Jurnal Kedokteran MEDITEK
Volume 32, Number 5, Tahun 2026 page.190-198
p-ISSN: 2686-1437 e-ISSN: 2686-0201
https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v32i5.4157

Estimasi Interval *Post-Mortem* Berdasarkan Laju Dekomposisi Jaringan di Berbagai Segmen Sungai Ciliwung

Shakira Nurlaili Alifia[1*], Liauw Djai Yen[1], Handy Winata[2], Purnamawati[3]
[1]Departemen Forensik dan Medikolegal, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana
[2]Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana
[3]Departemen Histologi dan Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana

ARTICLE INFO

Article history:
Received: January 18, 2026
Revised: April 1, 2026
Accepted: August 29, 2026
Available online: September 15, 2026

Keywords: *Ciliwung River, decomposition, forensic, post-mortem, water microbiology*

This is an open-access article under the CC BY-SA 4.0 license.

Copyright © 2026 by Shakira Nurlaili Alifia, Liauw Djai Yen, Handy Winata, Purnawati. Published by Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana

ABSTRACT

Introduction: *The Ciliwung River is frequently reported as a location of drowning cases in Indonesia. Variations in aquatic environmental conditions along the river are presumed to influence the rate of postmortem tissue decomposition, which plays an important role in postmortem interval estimation in forensic investigations. However, empirical data regarding tissue decomposition rates in tropical aquatic environments remain limited.* ***Purpose:*** *This study aimed to determine and compare the decomposition rate of beef as a postmortem decay model in the upstream, midstream, and downstream segments of the Ciliwung River.* ***Methods:*** *This descriptive experimental study used 30 beef samples measuring 2×2×2 centimeters with an initial weight of 9.3 grams. The samples were divided into six groups, consisting of two control groups and four treatment groups based on water sources from different segments of the Ciliwung River. Observations were conducted over a 10-day period at 24-hour intervals, assessing changes in color, odor, texture, and mass. Water microbiological analysis was performed using the Most Probable Number method to determine fecal coliform and total coliform levels.* ***Results:*** *The fastest decomposition rates were observed in the second midstream and downstream segments, whereas the upstream segment exhibited the slowest decomposition. Higher coliform levels were correlated with accelerated decomposition.* ***Conclusion:*** *Decomposition rates differed among segments of the Ciliwung River and were influenced by aquatic microbiological conditions. This study provides preliminary data to support postmortem interval estimation in forensic investigations within tropical aquatic environments.*

1. PENDAHULUAN

Tenggelam merupakan salah satu penyebab kematian yang masih sering terjadi di Indonesia.[1] Sungai Ciliwung, yang mengalir melalui wilayah padat penduduk, kerap dilaporkan sebagai lokasi penemuan korban tenggelam akibat kecelakaan, bencana, maupun tindak kriminal. Karakteristik aliran sungai yang panjang dan berarus deras dapat menyebabkan perpindahan jenazah, sehingga menyulitkan estimasi interval *post-mortem* dan rekonstruksi kejadian dalam investigasi forensik.

Kualitas air Sungai Ciliwung yang buruk akibat pencemaran domestik dan industri menyebabkan perbedaan kondisi lingkungan pada segmen hulu, tengah, dan hilir. Variasi kandungan mikroorganisme dan faktor kimia perairan tersebut berpotensi memengaruhi laju dekomposisi jaringan *post-mortem*.[2] Dalam kajian tanatologi forensik, proses pembusukan sangat dipengaruhi oleh interaksi faktor internal tubuh dan lingkungan sekitar.

*Corresponding author: Shakira Nurlaili Alifia
E-mail address: Shakira.102021015@civitas.ukrida.ac.id

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas proses dekomposisi *post-mortem* di lingkungan perairan, namun sebagian besar dilakukan di wilayah beriklim subtropis dengan karakteristik lingkungan yang berbeda dari Indonesia. Selain itu, penelitian yang secara spesifik membandingkan laju dekomposisi berdasarkan variasi segmen sungai dalam satu aliran yang sama masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengevaluasi pengaruh perbedaan kondisi mikrobiologi air antar segmen Sungai Ciliwung terhadap laju dekomposisi jaringan sebagai model estimasi interval *post-mortem*.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan deskriptif yang bertujuan menganalisis laju dekomposisi jaringan daging sapi dalam media air Sungai Ciliwung dari berbagai segmen. Penelitian dilakukan pada bulan September–Oktober 2025.

