



PENGARUH LAMA WAKTU OZONISASI TERHADAP JUMLAH BAKTERI DAN PH PADA SUSU KAMBING SAPERA

Salsa Siti Sa’adah, R. Singgih Sugeng Santosa* dan Hermawan Setyo Widodo

Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*email: rsinggihsgengs@gmail.com

Abstrak. Penelitian yang berjudul “Pengaruh Lama Waktu Ozonisasi Terhadap Jumlah Bakteri dan *Potential Hydrogen* (pH) Pada Susu Kambing Sapera”. Penelitian bertujuan untuk mengetahui lama waktu ozonisasi yang terbaik diantara perlakuan yang menghasilkan jumlah bakteri lebih sedikit dan nilai pH tetap dalam batas standar pH pada susu kambing. Materi yang digunakan diantaranya seperangkat alat ozon, *lactoscan*, 3M petrifilm AC (*Aerobic Count Plate*), *spreader* khusus, *petrifilm*, dan susu kambing Sapera sebanyak 18 liter. Metode yang digunakan yaitu eskperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 3 perlakuan (0, 2, 4 menit) dan diulang sebanyak 6 kali. Data penelitian dianalisis menggunakan *anova* dan uji lanjut yaitu orthogonal polinomial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh lama waktu ozonisasi pada susu kambing sapera tidak berpengaruh nyata terhadap pH ($P>0,05$), sedangkan terhadap jumlah bakteri berpengaruh nyata ($P<0,05$). Hasil uji lanjut orthogonal polinomial menunjukkan jumlah bakteri berpengaruh nyata dan secara regresi linear menghasilkan persamaan $y = 297,17 - 0,007x$, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 39%. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa proses ozonisasi susu sampai 4 menit dapat menurunkan jumlah bakteri sampai 86,44%, namun pH susu tidak berbeda dengan perlakuan saat kontrol.

Kata kunci: susu kambing, ozonasi, pH, jumlah bakteri

Abstract. The research entitled “Effect of Ozonation Duration on Bacterial Count and Potential Hydrogen (pH) in Sapera Goat Milk” aims to determine the optimal ozonation duration that results in the lowest bacterial count while maintaining the pH within standard limits in goat milk. The materials used include an ozone apparatus, *lactoscan*, 3M petrifilm AC (*Aerobic Count Plate*), a special spreader, *petrifilm*, and 18 litres of Sapera goat milk. The method used is experimental with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 3 treatments (0, 2, 4 minutes) repeated 6 times each. The research data were analyzed using ANOVA and further tested with orthogonal polynomial tests. The results showed that the duration of ozonation in Sapera goat milk had no significant effect on pH ($P>0.05$) but had a significant effect on bacterial count ($P<0.05$). The orthogonal polynomial test results indicated a significant effect on bacterial count, and linear regression produced the equation $y = 297.17 - 0.007x$, with a coefficient of determination (R^2) of 39%. This research concludes that the ozonation process for up to 4 minutes can reduce the bacterial count by 86.44%, while the pH of the milk remains unchanged compared to the control treatment.

Keyword: goat milk, ozonation, pH, bacterial count

PENDAHULUAN

Susu kambing merupakan susu yang dihasilkan melalui proses pemerahan ambing kambing, yang memiliki kandungan gizi yang lebih baik dari pada susu sapi. Susu kambing memiliki kandungan 3,6 g protein, 4,2 g lemak, 4,5 g karbohidrat, dan 69 kilokalori pada setiap 100 g susu. Ukuran globula lemak pada susu kambing lebih kecil dibandingkan dengan susu sapi, sehingga mudah diserap oleh tubuh (Susilawati *et al.*, 2014). Kandungan gizi dan kandungan vitamin B1 pada susu kambing lebih unggul dibandingkan dengan susu sapi. (Rokhayati *et al.*, 2022).



