

Pengaruh lama penyimpanan kolostrum sapi pada suhu beku terhadap pH, total bakteri, dan konsentrasi imunoglobulin G

The effect of freezing storage bovine colostrum on pH, total bacteria, and immunoglobulin G levels

Annisa Putriani*, Eka Wulandari, Raden Febrianto Christi

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor, Jawa Barat 45363, Indonesia

* Corresponding author: annisa20009@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

Colostrum is a thick yellow liquid whose role is to provide the first nutrition to the calf as a passive immune transfer, so, it must always be available. Frozen colostrum is one of the efforts used to extend the shelf life by providing colostrum reserves. Frozen colostrum doesn't always maintain good colostrum quality, sometimes it causes a decrease in the colostrum quality. This research aim to analyzed the effect of freezing storage bovine colostrum on pH, total bacteria, and immunoglobulin levels. This research was using a Completely Randomized Design (CRD) with 5 long storage treatments (P1 (Day-0), P2 (Day-7), P3 (Day-14), P4 (Day-21), dan P5 (Day-28) dan 4 repetition. The data obtained were analyzed by Anova and Ortogonal Polinomial tests. The result showed that freezing storage (-28° C) bovine colostrum had an effect on decrease in pH and had the quartz regression pattern in the equation $Y = 0,000007x^4 - 0,0005x^3 + 0,0105x^2 - 0,0973x + 6,7075$ with a determination coefficient of $R^2 = 0,9739$. Meanwhile, it hadn't effect on total bacteria and immunoglobulin G levels, so it hadn't respons and pattern of polinomial ortogonal. It can be concluded that the average each treatments of pH, total bacteria, and IgG levels is still classified as good quality.

Keywords: Colostrum, pH, Immunoglobulin G, Total bacteria

PENDAHULUAN

Dalam membentuk sistem kekebalan tubuh, pedet memerlukan kolostrum. Hal ini dikarenakan kolostrum merupakan susu yang dikeluarkan pertama kali dari ambung dengan kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan dengan susu pada umumnya terutama dalam kandungan antibodi dan imunitasnya. Kolostrum juga merupakan nutrisi pertama yang harus dikonsumsi oleh pedet karena peranannya dalam melawan infeksi bakteri ataupun penyakit yang menyerang pedet bahkan dapat menekan angka kematian. Manfaat penggunaan kolostrum pada anak sapi pun telah teridentifikasi, salah satunya adalah menekan angka anak sapi yang sakit termasuk penyakit pernafasan sapi dan diare. Maka dari itu kolostrum harus segera diberikan kepada pedet yang baru lahir agar kebutuhan nutrisinya terpenuhi terutama pada penyerapan imunnya.

Pedet yang tidak diberikan kolostrum atau telat dalam pemberiannya biasanya akan mengalami kegagalan transfer imun pasif sehingga pedet akan mendapatkan imunitas yang sangat rendah dan rentan terkena penyakit. Suatu peternakan yang kekurangan pasokan kolostrum menjadi penyebab pedet tidak mendapatkan kolostrum sebagaimana mestinya sehingga terjadi kegagalan transfer imun pasif. Kekurangan pasokan kolostrum dapat terjadi akibat dari induk yang tidak menghasilkan kolostrum. Penyebab kasus indukkan yang tidak menghasilkan kolostrum atau tidak dapat memberikan kolostrum yang cukup adalah induk melahirkan anakan kembar, kolostrum terjangkit mastitis, maladaptasi indukan, dan

pembuangan kolostrum yang disengaja dari sapi yang terinfeksi *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* dan *Mycoplasma bovis*.

Cadangan kolostrum sangat diperlukan untuk mengatasi kegagalan transfer imun pasif. Seperti halnya yang dilakukan oleh 90% produsen susu di Irlandia dan 89% peternakan sapi perah besar di Amerika Utara (Cummins et al., 2016). Hal ini tentunya dapat meminimalkan kegagalan transfer imun pasif pada anak sapi yang baru lahir dari indukan yang tidak bisa menghasilkan kolostrum sesuai dengan kebutuhan anak sapi tersebut sebagaimana mestinya.

Persediaan kolostrum didapatkan dari pengumpulan kolostrum indukan yang berlebih kemudian disimpan dalam jangka waktu tertentu. Kolostrum yang dihasilkan sapi umumnya melebihi dari jumlah yang sebenarnya diperlukan oleh pedet. Kelebihan kolostrum dapat diberikan ke pedet lain yang umurnya lebih tua atau disimpan dalam keadaan beku sebagai sediaan. Penyimpanan kolostrum juga dilakukan untuk mengantisipasi jika suatu saat ada indukan yang tidak menghasilkan kolostrum ataupun kolostrum yang dihasilkan tidak dapat diberikan pada pedet akibat adanya kontaminasi.