Pengambilan media perlakuan air dilakukan secara aseptik dari empat titik Sungai Ciliwung, yaitu Telaga Saat (hulu), Depok (tengah pertama), Pintu Air Manggarai (tengah kedua), dan Muara Ancol (hilir). Sampel air diambil pada kedalaman ±10–20 cm dari permukaan menggunakan jeriken steril dengan volume masing-masing 10 liter, kemudian masing-masing media perlakuan air diambil kembali kedalam wadah botol steril sebanyak 250 ml dan disimpan dalam cool box untuk dibawa ke laboratorium dalam waktu kurang dari 6 jam setelah pengambilan.

Sampel daging sapi diperoleh dari Rumah Potong Hewan Dharma Jaya, bagian musculus biceps femoris. Daging dipotong menggunakan alat steril dengan ukuran 2×2×2 cm dan massa awal 9,3 gram. Seluruh sampel berasal dari bagian jaringan hewan yang sama untuk meminimalkan variasi biologis, serta daging dibilas selama 1 detik di tiap sisinya untuk membersihkan permukaan daging dari bakteri yang berada lingkungan luar.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam kelompok perlakuan dan lima pengulangan sehingga total sampel berjumlah 30. Penentuan jumlah sampel didasarkan pada rumus n = p × u (p = jumlah perlakuan dan u = jumlah pengulangan). Kelompok penelitian terdiri dari K1 (aquadest steril), K2 (udara dalam wadah tertutup), P1 (air hulu), P2 (air tengah pertama), P3 (air tengah kedua), dan P4 (air hilir).

Setiap sampel direndam dalam 200 mL media cair dalam wadah plastik steril berpenutup dengan rasio massa dan volume yang seragam. Wadah disimpan pada suhu ruang (±27–30°C) tanpa paparan sinar matahari langsung. Kondisi lingkungan tidak dimanipulasi selama penelitian.

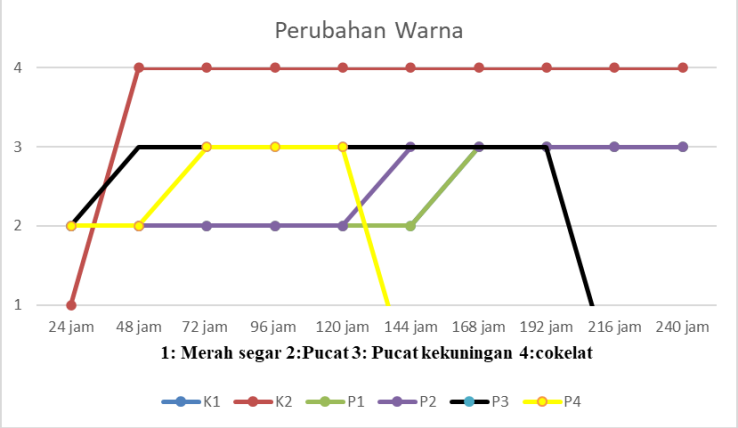
Pengamatan dilakukan selama 10 hari dengan interval 24 jam terhadap perubahan warna, bau, tekstur, dan massa. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram. Penilaian perubahan makroskopik dilakukan menggunakan skala semi-kuantitatif: warna (0 = merah, 1 = pucat, 2 = kekuningan, 3 = kecokelatan), bau (0 = tidak berbau, 1 = ringan, 2 = menyengat, 3 = sangat menyengat), tekstur (0 = utuh, 1 = merenggang, 2 = rapuh, 3 = hancur). Untuk meminimalkan bias subjektivitas, seluruh pengamatan dilakukan oleh peneliti yang sama menggunakan kriteria yang telah ditetapkan. Pemeriksaan mikrobiologi air dilakukan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) untuk *fecal* coliform dan total coliform di Laboratorium Kesehatan Daerah Jakarta Pusat.

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana dengan nomor surat laik etik: 2056/SLKE/IM/UKKW/FKIK/IX/2025.

3. HASIL

Sebanyak 30 sampel daging sapi dianalisis selama periode pengamatan 10 hari. Berdasarkan Gambar 1, perubahan warna tercepat terjadi pada kelompok P3 yang mulai menunjukkan perubahan menuju kekuningan dalam waktu lebih singkat dibandingkan kelompok lain. Kelompok P1 dan kontrol menunjukkan perubahan warna yang lebih lambat.

