Hasil Penelitian | Diterima 10-01-2026 | Disetujui 11-05-2026

EFEKTIVITAS METODE EKSTRAKSI DNA YANG DIISOLASI DARI SAMPEL SUSU KAMBING SEGAR TERHADAP MUTU DNA YANG DIHASILKAN

Ema Komalasari[1]*, Hodijah Walidiyah Ahmad[1], Maryam Jameelah[1], Siti Nurjanah[2]
[1]*Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Jakarta*
[2]*Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor*

ABSTRAK: Bakteri patogen merupakan temuan yang paling sering terdeteksi dan menyumbang jumlah kasus penyakit bawaan pangan yang tinggi. Sebagai proses kontrol dan evaluasi, sampel pangan seringkali dianalisis cemaran bahaya mikrobiologinya melalui metode analisis molekuler dengan cara mendeteksi DNA patogen dalam sampel. Efisiensi metode molekuler sangat dipengaruhi oleh kualitas DNA yang diujikan. Keberhasilan proses ekstraksi DNA pada sampel pangan sangat bervariasi dan keberhasilannya dipengaruhi oleh karakteristik matriks pangan yang menjadi sampel identifikasi. Salah satu metode yang seringkali diujikan adalah metode fenol klorofom isoamil alkohol atau dikenal dengan metode PCI. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas metode esktraksi DNA genom dengan PCI yang diterapkan pada sampel susu kambing segar. Evaluasi proses ekstraksi DNA dilakukan pada 6 sampel susu kambing dengan 3 kali pengulangan proses pengujian mutu sehingga dihasilkan 18 data hasil kemurnian dan konsentrasi DNA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi DNA genom yang dihasilkan berkisar antara 105,8 - 250,6 ng/µl serta nilai kemurnian DNA yang dibaca pada rasio A260/A280 berkisar antara 1,97 – 2,04 dan pada rasio A260/A230 berkisar antara 1,34 – 1,64. Nilai tersebut cukup baik karena pembacaan A260/280 yang dihasilkan dari proses ekstraksi DNA telah memenuhi kriteria standar yaitu pada kisaran 1,8 – 2.0, namun pengujian pada pembacaan A260/A230 masih belum memenuhi kriteria standar yang seharusnya yaitu 2,0 – 2,2. Nilai parameter ini menunjukkan keberadaan kontaminan DNA yang dapat berupa residu fenol, guanidine, dan reagen lainnya yang digunakan dalam protokol ekstraksi. Selain itu, sampel seperti susu kambing diduga mengandung sejumlah matriks pangan lipid yang bisa menjadi salah satu sumber kontaminan dalam DNA.

Kata Kunci: Ekstraksi, genom DNA, mutu DNA, PCI, susu kambing

ABSTRACT: *Pathogenic bacteria are among the most frequently detected hazards in food and are major contributors to foodborne illnesses. For control and evaluation purposes, food samples are commonly analyzed for microbiological hazards using molecular methods based on DNA detection. The effectiveness of these methods depends largely on DNA quality, which is strongly influenced by the characteristics of the food matrix. One of the most commonly applied methods is the phenol–chloroform–isoamyl alcohol extraction method, commonly known as the PCI method. This study aimed to evaluate the effectiveness of the PCI method for genomic DNA extraction from fresh goat milk. Six goat milk samples were analyzed, and each sample was tested in triplicate, yielding 18 data points for DNA concentration and purity. The concentration of genomic DNA ranged from 105.8 to 250.6 ng/µL. DNA purity, measured by the A260/A280 ratio, ranged from 1.97 to 2.04, while the A260/A230 ratio ranged from 1.34 to 1.64. The results indicate that the extracted DNA was of acceptable quality because the A260/A280 values met the standard range of 1.8–2.0. However, the A260/A230 values were below the recommended range of 2.0–2.2, indicating the presence of contaminants such as residual phenol, guanidine, and other extraction reagents. Carbohydrates and proteins are common contaminants associated with nucleic acid isolation Lipid-rich components in fresh goat milk may also contribute to DNA contamination.*