Lama penyimpanan kolostrum menjadi salah satu faktor yang dapat berpengaruh terhadap kualitas kolostrum, yaitu adanya penurunan pH, peningkatan total bakteri, dan penurunan konsentrasi imunoglobulin G dalam kolostrum. Kolostrum yang semakin lama disimpan dapat menumbuhkan mikroba secara pesat sehingga akan merusak kualitas kolostrum. Penanganan yang tidak baik saat melakukan penyimpanan kolostrum pun dapat meningkatkan jumlah bakteri dan menimbulkan penyakit yang berbahaya. Penyimpanan kolostrum pun dapat menurunkan pH akibat adanya peningkatan bakteri asam laktat, dimana penurunan pH dapat memberikan pengaruh terhadap palatabilitas pedet dalam mengonsumsi kolostrum. Selain itu penyimpanan kolostrum yang buruk dapat menurunkan konsentrasi Imunoglobulin G.

Sediaan kolostrum yang akan diberikan pada pedet tentunya harus sesuai dengan standar kualitas kolostrum untuk pedet, baik dalam jumlah bakteri, konsentrasi imunoglobulin G bahkan kandungan pH. Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai pengaruh lama penyimpanan kolostrum sapi pada suhu beku terhadap pH, total bakteri, dan konsentrasi imunoglobulin G.

MATERI DAN METODE

Bahan, waktu, dan tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan kolostrum dari satu ekor sapi yang diambil 30 menit setelah kelahiran sebanyak 3,6 L di UPTD BPTSP dan HPT Cikole. Sampel dikemas (pengemasan dilakukan selama 15 – 20 menit) pada 40 botol sebanyak 15 ml (20 botol untuk pengujian pH dan 20 botol untuk pengujian total bakteri) dan 20 kantung asi berukuran 150 ml untuk pengujian konsentrasi imunoglobulin G. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini antara lain nutrisi agar, aquades, alkohol, spirtus, dan NaCl fisiologis untuk perhitungan total bakteri serta diperlukan larutan buffer 4 dan 7 untuk pengujian pH. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Produk Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dan di UPTD BPTSP dan HPT Cikole pada bulan Februari - Juni 2024. Pemeriksaan kualitas kolostrum pertama dilakukan sesaat setelah sampel dikemas sebagai data awal (P1). Pengujian pH dan IgG dilakukan di Laboratorium UPTD BPTSP dan HPT Cikole dan untuk Pengujian total bakteri dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Produk Pangan Fapet Unpad (sampel dibawa menggunakan cooler box, perjalanan selama 1,5 jam). Kualitas kolostrum berdasarkan pH, total bakteri, dan konsentrasi imunoglobulin diuji secara berkala 7 hari sekali dengan pengulangan sebanyak 4 kali tiap kali pengukuran.

Pengukuran variabel

pH

Pengujian pH dilakukan dengan menuangkan kolostrum pada beaker glass sebanyak 10 ml. Kemudian mempersiapkan dan mengkalibrasikan pH meter digital dengan memasukan ke dalam larutan buffer 4 dan 7. Selanjutnya, memasukkan pH meter ke dalam kolostrum hingga pH stabil. Terakhir, melakukan pembilasan pada pH meter apabila sudah selesai digunakan (Fadliyah et al., 2017).

Total Bakteri

Perhitungan total bakteri dilakukan dengan pengujian TPC dengan media NA. Pertama, membuat media dengan melarutkan NA powder sebanyak 4,70 g/200 ml aquades pada erlenmeyer dan memanaskan dengan hot plate. Kemudian melakukan sterilisasi peralatan dan media tersebut menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit. Kemudian mendinginkan media hingga tidak memiliki uap panas lalu tuang ke dalam cawan petri sebanyak kurang lebih 10 ml per cawan (diamkan hingga membeku). Selanjutnya melakukan pengenceran dengan menuangkan 9 ml larutan NaCl fisiologis ke dalam tabung reaksi dan menambahkan 1 ml kolostrum kemudian dihomogenkan menggunakan mixer vortex (10^{-1}). Sebanyak 1 ml suspensi pengenceran 10^{-1} diambil dan dimasukkan ke dalam 9 ml NaCl fisiologis (10^{-2}). Prosedur yang sama terus dilakukan hingga jumlah pengenceran yang diinginkan. Sebanyak 0,1 ml sampel diambil dan dituangkan pada media yang sudah siap. Lalu melakukan pemerataan sampel dengan *glass hockey stick*. Kemudian melakukan inkubasi pada suhu 37°C maksimal selama 48 jam. Total bakteri dihitung dengan rumus perhitungan seperti yang dilakukan oleh Larry & James (2001) yaitu:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan:

