6 gr), 1% ZA (0,16 gr) (Novianti, Wajidi, dan Usman, 2020), dan 25% whey dari total bahan enkapsulasi (4 ml). Mencampur bahan enkapsulasi dalam LAF (*Laminar Air Flow*) kemudian dioven berdasarkan kombinasi perlakuan yang telah ditentukan.

Penentuan jumlah mikroba

Langkah awal yang dapat dilakukan untuk mengetahui jumlah mikroba dalam sampel yaitu dengan menimbang 68,2 gram media pertumbuhan mikroba berupa *de Man Rogosa Sharpe* Agar larutkan dengan 1 liter

aquadest (Christi, 2017) kemudian disterilkan menggunakan suhu 121⁰C selama 15 menit. Media ini akan dituangkan masing-masing 14 ml pada 54 cawan petri. Selanjutnya melakukan pengenceran dengan menghomogenkan 1 gram sampel dengan 9 ml aquadest pada tabung reaksi pengenceran 10⁻¹. Lalu mengambil 1 ml larutan pada tabung pengenceran 10⁻¹ untuk dihomogenkan pada tabung reaksi 10⁻² berisi 9 ml aquadest. Hal ini terus dilakukan secara berseri dari pengenceran 10⁻¹ hingga 10⁻⁷.

Selanjutnya melakukan penanaman menggunakan metode *pour plate* dengan cara mengambil sampel pengenceran sebanyak 1 ml pada tabung reaksi 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷ lalu menuangkan secara bersamaan dengan MRS Agar kedalam cawan petri dan dihomogenkan. Kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37⁰C. Setelah diinkubasi 48 jam, kemudian melakukan perhitungan koloni menggunakan *Colony Counter* untuk mendapatkan jumlah koloni dengan range 30-300 koloni. Selanjutnya menghitung jumlah mikroba menggunakan metode *viable count* (Sukmawati dan Fahrizal, 2018) dengan rumus berikut :

$$CFU = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{pengenceran}}$$

Penentuan nilai pH

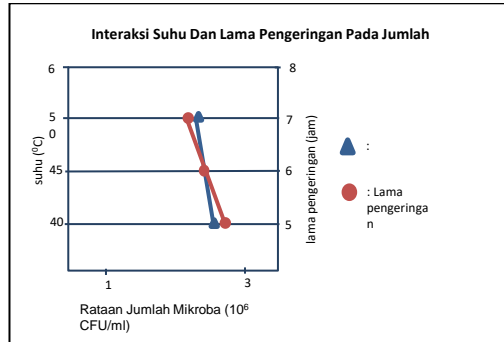
Pada penentuan nilai pH dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 2 gram pada masing-masing unit percobaan yang dilarutkan menggunakan aquadest 20 ml pada gelas ukur (perbandingan 1 : 10) dan dihomogenkan. Sebelum melakukan pengukuran pH, terlebih dahulu pH meter dikalibrasi menggunakan cairan buffer pH 4 dan pH 7 agar nilai pH yang dihasilkan netral. Setelah kalibrasi, pH meter dimasukkan kedalam larutan sampel dan ditunggu hingga skala pH yang muncul menjadi konstan. Pengukuran nilai pH ini dilakukan secara duplo tiap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Mikroba

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan lama pengeringan pada proses enkapsulasi Bakteri Asam Laktat dalam whey keju menunjukkan pengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap jumlah mikroba. Rata-rata dan uji DMRT 1% perhitungan jumlah mikroba diperoleh S₄₀L₅ = 1,5 x 10⁷c atau 15 x 10⁶c, S₄₀L₆ = 0,26 x 10⁷b atau 2,6 x 10⁶b, S₄₀L₇ = 0,49 x

10^6 ^a atau $4,9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_5} = 0,49 \times 10^6$ ^a atau $4,9 \times 10^5$ ^a, $S_{50L_6} = 0,12 \times 10^7$ ^b atau $1,2 \times 10^6$ ^b, dan $S_{50L_7} = 0,21 \times 10^7$ ^b atau $2,1 \times 10^6$ ^b. Adapun interaksi yang terjadi antara suhu dan lama pengeringan proses enkapsulasi terhadap jumlah mikroba dapat diamati melalui grafik berikut.



Gambar 1. Interaksi suhu dan lama pengeringan pada jumlah mikroba

Interaksi suhu dan lama pengeringan yang terjadi selama proses enkapsulasi berlangsung diketahui mempengaruhi jumlah mikroba yang dihasilkan. Terdapat penurunan jumlah mikroba pada tiap perlakuan yang diindikasikan terjadi akibat dari kenaikan suhu dan lamanya proses pengeringan berlangsung.