Keywords: *Extraction, DNA genome, quality, PCI, goat milk*

PENDAHULUAN

Menyangkut keamanan pangan, telah diketahui bahwa bahaya mikrobiologi menyumbang persentase cemaran tertinggi dibanding bahaya kimia dan fisik. Bahaya mikrobiologi, terutama bakteri patogen merupakan temuan yang paling sering terdeteksi dan menyumbang jumlah kasus penyakit bawaan pangan yang tinggi serta menyebabkan kerugian pangan yang cukup

* Email korespondensi: ema.komala@uai.ac.id

besar. Hasil penelitian masih menunjukkan banyaknya laporan kontaminasi patogen dalam pangan, seperti kontaminasi *E. coli* patogenik pada minumas es (Novira et al. 2020; Komalasari et al. 2020), kontaminasi bakteri *S. typhimurium* dan *S. Enteritidis* pada daging ayam (Nurjanah et al. 2018), kontaminasi *Yersinia, Bacillus* dan beberapa patogen lainnya pada sawi (Kim et al. 2018), *Camplylobacter*, *E. coli* O157, *Listeria, Salmonella, Shigella, Vibrio*, dan *Yersinia* pada daging sapi segar maupun olahan (Zhang et al. 2016) dan masih ditemukannya temuan ketidaksesuaian dalam penerapan prosedur sanitasi dan higienitas pada rumah potong hewan yang merupakan potensi sumber cemaran mikrobiologi (Komalasari et al. 2022).

Susu kambing merupakan salah satu alternatif sumber susu bagi masyarakat Indonesia. Susu kambing diketahui memiliki beberapa kelebihan dibandingkan susu sapi yaitu memiliki sifat mudah dicerna dan relatif tidak memicu alergi dibandingkan dengan susu sapi (Pradini et al., 2021). Susu kambing merupakan salah satu produk susu yang dikonsumsi karena manfaat nutrisi dan sifat yang lebih mudah dicerna dibandingkan susu sapi. Namun, susu kambing juga dapat terkontaminasi oleh patogen yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Infeksi patogen dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan, terutama jika susu kambing tidak diproses atau disimpan dengan benar. Deteksi dini dan identifikasi patogen dalam susu kambing sangat penting untuk menjamin keamanan pangan dan kesehatan konsumen. Susu merupakan sumber gizi yang paling sempurna. Nilai gizinya yang lengkap menyebabkan susu dapat menjadi media yang sangat baik bagi mikroorganisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Salah satu mikroorganisme yang terdapat di dalam susu dan membahayakan kesehatan adalah *Staphylococcus aureus* (Nopiosi et al., 2022).

Sebagai proses kontrol dan evaluasi, sampel pangan seringkali dianalisis cemaran bahaya mikrobiologinya melalui berbagai cara dan metode, namum metode yang cepat dan banyak dikaji adalah metode analisis molekuler dengan cara mendeteksi DNA patogen dalam sampel. Efisiensi metode molekuler sangat dipengaruhi oleh kualitas DNA yang diujikan. Proses ekstraksi DNA pada sampel pangan sangat bervariasi dan keberhasilannya dipengaruhi oleh karakteristik matriks pangan yang menjadi sampel identifikasi. Piskata et al. (2019) membandingkan 8 metode ekstraksi pada sampel pangan yang berasal dari daging. Dari 8 metode tersebut, diketahui bahwa ekstraksi dengan phenol-klorofom menghasilkan rerata konsentrasi DNA sekitar 400 ng/uL. Metode Fenol-Klorofom-Isoamil alkohol (PCI) adalah salah satu teknik ekstraksi DNA yang digunakan untuk memisahkan DNA dari komponen seluler lainnya. Metode ini penting dalam persiapan sampel untuk analisis lebih lanjut seperti untuk pengujian analisis profil mikrobiota (Emamjomeh et al. 2023) maupun dalam mendeteksi DNA patogen. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat efektivitas metode ekstraksi DNA genom dengan metode PCI yang diterapkan pada sampel susu kambing segar.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah susu kambing segar yang berasal dari UMKM Agri Farm, Kabupaten Bandung Barat. Sampel susu kambing segar diambil dan dikondisikan pada botol steril serta disimpan dalam suhu dingin selama perjalanan untuk meminimalisir kerusakan susu dan kontaminasi. Susu yang telah sampai di Laboratorium kemudian disimpan dan dikondisikan pada suhu -20^{o}C. Bahan lainnya terdiri dari media Tryptone Soya Broth (OXOID), aquades, ddH_2O, larutan buffer TE (Tris Na_2EDTA), larutan lisozim (Geneid LY020), larutan SDS (Promega), larutan proteinase-K (Promega), larutan Fenol Kloroform Isoamil Alkohol, larutan Kloroform Isoamil Alkohol (Merck), Natrium Asetat, Etanol P.A 70%, NFW (*Nucleus Free Water*), *Agarose* (1st Base), *Red Gel* (Biotium), *loading dye* (Promega).