Nutrien cair pada susu mampu menjadikan susu sebagai media yang baik bagi pertumbuhan mikroba, sehingga susu memiliki sifat *perishable* (Kinteki *et al.*, 2019). Kerusakan pada susu dapat mengakibatkan perubahan rasa, tekstur, aroma, serta penurunan nilai gizi dan keamanannya (Rorong *et al.*, 2020). Pertumbuhan dan perkembangan bakteri terjadi sangat cepat hingga perlu adanya penanganan susu yang dapat mencegah terjadinya kerusakan (Pramesti *et al.*, 2017).

Penanganan pascapanen pada susu dilakukan dengan cara *non thermal* untuk memperpanjang masa simpan susu. Proses pemanasan dengan suhu tinggi tidak hanya membunuh bakteri yang ada pada susu, tetapi juga menyebabkan hilangnya sebagian kandungan nutrisi pada susu seperti protein dan vitamin serta menurunkan citra rasa pada susu (Harjanti *et al.*, 2021). Proses pemanasan dapat menurunkan kualitas keseluruhan bahan pangan dan merusak beberapa kandungan zat gizi serta mendenaturasi protein (Hari ono *et al.*, 2021). Keasaman (pH) susu dapat dijadikan sebagai salah satu indikator banyaknya jumlah bakteri di dalam susu. Untuk menjaga pH di dalam susu, maka dilakukan proses penginaktivasi mikroba pada susu dengan dilakukannya proses ozonisasi *non thermal* (Listiana *et al.*, 2022).

Pasteurisasi merupakan metode yang digunakan pada umumnya dalam industri pengolahan susu sebagai metode untuk membunuh mikroorganisme dengan suhu tinggi (*thermal*). Metode *thermal* ini mampu menyebabkan kerusakan pada komponen kimiawi susu seperti protein, vitamin dan mineral (Priyanto *et al.*, 2021). Metode *pasteurisasi non thermal* dapat meminimalisir penurunan kualitas dan nutrisi susu (Suryaningsih *et al.*, 2022). Ozonisasi merupakan suatu cara pengawetan pangan yang mampu membunuh bakteri dengan dampak yang minim terhadap penurunan kualitas dan nutrisi susu serta menjaga kandungan pH pada susu (Harjanti *et al.*, 2021).

METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan pada penelitian adalah susu kambing Sapera sebanyak 18 liter dari Gaza Dairy Farm, Sumbang. Setiap ulangan membutuhkan susu sebanyak 3 liter. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *ice box* sebagai tempat penyimpanan sampel susu, seperangkat alat ozon, toples kaca ukuran 1000 ml, botol jar 250 ml, pengaduk kaca, *aluminium foil*, label, *tissue*, *spreader* khusus (alat penekan) untuk membantu meratakan sampel yang berada dalam *petrifilm*, rak tabung dan tabung reaksi, erlenmeyer 1000 ml, *mikrotube*, *incubator*, aquades 1 liter. Pengukuran jumlah bakteri menggunakan 3M *petrifilm AC (Aerobic Count Plate)* dan pH menggunakan lactoscan. Penelitian dilaksanakan pada 11-17 Desember 2023 di Laboratorium Produksi Ternak Perah dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Model matematika penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali. Perlakuan yang diuji adalah lama waktu ozonisasi susu kambing Sapera. P0: kontrol atau susu tidak diozonisasi. P1: susu diozonisasi selama 2 menit. P2: susu diozonisasi selama 4 menit. Data yang diperoleh dicatat kemudian ditabulasikan dan dianalisis



menggunakan analisis variansi dan jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji orthogonal polinomial.

Prosedur pembuatan sampel :

1. Alat yang akan digunakan seperti seperangkat alat ozon, toples kaca ukuran 1000 ml, botol jar 250 ml, pengaduk kaca, tabung rekasi disiapkan dan dibersihkan untuk meminimalisir terkontaminasinya bakteri. Kemudian tabung reaksi diberi tanda perlakuan dan ulangan
2. Susu dituangkan ke dalam toples kaca sebanyak 1000 ml untuk 1 kali perlakuan
3. Susu diozonisasi menggunakan seperangkat alat ozon dengan lama waktu yang berbeda sesuai perlakuan.
4. Susu dituangkan ke dalam botol jar 250 ml untuk dilakukan pengukuran pH menggunakan lactoscan dan diambil 1 ml dituangkan ke dalam tabung reaksi kemudian dilakukan pengenceran menggunakan aquades 9 ml sebanyak 4 kali pengenceran untuk perhitungan jumlah bakteri. Alat perhitungan jumlah bakteri menggunakan 3M *petrifilm* AC (*Aerobic Count Plate*). *Petrifilm* untuk perhitungan jumlah bakteri diinkubasi ke dalam incubator selama 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Bakteri