Gambar 1.
Kurva laju dekomposisi perubahan warna



Berdasarkan Tabel 1, perubahan bau sampel daging sapi mulai terlihat sejak 48 jam pengamatan, ditandai dengan munculnya bau busuk hingga menyengat pada beberapa kelompok. Pada 24 jam awal, seluruh kelompok baik kontrol maupun perlakuan masih menunjukkan bau menyerupai daging segar, meskipun pada beberapa sampel telah terdeteksi penurunan intensitas bau.

Memasuki 72 hingga 96 jam, seluruh kelompok menunjukkan bau menyengat yang menandakan peningkatan aktivitas dekomposisi. Setelah 120 hingga 168 jam, tidak ditemukan perbedaan bermakna antar kelompok, di mana seluruh sampel secara konsisten menunjukkan bau menyengat yang kuat hingga akhir periode pengamatan (240 jam). kelompok P3 dan P4 menunjukkan perubahan bau paling cepat dengan kategori sangat menyengat, sedangkan kelompok kontrol cenderung mengalami perubahan bau lebih lambat. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap aktivitas pembusukan.

Tabel 1.
Perubahan bau sampel daging sapi

Kelompok	Waktu Awal Bau Busuk (jam)	Waktu Awal Bau Menyengat	Interpretasi
K1	48	96	Lambat
K2	-	48	Sangat cepat
P1	48	72	Lambat
P2	48	72	Cepat
P3	48	48	Sangat cepat
P4	48	48	Sangat cepat

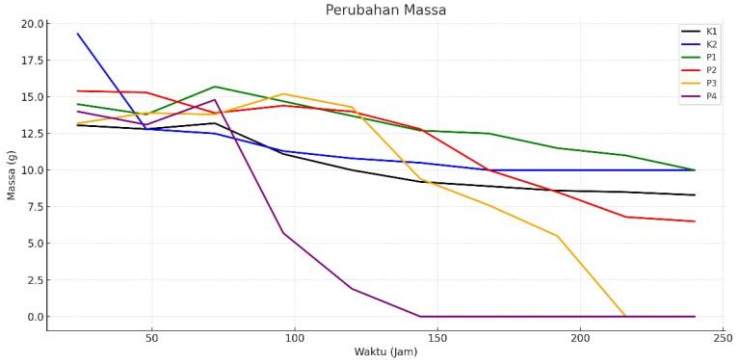
Pada Tabel 2, perubahan tekstur paling cepat terjadi pada kelompok P3 dan P4 yang mencapai kondisi hancur lebih awal dibandingkan kelompok lain. Kelompok kontrol tidak menunjukkan perubahan signifikan selama periode awal pengamatan.

Tabel 2.
Perubahan tekstur sampel daging sapi

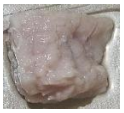
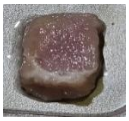
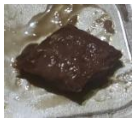
Kelompok	Awal Merenggang (Jam)	Awal Rapuh (Jam)	Awal Hancur (Jam)
K1	-	-	-
K2	120	-	-
P1	144	-	-
P2	96	216	-
P3	24	168	216
P4	72	96	144

Berdasarkan Gambar 2, penurunan massa paling signifikan terjadi pada kelompok P4 sejak hari ke-4, diikuti oleh kelompok P3. Sementara itu, kelompok P1 menunjukkan penurunan massa paling lambat.

Gambar 2.
Kurva laju dekomposisi perubahan massa



Tabel 3.
Visualisasi sampel daging sapi

Waktu (jam)	K1	K2	P1	P2	P3	P4
24						
48						
72						
96						
120						

Waktu (jam)	K1	K2	P1	P2	P3	P4
144						-
168						-
196						-
216					-	-
240					-	-

Hasil pemeriksaan mikrobiologi menunjukkan bahwa nilai *fecal* coliform dan total coliform tertinggi terdapat pada segmen tengah kedua (P3), yang sejalan dengan percepatan laju dekomposisi pada kelompok tersebut.

