

Pengaruh Mikroplastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Terhadap Profil Eritrosit Tikus Betina Galur Wistar

The Effect of Polyethylene Terephthalate (PET) Microplastic Exposure on Erythrocyte Profile in Female Wistar Rats

Destiana Dwiridhaningsih Pambudi, Agung Janika Sitaswi*, Rasyidah Fauzia Ahmar

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, 50275

*Email: agssiwi@yahoo.com

Diterima 17 November 2025 / Disetujui 20 Januari 2026

ABSTRAK

Plastik merupakan salah satu bahan yang dapat terdegradasi menjadi mikroplastik dan berpotensi mengganggu sistem hematologi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan mikroplastik menyebabkan penurunan jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit. Penelitian mengenai efek toksik mikroplastik PET pada mamalia masih terbatas, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisis pengaruh paparan mikroplastik PET terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit tikus putih betina galur Wistar. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap menggunakan 20 ekor tikus putih betina Wistar yang dibagi dalam 4 kelompok perlakuan dengan 5 ulangan: P0 (kontrol), P1 (0,005 mg/2 mL/hari), P2 (0,05 mg/2 mL/hari), dan P3 (0,25 mg/2 mL/hari) secara oral selama 24 hari. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($P>0,05$) antar kelompok perlakuan terhadap parameter hematologi. Nilai rata-rata parameter hematologi masih berada dalam kisaran normal. Paparan mikroplastik PET dengan dosis dan lama pemberian tersebut tidak berpotensi mengganggu proses hematopoiesis, sehingga jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit tikus putih betina galur Wistar tetap normal. Kebaruan penelitian ini terletak pada penentuan dosis mikroplastik serta pengaruhnya terhadap sistem hematologi. Penelitian ini bermanfaat sebagai sumber informasi mengenai efek toksisitas mikroplastik pada parameter hematologi mamalia.

Kata kunci: eritrosit, hemoglobin, hematokrit, mikroplastik, PET

ABSTRACT

Plastic is a material that can degrade into microplastics and potentially disrupt the hematological system. Several studies have reported that microplastic exposure leads to a decrease in erythrocyte count, hemoglobin, and hematocrit levels. Research on the toxic effects of PET microplastics in mammals remains limited, making it necessary to analyze the impact of PET microplastic exposure on erythrocyte count, hemoglobin, and hematocrit of female Wistar rats. This study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with 20 female Wistar rats divided into 4 treatment groups with 5 replications: P0 (control), P1 (0.005 mg/2 mL/day), P2 (0.05 mg/2 mL/day), and P3 (0.25 mg/2 mL/day) administered orally for 24 days. The results showed no significant difference ($P>0.05$) between treatment and control groups in hematological parameters. The average values of hematological parameters remained within the normal range. PET microplastic exposure at the tested doses and duration did not interfere with the hematopoiesis process, indicating that erythrocyte count, hemoglobin concentration, and hematocrit levels of female Wistar rats were maintained within normal limits. The novelty of this study lies in the extrapolation of microplastic dosages and their effects on the hematological system. This research provides useful insights into the toxicological impact of microplastics on mammalian hematology.

Keywords: erythrocytes, haemoglobin, hematocrit, microplastic, PET

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik yang meluas menimbulkan dampak serius bagi lingkungan dan kesehatan karena sulit terurai, mencemari tanah dan air, serta melepaskan senyawa toksik. Indonesia tercatat sebagai penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia dengan 9,52 juta ton pada 2019. Mikroplastik (<5 mm), termasuk *polyethylene terephthalate* (PET) yang banyak digunakan dalam kemasan makanan dan minuman, dapat masuk ke tubuh melalui air dan makanan, lalu melepaskan zat berbahaya seperti bisfenol A yang berpotensi memicu gangguan endokrin, karsinogenesis, hingga gangguan hematologi. Mikroplastik dapat menembus saluran pencernaan dan masuk ke peredaran darah, menyebabkan stres oksidatif, peradangan, serta penurunan eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit sebagaimana ditunjukkan pada studi polistiren. Namun, penelitian tentang dampak mikroplastik PET pada parameter hematologi mamalia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh paparan mikroplastik PET terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit tikus putih betina galur Wistar serta menjadi sumber informasi penting mengenai efek toksisitas mikroplastik sekaligus meningkatkan kesadaran untuk mengurangi penggunaan plastik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari–Juni 2025 setelah memperoleh persetujuan etik KEPK Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro (No. 61-03/A-05/KEP-FPP). Preparasi mikroplastik PET dilakukan melalui pencucian, pengeringan, pemotongan, penggilingan, pelarutan, dan homogenisasi, kemudian diamati menggunakan mikroskop untuk menentukan bentuk dan ukuran partikel. Hewan coba berupa 20 ekor tikus putih betina galur Wistar diaklimasi selama 7 hari dalam kondisi lingkungan terkontrol, diberi pakan BR-1 dan air minum ad libitum, lalu dibagi secara acak ke dalam 4 kelompok perlakuan: P0 (kontrol, 2 mL air/hari), P1 (0,005 mg/2 mL/hari), P2 (0,05 mg/2 mL/hari), dan P3 (0,25 mg/2 mL/hari) dengan 5 ulangan,