Hasil penelitian pengaruh lama waktu ozonisasi terhadap jumlah bakteri diperoleh rata-rata dan standar deviasi yang dapat diamati pada Tabel 1. Diperoleh data terendah jumlah bakteri pada P2 (susu diozonisasi selama 4 menit).

Tabel 1. Rataan Jumlah Bakteri dan pH Pada Susu Kambing Sapera Yang Diozonisasi

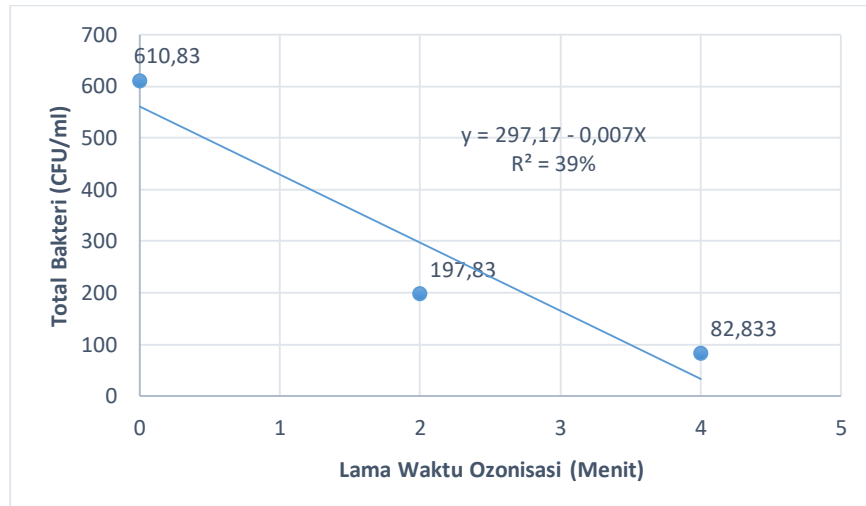
Perlakuan	Jumlah Bakteri	pH
P0 = Kontrol atau tanpa ozonisasi	$610,83 \times 10^4 \pm 426,37^a$	$6,76 \pm 0,25$
P1 = Susu diozonisasi 2 menit	$197,83 \times 10^4 \pm 178,94^b$	$6,70 \pm 0,05$
P2 = Susu diozonisasi 4 menit	$82,83 \times 10^4 \pm 55,91^c$	$6,66 \pm 0,03$

Keterangan : superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata.

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa lama waktu ozonisasi pada susu kambing Sapera berpengaruh nyata terhadap jumlah bakteri susu ($P < 0,05$). Hasil penelitian kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan uji orthogonal polinomial. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa pengaruh lama waktu ozonisasi berpengaruh nyata terhadap jumlah bakteri secara linier dengan persamaan $Y = 297,17 - 0,007X$ dan koefisien determinan (R^2) sebesar 39%.

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa rata-rata tertinggi jumlah bakteri sebesar $610,83 \times 10^4 \pm 426,37$ pada susu kambing Sapera yang belum mengalami proses ozonisasi atau pada posisi kontrol.