Tabel 4.
Hasil laboratorium pemeriksaan mikrobiologi

Parameter	P1	P2	P3	P4
MPN *Fecal* Coli	10	282	573	185
Total Caliform	391	393	909	249

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju dekomposisi jaringan dipengaruhi secara signifikan oleh kondisi lingkungan perairan. Perbedaan karakteristik geografis dan aktivitas manusia pada tiap segmen Sungai Ciliwung berkontribusi terhadap variasi proses pembusukan. Kelompok kontrol aquadest (K1) menunjukkan dekomposisi paling lambat, menegaskan bahwa autolisis endogen tanpa keterlibatan mikroorganisme eksternal menghasilkan degradasi jaringan yang minimal.[3] Temuan ini sejalan dengan prinsip tafonomi forensik yang menempatkan mikroorganisme sebagai faktor utama dalam dekomposisi *post-mortem*.[4]

Perubahan warna jaringan mencerminkan degradasi bertahap hemoglobin dan mioglobin.[5] Kelompok P3 mengalami perubahan warna tercepat, yang berkaitan dengan tingginya beban bakteri. Aktivitas bakteri aerob menurunkan tekanan oksigen jaringan sehingga mempercepat oksidasi pigmen menjadi metmioglobin. Pada kelompok udara (K2), perubahan warna cokelat terjadi lebih cepat akibat oksidasi langsung, namun pada fase lanjutan diskolorasi lebih luas ditemukan pada kelompok dengan kontaminasi bakteri tinggi. Pembentukan pigmen kehijauan seperti sulfmioglobin juga berkaitan dengan aktivitas bakteri dan perubahan kondisi

oksidasi–reduksi lingkungan.[6] Temuan ini sejalan dengan literatur yang menjelaskan bahwa aktivitas mikroba selama pembusukan dapat mempercepat diskolorasi daging melalui peningkatan oksidasi myoglobin (pembentukan metmioglobin) serta perubahan kondisi pH dan redoks lokal akibat metabolit yang dihasilkan, sehingga stabilitas warna daging menurun seiring pertumbuhan mikroba dan progres pembusukan.[7]

Perubahan bau berkembang lebih cepat pada kelompok P3 dan P4 dibandingkan kelompok hulu. Proses pembusukan oleh bakteri heterotrof menghasilkan senyawa organik volatil, seperti amonia, senyawa sulfur volatil, indol, serta amin seperti putresin dan kadaverin, yang merupakan hasil degradasi asam amino.[8] Perbedaan karakter bau antara kelompok K2 dengan kelompok lainnya mencerminkan variasi jalur metabolisme bakteri aerob dan anaerob selama proses dekomposisi.[9] Penelitian oleh Cernosek *et al*. (2020) mengidentifikasi berbagai senyawa berbau yang dihasilkan oleh bakteri *post-mortem*,[10] sementara Furuta et al. (2024) mendokumentasikan beragam senyawa volatil yang terbentuk selama proses dekomposisi. Temuan ini menunjukkan bahwa senyawa hasil metabolisme mikroorganisme tersebut berubah seiring waktu dan dapat digunakan sebagai indikator tahapan dekomposisi.[11,12]

Perubahan tekstur menunjukkan hubungan yang jelas dengan tingkat kontaminasi mikrobiologi. Kelompok P3 mencapai kondisi hancur pada jam ke-216, sedangkan K1 tetap mempertahankan konsistensi padat hingga 240 jam, menegaskan peran bakteri dalam degradasi jaringan. Proses ini dimediasi oleh enzim proteolitik, terutama yang mendegradasi kolagen sebagai komponen utama jaringan ikat. Aktivitas bakteri proteolitik seperti Bacillus serta bakteri lain seperti Clostridium, Vibrio, dan Pseudomonas berkontribusi dalam pemecahan struktur protein jaringan.[13] Lingkungan perairan mendukung penyebaran bakteri dan enzim sehingga mempercepat kolonisasi dan degradasi jaringan, sedangkan paparan udara cenderung menghambat proses tersebut akibat pengeringan permukaan.[14,15]

Penurunan massa jaringan mencerminkan kehilangan komponen akibat degradasi dan difusi produk pembusukan ke lingkungan sekitar. Kelompok P3 menunjukkan penurunan massa tercepat, sejalan dengan aktivitas mikrobiologi yang tinggi. Penurunan massa terjadi akibat pemecahan protein menjadi molekul kecil yang larut air serta pelepasan gas dan senyawa organik selama pembusukan, sementara peningkatan massa awal pada beberapa kelompok kemungkinan disebabkan oleh penyerapan cairan lingkungan. [16,17]