diberikan secara oral menggunakan sonde selama 24 hari. Setelah dipuasakan 12 jam, tikus dianestesi, dilakukan pembedahan, dan sampel darah diambil melalui jantung (*cardiocentesis*) menggunakan spuit 3 cc, lalu ditampung dalam tabung EDTA. Analisis hematologi meliputi jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit menggunakan *Fully-auto Hematology Analyzer* berbasis *electrical impedance*. Data diuji normalitas (*Shapiro-Wilk*), homogenitas (*Levene*), dan dianalisis menggunakan ANOVA satu arah serta uji regresi dengan SPSS 25 ($\alpha = 0,05$), hasil disajikan dalam bentuk rerata \pm SD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hematologi tikus putih betina galur Wistar yang mencakup jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit diuji normalitas dan homogenitasnya setelah paparan mikroplastik PET. Hasil uji menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen, sehingga dilanjutkan dengan uji ANOVA. Hasil analisis disajikan dalam tabel 2. Eritrosit merupakan sel darah merah yang menjadi salah satu komponen sel di darah dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan sel lain (Arviananta dkk., 2020). Penelitian menunjukkan hasil uji ANOVA jumlah eritrosit pada kelompok perlakuan (P1: $6,35 \pm 0,84$; P2: $6,05 \pm 0,78$; P3: $6,05 \pm 0,22$) $\times 10^6/\mu\text{L}$ berbeda tidak nyata dibandingkan dengan kelompok kontrol (P0: $6,44 \pm 0,54$) $\times 10^6/\mu\text{L}$. Perbandingan antar kelompok perlakuan (P1, P2, P3) juga menunjukkan perbedaan tidak signifikan dalam jumlah eritrosit. Jumlah eritrosit pada semua kelompok (P0, P1, P2, P3) berkisar antara $6,05$ – $6,44 \times 10^6/\mu\text{L}$ dan masih dalam rentang normal ($5,16$ – $6,92 \times 10^6/\mu\text{L}$) (Fitria dan Sarto, 2014). Rerata nilai eritrosit tertinggi pada P1 (dosis rendah) dan terendah pada P3 (dosis tinggi) pada kelompok perlakuan setelah terpapar mikroplastik PET. Fitria dan Sarto (2014) menyatakan, bahwa nilai normal jumlah eritrosit pada tikus putih betina galur Wistar usia 4–8 minggu yaitu berkisar $5,16$ – $6,92 \times 10^6/\mu\text{L}$. Penelitian Tana dkk. (2024) diperoleh data bahwa nilai normal eritrosit tikus putih betina galur Wistar usia 9 minggu yaitu $7,60 \times 10^6/\mu\text{L}$, sementara nilai normal jumlah eritrosit pada tikus putih jantan galur Sprague Dawley (SD) usia 8–9 minggu yaitu

berkisar 7,30-9,68 x10⁶/μL. Perubahan jumlah eritrosit dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh jumlah nutrisi pada pakan yang dikonsumsi (Laeto dkk., 2022). Hal tersebut sejalan dengan Oyovwi et al. (2024) menjelaskan bahwa pada penelitian yang

dilakukan terdapat penurunan sel darah merah pada kelompok yang diberi paparan mikroplastik polistiren (PS-MP) dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Tabel 1. Hasil uji ANOVA rata-rata jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit pada tikus putih betina galur Wistar setelah paparan mikroplastik PET

Variabel	P0	P1	P2	P3
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Eritrosit (x10 ⁶ /μL)	6,44±0,54	6,35±0,84	6,05±0,78	6,05±0,22
Hemoglobin (g/dL)	13,08±0,50	12,98±1,24	12,10±1,35	12,50±0,89
Hematokrit (%)	58,20±5,78	59,50±7,39	54,64±4,65	55,14±3,47