Penurunan jumlah bakteri dapat dilihat pada posisi kontrol atau tanpa ozonisasi yang memiliki jumlah bakteri $610,83 \times 10^4$ CFU/ml, kemudian susu diozonisasi selama 2 menit dan mengalami penurunan sebesar $197,83 \times 10^4$ CFU/ml, kemudian dilakukan lagi ozonisasi selama 4 menit dan menghasilkan jumlah bakteri yang lebih sedikit yaitu dengan rata-rata sebesar $82,83 \times 10^4$ CFU/ml. Hal ini dikarenakan ozon bekerja dengan cara berinteraksi dengan ikatan rangkap pada asam lemak yang terdapat dalam dinding dan membran sel bakteri. Proses oksidasi oleh ozon menyebabkan penghancuran dinding sel, yang mengakibatkan kegagalan integrasi unsur sel, seperti asam nukleat. Setelah sel bakteri mengalami oksidasi, permeabilitas membran meningkat, menyebabkan keluarnya sitoplasma sel dan molekul ozon dapat masuk, merusak organela dalam sel bakteri. Sifat oksidatif yang tinggi dari ozon memungkinkannya untuk membunuh berbagai jenis mikroorganisme dengan cepat. Radikal oksida yang dihasilkan oleh ozon akan bereaksi dengan senyawa organik dalam sel mikroba, sehingga menghancurkan berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri gram positif, gram negatif, khamir, dan spora, dalam waktu singkat (Ketaren *et al.*, 2022).



Gambar 1. Regresi Linier Jumlah Bakteri Susu

Berdasarkan hasil uji lanjut dan regresi linier menunjukkan bahwa semakin lama waktu ozonisasi maka jumlah bakteri semakin menurun. Penurunan jumlah bakteri yang tinggi dapat dilihat pada waktu 4 menit dengan jumlah bakteri yang lebih sedikit yaitu $82,83 \times 10^4$ atau mengalami penurunan sebesar 86,44% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama perlakuan ozonisasi yang diberikan, maka semakin banyak jumlah bakteri yang mati. Semakin lama alat ozon mengeluarkan gas ozon, semakin banyak gas ozon yang digunakan untuk mendesinfeksi bakteri (Nisa *et al.*, 2019). Mekanisme kerja ozon terhadap penurunan jumlah bakteri adalah ketika molekul ozon mendekati dinding sel bakteri dan terjadi kontak antara keduanya. Setelah kontak terjadi, molekul ozon membentuk lubang pada dinding sel bakteri, yang mengakibatkan penghancuran sel bakteri oleh ozon (melalui proses lisis atau

pecah), hal tersebut menyebabkan jumlah bakteri dari susu perlakuan kontrol menjadi semakin menurun setelah diberikannya perlakuan ozon dengan waktu yang lebih lama (Putri *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan jumlah bakteri yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan jumlah bakteri pada penelitian yang dinyatakan oleh Harjanti *et al.* (2021) bahwa jumlah bakteri tanpa ozonisasi sebanyak $6,75 \times 10^6$, dan susu yang diozonisasi dengan waktu 3, 6 dan 9 menit dengan menghasilkan jumlah bakteri sebanyak $2,38 \times 10^6$, $0,75 \times 10^6$ dan $0,26 \times 10^6$ CFU/ml, dimana penurunan jumlah bakteri selama 9 menit mampu menurunkan jumlah bakteri sebesar 97,44%, sedangkan hasil penelitian menunjukkan bahwa susu yang belum diberi perlakuan memiliki jumlah bakteri yang lebih tinggi yaitu $610,83 \times 10^6$ CFU/ml, kemudian setelah dilakukan ozonisasi selama 2 dan 4 menit menghasilkan jumlah bakteri sebesar $197,83 \times 10^6$ dan $82,83 \times 10^6$, penurunan jumlah bakteri menunjukkan lebih sedikit yaitu 86,44%, namun hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian yang dinyatakan oleh Suprpto *et al.* (2021) bahwa total bakteri pada perlakuan kontrol sebesar $0,15 \times 10^6$ CFU/ml, sedangkan pada susu yang diozonisasi selama 10, 20 dan 30 menit sebesar $0,13 \times 10^6$, $0,12 \times 10^6$ dan $0,10 \times 10^6$, dengan penurunan jumlah bakteri antara perlakuan kontrol dengan ozonisasi selama 30 menit sebesar 30%.