Temuan menarik ditunjukkan oleh kelompok P4, yang mengalami laju dekomposisi relatif cepat meskipun nilai coliform lebih rendah dibandingkan P3 dan P2. Hal ini menunjukkan bahwa parameter coliform tidak sepenuhnya merepresentasikan populasi bakteri pengurai secara keseluruhan. Kemungkinan keberadaan bakteri proteolitik non-coliform serta paparan kontaminan kimia di daerah hilir turut berperan dalam percepatan pembusukan.[18] Selain itu, perbedaan nilai mikrobiologi antar segmen juga dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan, termasuk kepadatan pemukiman dan proses self-purification alami sungai.[19,20]

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa laju dekomposisi *post-mortem* di perairan tropis dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor mikrobiologi dan lingkungan. Temuan ini memberikan dasar ilmiah untuk mendukung estimasi interval *post-mortem* pada kasus forensik di lingkungan sungai tropis, khususnya Sungai Ciliwung.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa laju dekomposisi post-mortem di Sungai Ciliwung berbeda pada setiap bagian wilayah dan dapat dinilai melalui perubahan warna, bau, tekstur, dan massa jaringan. Laju dekomposisi paling lambat ditemukan di daerah hulu (P1), sedangkan yang tercepat terjadi di daerah tengah kedua (P3) dan hilir (P4). Tingginya jumlah *fecal* coli dan total coliform berhubungan dengan percepatan proses pembusukan, khususnya pada daerah P3, sehingga menegaskan peran bakteri dalam dekomposisi *post-mortem* di lingkungan perairan.

Meskipun demikian, laju dekomposisi yang cepat di daerah hilir (P4) tidak sepenuhnya sejalan dengan nilai coliform tertinggi, menunjukkan adanya pengaruh faktor lain di luar parameter mikrobiologi yang diteliti, seperti mikroorganisme non-coliform, karakteristik fisik–kimia air, serta paparan limbah industri. Keterbatasan penelitian ini meliputi belum dilakukannya analisis kimia air dan terbatasnya pemeriksaan mikrobiologi pada bakteri coliform. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mencakup pemeriksaan parameter kimia air dan pengembangan analisis mikrobiologi yang lebih luas guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi dekomposisi *post-mortem* di perairan Sungai Ciliwung.

6. KONTRIBUSI PENULIS

SNA: konsep, metodologi, studi eksperimental, analisis data, penulisan draft, visualisasi. LDY: konsep, metodologi, validasi, supervisi penelitian, editing dan review. HW: konsep, metodologi, validasi, supervisi penelitian, editing dan review. P: evaluasi, editing dan review.

7. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Laboratorium Kesehatan Daerah Jakarta Pusat atas bantuan dalam pemeriksaan mikrobiologi serta kepada Rumah Potong Hewan Dharma Jaya atas dukungan dalam penyediaan sampel penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan ilmiah selama proses penelitian.

8. PERNYATAAN PENGGUNAAN ARTIFICIAL INTELEGENCE DALAM NASKAH

Penulis menyatakan bahwa dalam proses penulisan tidak menggunakan bantuan AI.

9. DAFTAR PUSTAKA

1. Putri ND, Amni R. Tenggelam Knowledge of Water Tourism Workers in Providing First Aid to Drowning Victims. J Healthc Technol Med. 2025;11(1):26–31.
   DOI: https://doi.org/10.33143/jhtm.v11i1.4567
2. Emam A, Mujalid H, Altamimi N, Faraj W, Almutairi M, Alresheedi Z, et al. Classification of Post-Mortem Changes and Factors Affecting It. J Healthc Sci. 2022;2(9):213–218.
   DOI: https://doi.org/10.52533/JOHS.2022.2901
3. Wiratno EN. Analisis Komparatif Kualitas Air Sungai Ciliwung Menggunakan Weighted Arithmetic Water Quality Index (WAWQI) dan Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI). Water Mar Pollut J (PoluSea). 2025;3(1):1–18.
   DOI: https://doi.org/10.21776/ub.polusea.2025.003.01.1