Keterangan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi. Data berbeda tidak nyata (P>0,05); P0 = kontrol (air 2 mL/hari); P1 = Hewan uji diinjeksi larutan mikroplastik PET dengan dosis rendah (PET 0,005 mg/2 mL/hari); P2 = dosis sedang (PET 0,05 mg/2 mL/hari); P3 = dosis tinggi (PET 0,25 mg/2 mL/hari)

Tabel 2. Hasil uji regresi rata-rata jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit pada tikus putih betina galur Wistar setelah paparan mikroplastik PET

Variabel	R	R ²	Disesuaikan R ²	Estimasi Standar Error	Sig.
Eritrosit	0.206	0.042	-0.011	0.620	0.383
Hemoglobin	0.164	0.027	-0.027	1.056	0.491
Hematokrit	0.242	0.059	0.006	5.457	0.304

Tabel 3. Hasil analisis bobot tikus betina galur Wistar setelah paparan mikroplastik PET selama 24 hari

Parameter	P0	P1	P2	P3
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Hari ke-1	111,20±19,51	137,40±30,11	127,00±21,83	138,00±20,86
Hari ke-2	116,20±23,09	144,60±35,28	135,20±16,8	132,20±7,39
Hari ke-3	126,20±16,59	141,20±23,24	134,80±16,44	147,20±27,82
Hari ke-4	128,40±16,71	152,00±16,57	134,80±20,19	151,60±23,44

Keterangan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi. Data berbeda tidak nyata (P>0,05); P0 = kontrol (air 2 mL/hari); P1 = Hewan uji diinjeksi larutan mikroplastik PET dengan dosis rendah (PET 0,005 mg/2 mL/hari); P2 = dosis sedang (PET 0,05 mg/2 mL/hari); P3 = dosis tinggi (PET 0,25 mg/2 mL/hari)

Hemoglobin dalam eritrosit berperan penting dalam transportasi oksigen dalam darah dan menentukan tingkat ketahanan tubuh (Mawo dkk., 2019). Kadar hemoglobin tikus putih betina galur Wistar setelah paparan mikroplastik PET menunjukkan perbedaan tidak nyata antara kelompok kontrol (13,00±0,50 g/dL) dan kelompok perlakuan (P1: 12,98±1,24 g/dL; P2: 12,10±1,35 g/dL; P3: 12,50±0,89 g/dL) berdasarkan uji ANOVA. Perbandingan antar kelompok perlakuan juga menunjukkan perbedaan tidak nyata. Kadar

hemoglobin pada semua kelompok masih dalam kisaran normal yaitu 11,12-13,44 g/dL pada tikus putih Wistar betina usia 4-8 minggu (Fitria dan Sarto, 2014). Penelitian Laeto dkk. (2022) menyatakan bahwa nilai normal kadar hemoglobin pada tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* (SD) usia 8-9 minggu yaitu berkisar 13,5-17,4 g/dL. Perubahan kadar hemoglobin dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh umur dan makanan. Rerata kadar hemoglobin tertinggi pada P1 (dosis rendah) dengan nilai 12,98±1,24 g/dL dan terendah pada P2

(dosis sedang) dengan nilai $12,10 \pm 1,35$ g/dL pada kelompok perlakuan. Oyovwi *et al.* (2024) menjelaskan bahwa pada penelitian yang dilakukan terdapat perbedaan yang signifikan antarkelompok dan mengalami penurunan pada nilai hemoglobin kelompok yang diberi paparan mikroplastik polistiren (PS-MP) dibandingkan kelompok kontrol.

Hematokrit memiliki peran penting untuk mengukur persentase volume sel darah merah (eritrosit) terhadap total volume darah (Kurniati, 2020). Persentase hematokrit tikus putih betina galur Wistar menunjukkan perbedaan tidak nyata antara kelompok kontrol ($58,20 \pm 5,78\%$) dan kelompok perlakuan (P1: $59,50 \pm 7,39\%$; P2: $54,64 \pm 4,65\%$; P3: $55,14 \pm 3,47\%$) berdasarkan uji ANOVA. Perbandingan antar kelompok perlakuan juga menunjukkan perbedaan tidak nyata. Nilai hematokrit pada semua kelompok ($54,64$ - $59,50\%$) masih dalam kisaran normal ($30,0$ - $60,0\%$) (Scarath, 2006).