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan analitik (Fujitsu), *waterbath* (LabTech), inkubator (Memmert), sentrifus (Thermo Scientific), gel elektroforesis (Biorad), UV Transilluminator (Biometra), dan Nano Drop 2000 (Thermo Fisher).

Ekstraksi DNA

DNA genom diekstraksi dengan menggunakan metode fenol klorofom isoamilalkohol (PCI) dengan perbandingan

25:24:1 (BSN, 2022). Susu kambing segar sebelumnya disegarkan dalam media Tryptone Soya Broth dan diinkubasi selama 20 jam. Sebanyak 500 uL susu hasil inkubasi dimasukkan ke dalam tube 2.0 mL kemudian disentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan 12 000 × g. Lapisan lemak yang terbentuk pada bagian atas kemudian dibuang dan proses dilakukan sebanyak 2 kali. Sel bakteri yang mengendap kemudian dipindahkan ke tabung mikrosentrifus 1.5 mL untuk ditambahkan larutan buffer TE 1X sebanyak 500 uL. Campuran kemudian ditambahkan lisozim 20 mg/mL sebanyak 50 uL. Campuran larutan kemudian diinkubasi pada suhu 37 ^{o}C selama 1 jam. Setelah proses inkubasi, ditambahkan 25 uL larutan SDS 10% dan 25 uL proteinase K (20 mg/ml). Campuran kemudian diinkubasi kembali pada suhu 60 ^{o}C selama 10 menit. Setelah proses inkubasi, kemudian ditambahkan 500 uL larutan PCI (25:24:1) kemudian campuran disentrifugasi pada kecepatan 12 000 × g selama 3 menit. Fase cair bagian atas dipindahkan ke tabung yang baru dan tambahkan kembali larutan CI (24:1) sebanyak 1x bagian volume. Larutan campuran kemudian disentrifugasi kembali dengan kecepatan 12 000 × g selama 3 menit dan pindahkan kembali fase bagian atas ke dalam tabung baru. Tambahkan 3 M larutan natrium asetat sebanyak 0,1 x bagian volume dan isopropanol dingin sebanyak 1 x bagian volume. Larutan diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 12 000 × g selama 15 menit. Pelet DNA yang dihasilkan dicuci dengan hati-hati menggunakan etanol 70%. Keringkan pelet DNA yang dihasilkan dan larutkan DNA dalam 50-100 uL *nuclease free water* dan simpan DNA pada suhu -20 ^{o}C.

Analisis Konsentrasi dan Mutu DNA

Hasil ekstraksi DNA dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif, DNA hasil ekstraksi dievaluasi melalui tahap elektroforesis menggunakan gel agarose 1%. Hasil visualisasi DNA dengan gel elektroforesis berupa kenampakan pita DNA genom dari masing-masing bakteri. Secara kuantitatif, DNA hasil ekstraksi diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 260, 280, dan 230 menggunakan Nano Drop spektrofotometer. DNA dikatakan murni jika rasio diantara kedua nilai absorbansi tersebut berada pada selang 1.8 hingga 2.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