4. Hauther KA, Cobaugh KL, Jantz LM, Sparer TE, DeBruyn JM. Estimating Time Since Death from Postmortem Human Gut Microbial Communities. J Forensic Sci. 2015;60(5):1234–1240.
DOI: https://doi.org/10.1111/1556-4029.12828
5. Reese BK. The Thanatomicrobiome: A Missing Piece of the Microbial Puzzle of Death. Front Microbiol. 2016;7:225.
DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00225
6. Smith CL, Geornaras I, Nair MN. Impact of Spoilage Bacterial Populations on Discoloration of Beef Steaks. Meat Muscle Biol. 2024;8(1):1–13.
DOI: https://doi.org/10.22175/mmb.17796
7. Ruedt C, Gibis M, Weiss J. Meat Color and Iridescence: Origin, Analysis, and Approach to Modulation. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2023;22(4):60–69.
DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.13191
8. Zissler A, Stoiber W, Steinbacher P, Geissenberger J, Monticelli FC, Pittner S. Postmortem Protein Degradation as a Tool to Estimate the Postmortem Interval: A Systematic Review. Diagnostics. 2020;10(12):1014.
DOI: https://doi.org/10.3390/diagnostics10121014
9. Kumar V, Singh M, Devi A, Rani K, Kumar A, Kumar S. Microbial Volatile Organic Compounds: Applications and Future Prospects. Asian J Biol Life Sci. 2021;10(3):533–538.
DOI: https://doi.org/10.5530/ajbls.2021.10.71
10. Xie Y, Liu X, Wei H, Chen X, Gong N, Ahmad S. Insight into Impact of Sewage Discharge on Microbial Dynamics and Pathogenicity in River Ecosystem. Sci Rep. 2022;12:1–12.
DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-09579-x
11. Mogilnicka I, Bogucki P, Ufnal M. Microbiota and Malodor—Etiology and Management. Int J Mol Sci. 2020;21(8):2886.
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms21082886
12. Cernosek T, Eckert KE, Carter DO. Volatile Organic Compound Profiling from Postmortem Microbes Using Gas Chromatography–Mass Spectrometry. J Forensic Sci. 2019;64(6):1789–1798.
DOI: https://doi.org/10.1111/1556-4029.14173
13. Furuta K, Byrne J, Luat K, Cheung C, Carter DO, Tipton L, et al. Volatile Organic Compounds Produced during Postmortem Processes Can Be Linked via Chromatographic Profiles to Individual Postmortem Bacterial Species. J Chromatogr A. 2024;1725:465017.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.chroma.2024.465017
14. Arshad MS, Kwon JH, Imran M, Aslam A, Nawaz I, Amjad Z, et al. Plant and Bacterial Proteases: A Key Towards Improving Meat Tenderization. Cogent Food Agric. 2017;3(1):1261780.
DOI: https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1261780
15. Moitas B, Caldas IM, Sampaio-Maia B. Microbiology and Postmortem Interval: A Systematic Review. Forensic Sci Med Pathol. 2024;20:696–715.
DOI: https://doi.org/10.1007/s12024-023-00733-z
16. Zieniuk B. Synthetic Cadaver Odorants and the Sulfur Gap: Linking Chemistry and Canine Olfaction in Human Remains Detection. Molecules. 2025;30(20):4066.
DOI: https://doi.org/10.3390/molecules30204066
17. Huang W, Zhao S, Liu H, Pan M, Dong H. The Role of Protein Degradation in Estimation of Postmortem Interval and Confirmation of Cause of Death in Forensic Pathology: A Literature Review. Int J Mol Sci. 2024;25(3):1659.
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms25031659

18. Nur L, Utami S, Ayu A, Dwi G. Ecological Risk and Source Identifications of Heavy Metals Contamination in the Water and Surface Sediments from Anthropogenic Impacts of Urban River, Indonesia. Heliyon. 2023;9:e15485.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15485
19. Liu S, Shao L, Gong J, Sheng J, Ning Z, Xu X, et al. Discovery of a Temperature-Dependent Protease Spoiling Meat from Pseudomonas fragi: Target to Myofibrillar and Sarcoplasmic Proteins Rather than Collagen. Food Chem. 2024;457:140155.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140155
20. Bone MS, Legrand TPRA, Harvey ML, Oxley M, Oxley APA. Aquatic Conditions and Bacterial Communities as Drivers of Decomposition of Submerged Remains. Forensic Sci Int. 2024;361:112072.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112072