N : Jumlah koloni per ml sampel

$\sum C$: Jumlah total koloni pada semua *plate* (25-250)

n_1 : Jumlah *plate* yang dapat dihitung pada pengenceran pertama

n_2 : Jumlah *plate* yang dapat dihitung pada pengenceran kedua

d : Pengenceran pertama yang dihitung/memenuhi ketentuan (25- 250).

Konsentrasi IgG

Pengujian IgG dilakukan dengan menggunakan colostrometer dan gelas ukur penampung kolostrum (Heinrichs & Jones, 2023). Pertama, membersihkan terlebih dahulu gelas ukur dan colostrometer dengan aquades dan keringkan dengan tissue. Kemudian, menuangkan sampel pada gelas ukur sebanyak $\frac{3}{4}$ gelas ukur atau sekitar 150 ml. Lalu, memasukkan colostrometer pada gelas ukur yang terisi kolostrum dan tunggu hingga colostrometer berhenti bergerak dan stabil. Terakhir, melakukan pembersihan dan pengeringan kembali gelas ukur serta colostrometer yang digunakan dengan tissue.

Metode dan rancangan penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimen, yakni pengamatan pada pH, total bakteri, dan konsentrasi immunoglobulin G berdasarkan lamanya penyimpanan pada suhu beku (-28°C. Sementara itu, rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Rancangan perlakuan yang digunakan yaitu:

P_1 = lama penyimpanan 0 hari,

P_2 = lama penyimpanan 7 hari,

P_3 = lama penyimpanan 14 hari,

P_4 = lama penyimpanan 21 hari, dan

P_5 = lama penyimpanan 28 hari.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji anova untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan selanjutnya dilakukan uji polinomial ortogonal dengan tujuan untuk melihat respon perlakuan pada pH, total bakteri, dan konsentrasi imunoglobulin G.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan nilai pH kolostrum sapi selama penyimpanan dalam suhu beku (-28°C)

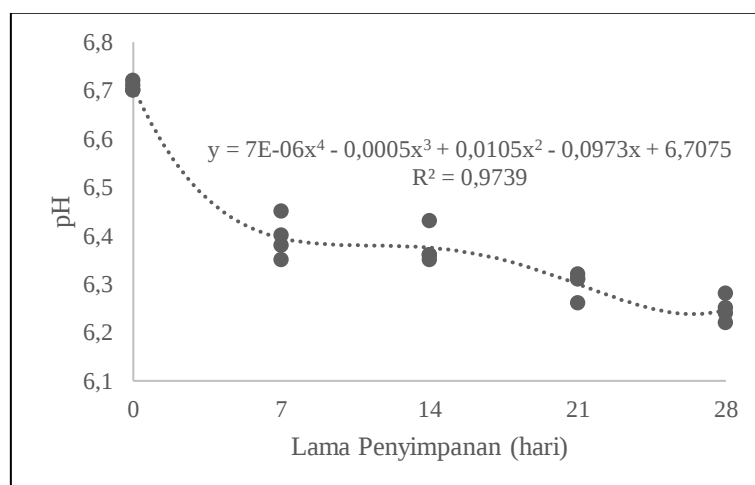
pH yang merupakan singkatan dari *Potential of Hydrogen* menjadi salah satu penentu kualitas kolostrum. Semakin kecil nilai pH maka semakin asam kolostrum. Kolostrum yang semakin asam akan menurunkan kualitas kolostrum sehingga terjadinya penurunan palatabilitas pedet (Collings *et al.*, 2011). Penurunan pH dapat terjadi karena adanya pertumbuhan mikroba yang menyebabkan pembentukan asam (Teme *et al.*, 2021).