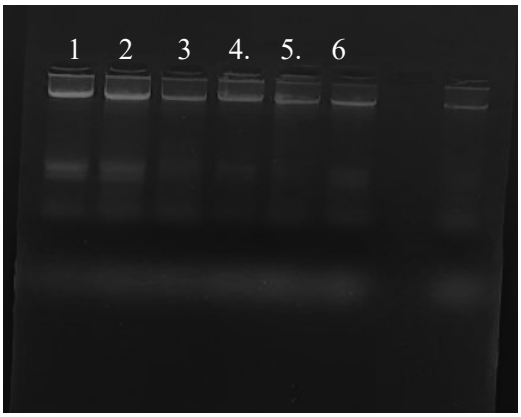
Salah satu tahap penting dalam metode analisis molekuler adalah tahap ekstraksi DNA. Isolasi DNA merupakan tahap pertama dari berbagai teknologi analisis DNA. Prinsip dasar isolasi DNA adalah serangkaian proses untuk memisahkan DNA dari komponen-komponen sel seperti protein, lipid, karbohidrat, dan komponen lainnya yang dapat ikut terpurifikasi bersama DNA target. Tahap isolasi harus dilakukan dengan baik dan bebas kontaminasi. Ekstraksi DNA menjadi titik kritis yang sangat mempengaruhi hasil analisis (Neidhöfer et al. 2023). Isolasi DNA merupakan prosedur multi tahap, termasuk lisis sel dengan perlakuan enzim dan atau detergen, ekstraksi DNA, dan DNA *recovery* dengan presipitasi alkohol. Proses ektraksi DNA dapat dilakukan dengan beberapa metode ekstraksi. Salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan metode ekstraksi adalah waktu yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan ekstraksi serta kebutuhan biaya.

Secara kuantitatif, konsentrasi DNA genom yang dihasilkan bervariasi antara 105,8 - 250,6 ng/µl dengan nilai kemurnian sekitar 1,97 – 2,04 pada rasio A260/A280. Nilai kemurnian DNA pada rasio A260/280 menunjukkan bahwa DNA yang dihasilkan dari metode PCI dapat dikatakan murni karena masuk dalam kisaran yang ditetapkan. Nilai perbandingan kemurnian yang kurang dari 1.8 atau lebih dari 2.0 menunjukkan bahwa DNA masih terkontaminasi oleh fenol atau protein lainnya (Lucena-Aguilar et al. 2016). Sementara itu pada hasil pengukuran nilai kemurnian DNA pada rasio absorbansi 260 dan 230 (A260/A230) nilainya berkisar antara 1,34 – 1,64. Nilai ini masih belum memenuhi kriteria standar yang seharusnya yaitu 2,0 – 2,2 (Viljoen et al. 2022). Lebih lengkap, rekap data nilai konsentrasi dan kemurnian DNA hasil ekstraksi dengan metode PCI disajikan pada Tabel 1. Hasil visualisasi DNA dengan gel elektroforesis (kualitatif) dari hasil proses ekstraksi disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Nilai Konsentrasi dan Kemurnian DNA yang Dihasilkan

No	Kode Sampel	Konsentrasi (ng/μL)	Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang			Rasio Panjang Gelombang (Kemurnian DNA)	
			260	280	230	260/280	260/230
1	K1A-1	250,6	5,01	2,53	3,13	1,98	1,60
2	K1A-2	250,5	5,01	2,54	3,13	1,98	1,60
3	K1A-3	249,9	5,00	2,54	3,14	1,97	1,59
4	K1B-1	124,0	2,48	1,23	1,60	2,01	1,55
5	K1B-2	123,3	2,47	1,22	1,54	2,02	1,60
6	K1B-3	123,1	2,46	1,22	1,55	2,02	1,59
7	K2A-1	224,9	4,50	2,25	2,74	2,00	1,64
8	K2A-2	223,3	4,47	2,23	2,72	2,00	1,64
9	K2A-2	220,9	4,42	2,20	2,71	2,01	1,63
10	K2B-1	107,9	2,16	1,09	1,61	1,98	1,34
11	K2B-2	105,8	2,12	1,06	1,50	1,99	1,41
12	K2B-3	114,7	2,29	1,16	1,65	1,98	1,39
13	K3A-1	125,5	2,51	1,25	1,63	2,02	1,54
14	K3A-2	128,2	2,56	1,27	1,66	2,02	1,54
15	K3A-3	129,9	2,60	1,29	1,70	2,02	1,53
16	K3B-1	108,2	2,16	1,06	1,50	2,04	1,44
17	K3B-2	107,7	2,15	1,06	1,50	2,03	1,44
18	K3B-3	108,0	2,16	1,07	1,51	2,02	1,43
Rata-rata			3,14	1,57	2,03	2,01	1,53
SD			1,18	0,60	0,67	0,02	0,09