Potential Of Hydrogen (pH)

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa lama ozonisasi pada susu kambing Sapera dengan lama waktu yang berbeda menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai pH. Rataan nilai pH yang dihasilkan dari tiap perlakuan ozonisasi selama 0, 2 dan 4 menit cenderung menurun yaitu 6,76, 6,70 dan 6,66. Nilai pH tersebut masih ada dalam kisaran normal pada susu kambing.

Pengaruh lama ozonisasi susu kambing Sapera tidak mempengaruhi nilai pH, dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH dengan perlakuan ozonisasi 0, 2, 4 menit cenderung menurun yaitu 6,76, 6,70 dan 6,66, nilai pH tersebut masih dalam rentang normal, tetapi menurut statistik hasil tersebut tidak berpengaruh nyata dikarenakan perlakuan ozon tidak memiliki pengaruh terhadap nilai pH. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu bakteri yang ada pada ozonisasi tidak sepenuhnya mati, melainkan ada yang hanya mengalami dormansi dan menyebabkan pH naik turun, selain itu disebabkan oleh derajat keasaman (pH) dari media yang mempengaruhi mekanisme kerja ozon sebagai oksidator yang kuat. Proses ozonisasi akan menyebabkan ozon bereaksi dengan komponen-komponen dalam susu termasuk air. Ketika ozon bereaksi dengan air dalam susu, maka radikal hidroksil (OH^-) akan terbentuk, yang pada akhirnya akan meningkatkan konsentrasi OH^- dalam susu. Kenaikan konsentrasi radikal hidroksil (OH^-) dalam susu akan menyebabkan pOH meningkat. Kenaikan pOH ini akan menyebabkan penurunan pH susu. Meskipun pH susu dapat naik atau turun selama ozonisasi, jumlah bakteri dalam susu cenderung menurun karena efek antimikroba ozon. Perubahan pH dapat terjadi selama ozonisasi susu, penurunan jumlah bakteri lebih disebabkan oleh sifat antimikroba ozon daripada perubahan pH itu sendiri (Rahmahidayati *et al.*, 2014). Ozon memiliki sifat antimikroba yang kuat dan dapat menghancurkan mikroorganisme seperti



bakteri, virus, dan jamur. Ketika ozon bereaksi dengan membran sel bakteri, ini mengganggu integritas membran dan proses metabolisme sel, yang akhirnya mengakibatkan kematian mikroorganisme tersebut (Kamaludin *et al.*, 2021).

Nilai pH yang dihasilkan pada penelitian cenderung menurun namun masih dalam batas normal pH susu kambing. Penurunan nilai pH tidak menyebabkan peningkatan jumlah bakteri namun berdasarkan hasil penelitian jumlah bakteri mengalami penurunan pada waktu ozonisasi sampai 4 menit sebesar 86,44% , yang artinya jumlah bakteri tidak mempengaruhi nilai pH. Hal tersebut tidak sesuai dengan pernyataan Sigar *et al.*, (2022) bahwa ozonisasi mengakibatkan pengurangan jumlah bakteri, yang mengakibatkan aktivitas bakteri menjadi rendah dan menyebabkan nilai pH susu kambing yang diozonasi cenderung meningkat. (Danah *et al.*, 2019) menambahkan bahwa nilai pH adalah salah satu parameter yang menentukan perkembangan bakteri. Kehadiran bakteri dalam susu dipengaruhi oleh nilai pH, yang juga dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Jika bakteri berkembang dengan cepat dalam susu, maka pHnya akan menurun. Pramesthi *et al.*, (2015) menambahkan bahwa perubahan nilai pH pada susu terjadi karena laktosa mengalami konversi menjadi asam laktat melalui aktivitas mikroorganisme dan enzimatis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pada proses ozonisasi susu sampai 4 menit dapat menurunkan jumlah bakteri sampai 86,44%, namun pH susu tidak berbeda dengan perlakuan saat kontrol (susu segar).