Tabel 1. Rataan nilai pH, total bakteri, dan igg kolostrum selama penyimpanan pada suhu beku (-28°C)

Peubah	Hari Penyimpanan ke -					Sig.
	0	7	14	21	28	
pH	6,71	6,40	6,38	6,30	6,25	N
Total Bakteri (x 10 ⁴ CFU/ml)	8,90	8,99	9,10	9,11	9,13	TN
IgG (g/l)	112,50	112,50	111,25	111,25	111,25	TN

Keterangan: N = berbeda nyata; TN = tidak berbeda nyata

Berdasarkan penelitian Collings *et al.* (2011) pH kolostrum dengan nilai 6,32 memiliki feed intake yang baik, hal ini menandakan tidak terganggunya palatabilitas pedet. Rata – rata pH terendah yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 6,25 (Tabel 1) hal ini tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya sehingga masih pada taraf aman apabila diberikan pada pedet. Selain itu Collings *et al.* (2011) menyatakan bahwa pH dengan nilai 4,37 berpengaruh terhadap feed intake pedet dimana hal ini dapat berpengaruh pada proses transfer imun pada pedet sehingga dapat dikatakan bahwa pH tersebut menurunkan kualitas kolostrum. Sejalan dengan penelitian Quigley *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa pH terendah yang berada pada nilai 5,0 akan menurunkan palatabilitas pedet yang memengaruhi feed intake.



Gambar 1. Grafik pH kolostrum sapi selama penyimpanan pada suhu beku (-28°C)

Secara analisis, lama penyimpanan kolostrum pada suhu beku (-28°C) selama 28 hari berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pH. Kemudian perlakuan juga memiliki pengaruh nyata pada regresi kuadratik, kubik, dan kuartik dengan pola yang terbentuk diambil dari persamaan tertinggi yaitu kuartik dimana $Y = 0,000007x^4 - 0,0005x^3 + 0,0105x^2 - 0,0973x + 6,7075$ dengan tingkat determinasi sebesar $R^2 = 0,9739$ yang artinya lama penyimpanan pada suhu beku (-28°C) selama 28 hari berpengaruh terhadap pH pada kolostrum hingga 97,39%. Grafik pH kolostrum sapi selama penyimpanan suhu beku (-28°C) ditunjukkan dalam Gambar 1.

Penurunan pH terjadi diduga akibat adanya peningkatan asam laktat. Peningkatan asam laktat dapat terjadi karena adanya proses metabolik dalam pertumbuhan mikroorganisme bakteri asam laktat. Sebagian besar bakteri dapat tumbuh pada produk yang memiliki pH berkisar 6,0 – 8,0 (Danah *et al.*, 2019). Terlihat pada rata-rata pH yang dihasilkan berkisar antara 6,25 – 6,71 (Tabel 1), hal ini menandakan bahwa masih terdapat bakteri yang tumbuh sehingga menurunkan nilai pH. Proses pembekuan ini diduga hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga penurunan pH sangat mungkin terjadi. Bakteri hanya bertahan sementara pada suhu rendah, setelah bakteri beradaptasi dengan lingkungannya bakteri akan mulai mengalami pertumbuhan (Cahyaningtyas *et al.*, 2016).

Rataan total bakteri kolostrum sapi selama penyimpanan dalam suhu beku (-28°C)

Jumlah bakteri pada kolostrum menjadi salah satu penentu kualitas kolostrum. Tingginya jumlah bakteri yang terkandung erat kaitannya dengan penyerapan imunitas dalam tubuh pedet. Menurut pendapat Godden (2008) ideal total bakteri yang terkandung dalam kolostrum, yaitu < 100.000 CFU/ml.

Lama penyimpanan kolostrum sapi pada suhu beku (-28°C) selama 28 hari tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap total bakteri. Hal ini dibuktikan melalui pengamatan total bakteri kolostrum sapi selama penyimpanan suhu beku (-28°C) disajikan pada Tabel 1. Tidak adanya respon perlakuan terhadap total bakteri menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri terhambat karena proses pendinginan kolostrum selama penyimpanan. Total laju pertumbuhan bakteri dalam waktu 28 hari pada penelitian ini mencapai 2,6% membuktikan bahwa pada suhu beku (-28°C), pertumbuhan bakteri *psychrotrophs* dapat diminimalisir, dimana bakteri *psychrotrophs* seharusnya mampu bertahan pada suhu rendah (Tribst *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Cummins *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa total laju pertumbuhan bakteri dalam 6 jam pertama adalah 21% (947.000 CFU/ml) pada kolostrum yang disimpan pada suhu 20°C , 10% (215.000 CFU/ml) pada kolostrum yang disimpan pada suhu 13°C dan 8% (114.000 CFU/ml) dalam kolostrum yang disimpan pada suhu 4°C . Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri *psychrotrophs* dapat diminimalisir pada suhu beku.