Keterangan:
K1A1-3 dan K1B1-3: Sampel DNA yang berasal dari kambing ke 1, ulangan sampel ke 1 dan 2 dan ulangan analisis ke 1-3;
K2A1-3 dan K2B1-3: Sampel DNA yang berasal dari kambing ke 2, ulangan sampel ke 1 dan 2 dan ulangan analisis ke 1-3;
K3A1-3 dan K3B1-3: Sampel DNA yang berasal dari kambing ke 3, ulangan sampel ke 1 dan 2 dan ulangan analisis ke 1-3.



Gambar 1. Hasil visualisasi DNA hasil elektroforesis (Keterangan: 1=K1A; 2=K1B; 3=K2A; 4=K2B; 5=K3A; 6=K3B)

Dalam melakukan isolasi DNA, tahapan lisis merupakan suatu bagian yang memegang peranan penting dalam mendukung keberhasilan proses isolasi dan ekstraksi. Parameter nilai rasio 260/230 merupakan parameter sekunder dalam menentukan

kualitas DNA hasil isolasi. Nilai parameter ini menunjukkan keberadaan kontaminan DNA yang dapat berupa residu fenol, guanidine, dan reagen lainnya yang digunakan dalam protocol ekstraksi. Karbohidrat dan protein adalah kontaminan umum yang terkait dengan isolasi asam nukleat. Selain itu, sampel seperti susu kambing diduga mengandung sejumlah matriks pangan lipid yang bisa menjadi salah satu sumber kontaminan dalam DNA (Bastam et al. 2021). Jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari studi yang dilakukan oleh Piskata et al. 2019 yang juga menggunakan metode ekstraksi fenol-klorofom, nilai konsentrasi DNA yang dihasilkan pada penelitian ini memang lebih rendah. Piskata et al. (2019) menghasilkan rerata konsentrasi DNA sebesar 400 ng/uL. Tetapi perbedaan nilai ini wajar terjadi karena adanya perbedaan matriks sampel yang digunakan. Piskata dalam penelitiannya melakukan analisis ekstraksi tersebut pada sampel-sampel berupa daging seperti ayam, babi, dan sapi. Lebih lanjut studi yang dilakukan Sunaryo et al. (2023) menunjukkan adanya korelasi positif antara konsentrasi dan kemurnian DNA yang dihasilkan dengan lama waktu inkubasi. Data menunjukkan terdapat periode optimal inkubasi pada proses ekstraksi DNA. Lama waktu inkubasi 45 menit menghasilkan konsentrasi DNA tertinggi, yaitu 452.6 ng/uL dibandingkan dengan waktu inkubasi 60 menit (1 jam) yang hanya menghasilkan konsentrasi DNA sebanyak 164 ng/uL. Dalam penelitian yang dilakukan ini, memang tidak ada perlakukan terkait variasi waktu inkubasi. Namun, studi yang dilakukan oleh Sunaryo et al. (2023) mampu memberikan pertimbangan dalam penetapan metode ekstraksi PCI yang akan dilakukan, sehingga dapat dilakukan optimasi metode PCI sebelumnya.

SIMPULAN

Hasil pengujian efektivitas metode ekstraksi PCI pada sampel susu kambing menunjukkan nilai parameter mutu yang baik untuk rasio A260/A280, dengan kisaran nilai 1,97 - 2.00 (rerata 2,01, SD: 0,02). Namun pada rasio A260/A230, nilai yang dihasilkan masih dibawah standar, yaitu hanya sebesar 1,34 - 1,64 (rerata 1,53, SD: 0,09). Nilai yang belum memenuhi standar menunjukkan masih ada pengotor/kontaminan dalam DNA, berupa residu fenol atau reagen lainnya. Saran untuk perbaikan penelitian adalah perlunya penambahan reagen yang dapat meningkatkan puritas DNA, salah satu yang dapat dicoba adalah *RNAse away* atau agen pengkelat/resin seperti *chelex100* dan juga proses optimasi proses ekstraksi, terlebih terkait waktu inkubasi DNA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Kemdikbudristek atas pemberi dana penelitian melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2024. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional (2024) *Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Nucleic acid extraction*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Bastam, M. M., Jalili, M., Pakzad, I., Maleki, A., & Ghafourian, S. (2021). Pathogenic bacteria in cheese, raw and pasteurised milk. Veterinary Medicine and Science, 7, 2445–2449. https://doi.org/10.1002/vms3.604.