REFERENSI

- Danah, I., Akhdiat, T., dan Sumarni, S. 2019. Lama Penyimpanan Pada Suhu Rendah Terhadap Jumlah Bakteri Dan pH Susu Hasil Pasteurisasi Dalam Kemasan. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 49-54.
- Hariono, B., Erawantini, F., Budiprasojo, A., dan Puspitasari, T. D. 2021. Perbedaan Nilai Gizi Susu Sapi Setelah Pasteurisasi Non Termal Dengan HPEF (*High Pulsed Electric Field*). *Action: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), 207-212.
- Harjanti, D. W., dan Kusumaningrum, D. G. 2021. Pengaruh Lama Pemaparan Ozon Terhadap Kualitas Mikrobiologi Dan Kandungan Nutrisi Susu Kambing Peranakan Ettawa. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(1), 1-5.
- Kamaludin, A., Hanurawaty, N. Y., dan Septiati, Y. A. 2021. Waktu Kontak Ozon Dalam Penurunan Angka Lempeng Total Bakteri (Alt) Pada Alat Makan Di Kantin Pt. X Textile Cimahi. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, 2(2), 95-104.
- Ketaren, I. B., Meliala, B. M., Bangun, D. S., dan Benu, S. M. 2022. Pengaruh Sifat Ozonizer Pada Pengolahan Minuman Kemasan Menggunakan Water Treatment Di Pt Tirta Sukses Perkasa. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2), 15-23.
- Kinteki, G. A., Rizqiati, H., dan Hintono, A. 2019. Pengaruh lama fermentasi kefir susu kambing terhadap mutu hedonik, total bakteri asam laktat (BAL), total khamir dan pH. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 42-50.
- Listiana, F., Santosa, R. S. S., dan Yusuf, S. 2022. Pengaruh Lama Ozonisasi Terhadap Kadar Protein, Nilai Ph Dan Jumlah Bakteri Susu Sapi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (Stap)* (Vol. 9, Pp. 562-568).
- Nisa, L. A., Wahyudin, D., Ruhmawati, T., dan Putri, Z. N. 2019. Perbedaan Waktu Kontak Ozon Terhadap Penurunan Jumlah Bakteri Escherichia Coli Dalam Air Bersih. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 191-195.
- Pramesti, N. E., dan Yudhastuti, R. 2017. Analisis proses distribusi terhadap peningkatan Escherichia coli pada susu segar produksi peternakan x di Surabaya. *J. Kes. Ling*, 9(2), 181-190.



- Priyanto, A. D., Wicaksono, L. A., dan Putranto, A. W. 2021. Pengaruh Suhu dan Waktu Pre-Heating pada Kualitas Fisik, Total Mikroba dan Organoleptik Susu Kolagen Sapi yang Dipasteurisasi Menggunakan Pulsed Electric Field. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(2), 141-153.
- Putri, Z. N., Saputra, A. S., Prijanto, T. B., dan Nisa, L. A. 2019. Perbedaan Dosis Ozon (O₃) Terhadap Penurunan Jumlah Bakteri *Escherichia Coli* Pada Air Bersih Di Pantry. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 147-149.
- Rokhayati, U. A., Gubali, S. I., dan Dako, S. 2022. Uji kadar lemak dan protein air susu kambing etawa dengan pemeliharaan secara tradisional. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 1(2).
- Rorong, J. A., dan Wilar, W. F. 2020. Keracunan Makanan Oleh Mikroba. *Techno Science Journal*, 2(2), 47-60.
- Suprpto, D., L. E. Radiati., C. Mahdi, and H. Evanuarini. 2021. *Physicochemical Quality and Microbial Activity of Dairy Milk with Ozonation*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 16(2):117-124
- Sigar, I. Y., Santosa, R. S. S., dan Yusuf, S. 2022. Pengaruh Lama Ozonisasi Terhadap Jumlah Bakteri, Kadar Protein Dan pH Susu Kambing Peranakan Ettawa. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (Stap)* (Vol. 9, Pp. 578-584).
- Suryaningsih, W., Supriono, S., Hariono, B., dan Budiati, T. 2022. Pengaruh Pasteurisasi Non-Thermal Metode UV dan Ozon Terhadap Sifat Mikrobiologi dan Organoleptik Susu Segar. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(2), 139-147.