Bakteri *psychrotrophs* seharusnya mampu bertahan pada suhu rendah ($2 - 7^{\circ}\text{C}$). Bakteri yang tergolong dalam bakteri *psychrotrophs*, diantaranya *pseudomonas*, *flavobacterium*, *alcaligenes*, dan *achromobacter* (Yuniati *et al.*, 1999). Tingginya jumlah bakteri *psychrotrophs* menyebabkan kerusakan pada pangan, seperti menimbulkan bau yang tidak sedap atau bahkan bisa mengubah cita rasa pada susu. Bakteri *psychrotrophs* ini menjadi fokus utama ketika akan melakukan pembekuan kolostrum karena bakteri ini masih memungkinkan untuk tumbuh dan merusak komponen kolostrum sehingga mampu menurunkan kualitas kolostrum. Cummins *et al.* (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri dapat terjadi di suhu dingin karena perbedaan jenis bakteri yang terkandung dapat menyebabkan respon yang berbeda terhadap perubahan total bakteri pada kolostrum. Pertumbuhan bakteri hanya bertahan sementara pada suhu rendah, setelah bakteri beradaptasi bakteri akan mulai mengalami pertumbuhan dan aktivitasnya kembali (Cahyaningtyas *et al.*, 2016). Bakteri *psychrotrophs* akan melakukan adaptasi untuk bertahan pada suhu dingin dan akan mengalami pertumbuhan namun tidak adanya peningkatan bakteri yang signifikan pada penelitian ini diduga bahwa bakteri *psychrotrophs* dapat diminimalisir pada suhu beku (-28°C) selama 28 hari.

Hasil rata-rata total bakteri setiap perlakuannya pada penelitian ini masih sesuai dengan ideal total bakteri yang terkandung dalam kolostrum, yaitu <100.000 CFU/ml. Hal ini dinyatakan oleh Godden (2008) bahwa total bakteri yang direkomendasikan terkandung dalam kolostrum adalah <100.000 CFU/ml.

Rataan kandungan Immunoglobulin G (IgG) kolostrum sapi selama penyimpanan dalam suhu beku (-28°C)

Immunoglobulin G merupakan salah satu antibodi yang terkandung dalam kolostrum dan menjadi nutrisi utama yang harus dimiliki oleh pedet. Selama bunting, induk sapi tidak menyalurkan imunitas kepada pedet sehingga pedet lahir tanpa imunitas. Maka dari itu kolostrum yang dikonsumsi pertama kali oleh pedet harus memiliki kualitas yang baik, salah satunya adalah dengan pengecekan konsentrasi immunoglobulin.

Lama penyimpanan suhu beku (-28°C) selama 28 hari pada kolostrum tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap konsentrasi immunoglobulin G kolostrum sapi yang disimpan selama masa penyimpanan suhu beku (-28°C). Hal ini dibuktikan melalui pengamatan konsentrasi immunoglobulin G kolostrum selama penyimpanan suhu beku yang disajikan pada Tabel 1.

Tidak adanya penurunan konsentrasi immunoglobulin G kolostrum pada penelitian ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan kolostrum pada suhu beku (-28°C) tidak menyebabkan kerusakan pada struktur protein sehingga konsentrasi immunoglobulin pun tidak mengalami penurunan yang signifikan. Konsentrasi immunoglobulin memiliki keterkaitan dengan protein karena konsentrasi immunoglobulin G merupakan bagian dalam protein yang terdapat dalam kolostrum. Dari total protein yang terkandung di dalam kolostrum terdapat kandungan immunoglobulin G sebesar 19% (Nurliyani, 2020). Tidak adanya penurunan konsentrasi protein dapat disebabkan oleh rendahnya jumlah bakteri yang bersifat proteolitik, di mana pertumbuhannya terhambat akibat suhu beku (Paduraru et al., 2018). Pembekuan kolostrum pada suhu -20°C sampai -80°C dapat membantu mempertahankan faktor bioaktif (Sananta et al., 2012). Peranan senyawa bioaktif seperti laktoferin sebagai zat antimikroba akan menjaga kolostrum dari pertumbuhan bakteri. Konsentrasi immunoglobulin G yang tidak berubah signifikan dapat terjadi karena adanya perlakuan penyimpanan kolostrum beku (-28°C) yang mengakibatkan terhambatnya enzim proteolitik penyebab kerusakan protein yang sekaligus akan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi immunoglobulin G.