Emamjomeh, M., Hashim, A.M., Mutalib, N.A.A., Mokhtar, N.F.K., Mustapha. N.A., Maeda. T., Nordin, S.A. (2023). Profiling bacterial communities and foodborne pathogens on food-assosiated surface following contact with raw beef, chicken and pork using 16S amplicon metagenomics. Food Control. 149. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109698.

Kim, D., Hong, S., Kimm Y,T., Ryu, S., Kim, H.B., Lee, J.H. (2018). Metagenomic approach to identifying foodborne pathogens on Chinese cabbage. Journal of Microbiololy and Biotechnology. 28 (2): 227-235. https://doi.org/10.4014/jmb.1710.10021.

Komalasari, E., Jameelah, M., Imam, S. (2022). Penerapan Prosedur Sanitasi dan higiene rumah potong hewan ruminansia di Jakarta. Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan. 4(2): 100-104.

Komalasari, E., Rahayu, W.P., Nurjanah, S. (2020). Evaluation of multiplex SYBR green

real-time PCR assay for detection of pathogenic *Eschericia coli*. International Journal of Engineering and Technololgy. 9(2): 448-453.

Neidhöfer, C., Bagniceva, M.,Wetzig, N., Sieber, M.A., Thiele, R., Parˇcina, M. (2023). Pragmatic Considerations When Extracting DNA for Metagenomics Analyses of Clinical Samples. International Journal of Molecular Sciences. 24. 11262. https://doi.org/10.3390/ ijms241411262.

Lucena-Aguilar, G., Sánchez-López, A. M., Barberán-Aceituno, C., Carrillo-Ávila, J. A., López-Guerrero, J. A., & Aguilar-Quesada, R. (2016). DNA source selection for downstream applications based on DNA quality indicators analysis. Biopreservation and Biobanking, *14*(4), 264–270. https://doi.org/10.1089/bio.2015.0074

Nopiosi, A.A., Ferasyi, T.R. and Abrar, M., (2022). Pemeriksaan Jumlah Cemaran Staphylococcus aureus pada Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) di Peternakan Adoe A Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET)*, *6*(3), pp.89-95.

Novira, D.P., Rahayu, W.P., Nuraida, L., Nurjanah, S., Komalasari, E. (2020). Prevalence and quantity of pathogenic *Eschericia coli* in ice-based beverage in Bogor, Indonesia. Malaysian Journal of Microbiology. 16(3): 159-166.

Nurjanah, S., Rahayu, W.P., Al Mutaqin, L. (2018). Detection method for Salmonella Typimurium and Salmonella Enteritidis using real-time polymerase chain reaction. International Journal of Engineering and Technololgy. 7(4): 302-306.

Piskata, Z., Servusova, E., Babak, V., Nesvadbova, M., Borilova, G. (2019). The quality of DNA isolated from processed food and feed via different extraction procedures. Molecules. 24, 1188. DOI:10.3390/molecules24061188.

Pradini, S.P., Fauziah, N., Widyastuti, R., Syamsunarno, M.R.A.A. (2021) Kualitas Mikrobiologi Susu kambing segar dari sebuah peternakan kambing perah skala kecil di Desa Cimalaka, Sumedang. Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat. 10 (2): 110-114

Viljoen, C.D., Booysen, C., Tantuan, S.S. (2022). The suitability of using spectrophotometry to determine the concentration and purity of DNA extracted from processed food matrices. Journal of Food Composition and Analysis, volume 112, 2022, 104689. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104689.

Zhang, H.N., Hou, P.B., Chen, Y.Z., Ma, Y., Li, X.P., Lv, H., Wang, M., Tan, H.L., Bi, Z.W. (2016). Prevalence of foodborne pathogens in cooked meat and seafood from 2010 to 2013 in Shandong Province, China. Iran Journal of Public Health. 2016; 45 (12): 1577-1585.