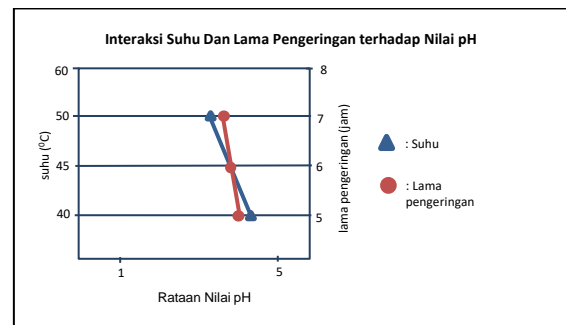
Whey yang menggunakan strain BAL jenis mesofilik berupa *Lactococcus lactis* sp. diketahui mengalami mortalitas akibat suhu yang tidak sesuai meskipun berada dalam masa dormansi selama enkapsulasi. Menurut Irawan dan Ridhuan (2016) bakteri mesofilik berkembang pada suhu 20°C – 45°C dan optimal pada suhu 37°C. Sedangkan pada BAL jenis termofilik yaitu *Streptococcus thermophilus* masih dapat tumbuh pada suhu berkisar 45-65°C dan optimal pada suhu 55°C (Adnyana, Gunam, dan Anggreni, 2016).

Berdasarkan hasil rataan jumlah mikroba pada setiap perlakuan, pada proses enkapsulasi menggunakan kombinasi suhu 40°C dan lama pengeringan 5 jam (S_{40L_5}) terlihat hasil yang jauh lebih tinggi untuk pertumbuhan BAL pada whey keju yang didominasi oleh jenis bakteri mesofilik dengan hasil nilai rataan dan notasi mikroba sebesar $1,5 \times 10^7$ ^c CFU/ml. Hal ini diduga bahwa pada suhu 40°C merupakan suhu yang optimal untuk bakteri mesofilik pada whey keju berkembang selama dienkapsulasi. Namun, terdapat penurunan jumlah mikroba yang cukup drastis pada

kombinasi suhu 40°C dan lama pengeringan 7 jam (S_{40L_7}) serta pada suhu 50°C dan lama pengeringan 5 jam (S_{50L_5}) dengan hasil nilai rataan dan notasi mikroba keduanya sama yaitu sebesar $0,49 \times 10^6$ ^a CFU/ml. Hal ini diduga bahwa pada lama pengeringan 7 jam dan suhu 50°C bakteri jenis mesofilik pada whey mengalami mortalitas akibat suhu tinggi dan waktu pengeringan yang terlalu lama.

Nilai pH

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan lama pengeringan pada proses enkapsulasi Bakteri Asam Laktat dalam whey keju menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH. Rata-rata dan uji DMRT 1% hasil nilai pH berdasarkan tabel 5. diperoleh $S_{40L_5} = 4,57$ ^{bc}, $S_{40L_6} = 4,59$ ^c, $S_{40L_7} = 4,60$ ^c, $S_{50L_5} = 4,56$ ^b, $S_{50L_6} = 4,47$ ^a, $S_{50L_7} = 4,45$ ^a. Adapun interaksi yang terjadi antara suhu dan lama pengeringan proses enkapsulasi terhadap nilai pH dapat diamati melalui grafik berikut.



Gambar 2. Interaksi suhu dan lama pengeringan terhadap nilai pH

Semakin naik suhu yang diberikan maka akan semakin menurunkan kadar keasaman dalam sampel enkapsulasi. Nilai keasaman berkaitan erat dengan jumlah bakteri yang dihasilkan dalam sampel enkapsulasi, semakin banyak mikroba yang ada maka akan semakin asam pula hasil yang dihasilkan. Selain itu, lama waktu pengeringan yang dibutuhkan dalam proses enkapsulasi akan memberikan banyak waktu yang dibutuhkan mikroba untuk terus berkembang dan menghasilkan asam laktat.

Dari hasil uji DMRT 1% didapatkan bahwa nilai pH terendah ditujukan pada interaksi perlakuan S_{50L_6} (suhu 50°C dan lama pengeringan 6 jam) dengan nilai rataan dan notasi senilai $4,47$ ^a. Pengaruh suhu dan

lama pengeringan yang sesuai selama proses enkapsulasi menghasilkan nilai keasaman yang cenderung asam yaitu berkisar 4 – 5. Menurut Abdel, Tashiro, dan Sonomoto (2013) bahwa BAL dapat tumbuh pada pH 3,5 – 10,0 serta suhu 5⁰C – 45⁰C selain itu mampu bertahan walau kondisi asam, dengan sebagian besar strain dapat hidup dan tumbuh pada pH 4,4 serta pertumbuhan optimum pada pH 5,5 – 6,5.

Bakteri dalam whey mampu menghasilkan asam laktat dengan baik sehingga nilai pH cenderung mendekati asam. Namun, akibat dari interaksi suhu dan lama pengeringan yang terlalu tinggi dan lama, bakteri yang berperan dalam pembentukan asam laktat mengalami mortalitas. Diduga terdapat faktor lain yang berperan dalam menentukan nilai keasaman yaitu faktor nutrisi atau sumber karbon. Hal ini sesuai dengan penelitian Hidayat, Kusrahayu, dan Mulyani (2013) bahwa BAL yang berperan selama proses fermentasi akan memfermentasikan karbohidrat sehingga terbentuk asam laktat yang dapat mempengaruhi peningkatan keasaman dan penurunan nilai pH.