Hasil rata-rata konsentrasi immunoglobulin G di setiap perlakuannya pada penelitian ini masih sesuai dengan minimal konsentrasi immunoglobulin yang terkandung dalam kolostrum, yaitu 50 g/l. Hal ini dinyatakan oleh Godden (2008) bahwa konsentrasi Immunoglobulin G yang terkandung dalam kolostrum diharuskan >50 g/l.

KESIMPULAN

penyimpanan kolostrum sapi pada suhu beku (-28°C) memiliki pengaruh nyata terhadap penurunan pH, namun tidak memiliki pengaruh nyata terhadap perubahan total bakteri dan konsentrasi immunoglobulin. Rataan setiap perlakuan yang dihasilkan baik pada pH, total bakteri ataupun konsentrasi immunoglobulin G masih dalam kualitas yang dianjurkan untuk pemberian pada pedet.

KONFLIK DAN KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa proses pembuatan maupun publikasi artikel tidak terdapat konflik kepentingan yang dengan pihak manapun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam keberhasilan penelitian ini, termasuk civitas akademika Fakultas Peternakan Unpad serta UPTD BPTSP dan HPT Cikole yang telah menyediakan sumber daya yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningtyas, A. A., Pudjiastuti, W., & Ramadhan I. 2016. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap organoleptik, derajat keasaman, dan pertumbuhan bakteri coliform pada susu pasteurisasi. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 10(1):13–23. <https://doi.org/10.26578/jrti.v10i1.1732>.
- Cummins, C., Berry D. P., Murphy J. P., Lorenz, I., & Kennedy E. 2017. The effect of colostrum storage conditions on dairy heifer calf serum immuno- globulin g concentration and preweaning health and growth rate. *Journal of Dairy Science* 100, 525–535. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10892>.
- Cummins, C., Lorenz, I., & Kennedy, E. 2016. Short communication: The effect of storage conditions over time on bovine colostrum immunoglobulin G concentration, bacteria, and pH. *Journal of Dairy Science*, 99:4857–4863. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10276>.
- Danah, I., Akhdiat, T., & Sumarni, S. 2019. Lama penyimpanan pada suhu rendah terhadap jumlah bakteri dan pH susu hasil patesursasi dalam kemasan. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 1(1):49–54. <https://doi.org/10.37577/composite.v1i1.97>. .
- Fadliah, M, Taufik, E., & Arief, I. I. 2017. Karakteristik fisik dan kimiawi kolostrum kambing peranakan etawa di bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1), 11-14.
- Gasperz, V. 1995. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan (2). Tarsito.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39.
- Heinrichs, Jud & Jones, Coleen M. 2023. Colostrum management tools: hydrometers and refractometers. Available at <https://extension.psu.edu/colostrum-management-tools-hydrometers-and-refractometers> (diakses 1 Mei 2024)
- Larry, M., & James, T.P. 2001. BAM chapter 3: aerobic plate count. u.s. food and drug administration. Available at <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count> (diakses 16 Oktober 2023)
- Nurliyani. 2020. Imunologi Susu. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press.
- Pujiati. 2022. Teknik pengamatan mikroba. Madiun, Indonesia: UNIPMA Press Universitas PGRI Madiun
- Quigley, J. D., III, P. French., & R. E. James. 2000. Short communication: effect of ph on absorption of immunoglobulin g in neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 83:1853–1855. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75056-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75056-9).
- Ramírez-Santana, C., Pérez-Cano, F. J., Audí, C., Castell, M., Moretones, M. G., López-Sabater, M. C., & Franch, A. (2012). Effects of cooling and freezing storage on the stability of bioactive factors in human colostrum. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2319-2325. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5066>.
- Teme, N., Sio, S., & Purwantiningsih, T. I. 2021. Pengaruh wadah dan lama penyimpanan terhadap kualitas fisik dan jumlah bakteri susu sapi friesian holstein di benlutu. *Journal of Animal Science*, 6(1), 10-13. <https://doi.org/10.32938/ja.v6i1.753>.

- Tribst, A. A. L., Falcade, L. T. P., & M. M. de Oliveira. 2019. Strategies for raw sheep milk storage in smallholdings: effect of freezing or long term refrigerated storage on microbial growth. *Journal of Dairy Science*, 102(6). <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15715>.
- Yuniati, H., Sudarwanto, Mirnawati B., Soejoedono, R. Roso., & Komari. 1999. Pengaruh bakteri psikrotrof terhadap mutu gizi susu segar. *Nutrition and Food Research*, 22.