KESIMPULAN

Dari pencapaian penelitian tersebut dapat disimpulkan yaitu :

- a. Interaksi antara suhu dan lama pengeringan pada proses enkapsulasi BAL dalam whey menunjukkan respon positif jumlah mikroba dan nilai pH.
- b. Interaksi antara suhu dan lama pengeringan pada proses enkapsulasi BAL dalam whey keju terbaik terdapat pada kombinasi suhu 40⁰C dan lama pengeringan 5 jam yang menghasilkan jumlah mikroba terbanyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel R.M.A., Y. Tashiro, and K. Sonomoto. 2013. Recent Advances in Lactic Acid Production by Microbial Fermentation Processes. *Biotechnology Advances* 31: 877-902. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2013.04.002.
- Adnyana G.A.B.S., Gunam I.B.W., dan Anggreni A.A.M.D. 2016. Penentuan Suhu dan Sumber Karbon Terbaik Pada Pertumbuhan Isolat SBJ8 Dalam Biodesulfurisasi Dibenzotiofena. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* vol. 4 no. 4 2016. Universitas Udayana. Denpasar.
- Anida, M.Y., U. Kalsum, dan M.F. Wajdi. 2016. Pengaruh Penambahan Jenis Probiotik Terenkapsulasi terhadap Konsumsi Pakan, Produksi Telur dan Efisiensi Pakan Burung Puyuh. *Dinamika Rekasatwa* 1(2).
- Anonimus. 2020. Manfaat Bakteri Asam Laktat pada Pakan Ternak. <https://biotek.lipi.go.id/2020/08/13/manfaat-bakteri-asam-laktat-pada-pakan-ternak-2>. Diakses Januari 2022.
- Budiarti, E., U. Ali, dan U. Kalsum. 2020. Pengaruh Suhu dan Lama Pengovenan pada Enkapsulasi *Lactobacillus salivarius* Terhadap Kadar Bahan Kering dan Jumlah Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Dinamika Rekasatwa* Vol. 3 No. 2, 15 Agustus 2020. Universitas Islam Malang.
- Christi, A.D. 2017. Potensi Probiotik Bakteri Asam Laktat Dalam Fermentasi Kubis Putih (*Brassica Oleracea*) dari Daerah Gedongsongo, Bandungan Pada Kadar Garam 5% Dan 7,5%. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Fitasari, E., dan A. Afrila. 2015. Efek Probiotik ada Aplikasi Kadar Protein Kasar (PK) Pakan Yang Berbeda Terhadap Efisiensi Pakan Ayam Kampung. *Buana Sains*, 2015, 15.1: 35-44.
- Hashemi, S.R., and H. Davoodi. 2010. Phytochemicals as New Class of Feed Additive in Poultry Industry. *J. Anim. Vet. Adv*, 2010, 9: 2295-2304.
- Hidayat I.R., Kusrahayu, dan S. Mulyani. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt dari Susu Sapi Yang Diperkaya dengan Ekstrak Buah

- Mangga. Animal Agriculture Journal, Vol. 2. No. 1, 2013, p 160 – 167. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Irawan, D., dan Ridhuan K. 2016. Pengaruh Temperatur Mesofilik Terhadap Pertumbuhan Laju Biogas dan Uji Nyala Api Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame. Turbo Vol. 5 No. 2 2016. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Julkarnain, U. Kalsum, dan L. Rahardjo. 2016. Pengaruh Penambahan Probiotik Enkapsulasi Terhadap Kecernaan Bahan Organik Dan Protein Kasar Pada Burung Puyuh. Fakultas Peternakan. Universitas Islam Malang.
- Novianti D., M. F. Wadjdi, dan A. Usman. 2020. Pengaruh Asam Amino Lisin pada Enkapsulasi Probiotik *Lactobacillus fermentum* Terhadap Jumlah Mikroba dan Nilai pH. Dinamika Rekasatwa. Riset.unisma.ac.id. vol. 2 No 1.
- Rizqiati H., Betty, S.L., Jenie. dan Nurhidayat, N. 2009. Karakteristik Mikroenkapsulasi Probiotik *Lactobacillus plantarum* yang dienkapsulasi dengan Susu Skim dan Gum Arab. Semarang : J. Indon Trop.Anim.Agric. 34 (2).
- Sinurat, E., dan Murniyati. 2014. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Kualitas Permen Jeli. JPB Perikanan Vol. 9 No. 2 Tahun 2014: 133–142.
- Suhendro, I. Irma, Isnafia A., dan B. Cahyo. 2017. Pemanfaatan Whey Keju dan Whey Dangke sebagai Minuman Fermentasi dengan Starter *Lactobacillus plantarum IIA-1A5*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukmawati, R. dan A. Fahrizal, 2018. Analisis Cemaran Mikroba pada Daging Ayam Broiler di Kota Makassar. Jurnal Scripta Biologica 5(1): 68-71.
- Trimudita, R. F., dan Djaenudin. 2021. Enkapsulasi Probiotik *Lactobacillus sp.* Menggunakan Dua Tahap Proses. Serambi Engineering, Volume VI, No. 2, April 2021 hal 1832 – 1841. Universitas Garut.