Hasil analisis uji regresi (tabel 2.) menunjukkan bahwa dosis mikroplastik PET memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap nilai eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit. Nilai kuadrat R yang diperoleh ketiga parameter yaitu eritrosit ($R^2 = 0.042$), hemoglobin ($R^2 = 0.027$), dan hematokrit ($R^2 = 0.059$), yang menunjukkan bahwa dosis mikroplastik PET hanya mempengaruhi nilai-nilai tersebut sebesar 4,2%, 2,7%, dan 5,9%, dengan P-values > 0.05 . Hal tersebut mengindikasikan bahwa pemberian dosis mikroplastik PET berpengaruh namun tidak signifikan. Faktor lain yang mungkin menyebabkan tidak berpengaruhnya mikroplastik PET pada darah adalah ukuran mikroplastik PET yang tidak seragam, hal ini serupa yang ditemukan dalam penelitian Simanjuntak dkk. (2024) bahwa faktor seperti bentuk tidak beraturan dan ukuran mikroplastik yang bervariasi (<20 μm) dapat mempengaruhi hasil penelitian karena tidak menjamin keseragaman paparan pada setiap tikus yang diberikan secara setiap harinya.

Mikroplastik *Polyethylene terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis polimer plastik yang umum ditemukan sebagai agen pencemar lingkungan (Wright & Kelly, 2017). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mikroplastik PET

memiliki empat bentuk dengan ukuran yang bervariasi, yaitu fiber memiliki panjang 4,79 μm dan lebar 1,81 μm , pelet berdiameter 3,95 μm , fragmen berdiameter 12,62 μm , dan film berdiameter 18,87 μm . Variasi ukuran mikroplastik PET menentukan kemampuan mikroplastik untuk menembus ke dalam sel darah melalui mekanisme transport paraseluler untuk ukuran hingga 130 μm dan fagositosis untuk ukuran <20 μm (Sincihu *et al.*, 2023). Mikroplastik PET banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kemasan atau botol minuman sekali pakai karena memiliki sifat yang stabil dan aman berdasarkan struktur kimianya, dengan heteroatom dalam rantai utamanya yang memberikan stabilitas termal yang lebih baik (Mohanan *et al.*, 2020).

Perlakuan mikroplastik *polyethylene terephthalate* (PET) selama 24 hari pada tikus putih betina galur Wistar tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, maupun hematokrit, kemungkinan karena kemampuan fisiologis tikus dalam mempertahankan hematopoiesis dan variasi ukuran partikel mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh (Octavia *et al.*, 2019). Berbeda dengan hasil penelitian Oyovwi *et al.* (2024) yang menunjukkan perubahan signifikan pada parameter hematologi tikus setelah 56 hari paparan mikroplastik polistiren (PS-MP). Hal ini menunjukkan bahwa jenis polimer, ukuran partikel, dan durasi paparan berpengaruh terhadap toksisitasnya. Deng *et al.* (2017) juga menyatakan bahwa variasi ukuran partikel PS-MP, yaitu 5–20 μm , dapat memengaruhi hasil penelitian, sejalan dengan temuan ini yang mempertimbangkan heterogenitas ukuran mikroplastik PET. Efek toksik mikroplastik dipengaruhi oleh dosis, waktu paparan, dan karakteristik partikel yang dapat memasuki sirkulasi darah melalui transport paraseluler atau fagositosis dan terdistribusi ke organ seperti hati dan otak, memicu stres oksidatif dan inflamasi (Sincihu *et al.*, 2024). Namun, proses detoksifikasi di hepar berperan penting dalam menetralkan toksin dan mencegahnya masuk ke sirkulasi sistemik, sehingga menjaga proses hematopoiesis tetap normal. Mekanisme ini didukung oleh peran sistem pencernaan dalam menyerap nutrisi dan menyalurkannya ke hepar untuk proses

detoksifikasi sebelum disirkulasikan ke seluruh tubuh, memastikan nutrisi yang terserap bebas dari toksin dan dapat digunakan secara optimal oleh sel tubuh (Rosita *et al.*, 2019).

Pakan BR-1 yang diberikan selama masa aklimasi dan perlakuan mengandung bahan utama seperti jagung, kedelai, dedak, vitamin, dan mineral, yang secara nutrisi mampu menunjang proses hematopoiesis tikus putih betina galur Wistar karena mengandung protein, karbohidrat, dan lemak esensial sebagai sumber energi dan komponen struktural sel darah (Khabibi, 2024; Rosita *et al.*, 2019). Tikus mengonsumsi pakan secara normal, dengan sisa harian antara 3,44–6,37 g dari 15 g pakan yang diberikan, sesuai dengan kebutuhan pakan harian sekitar 10% dari bobot tubuh seperti dinyatakan oleh Upa *et al.* (2017). Komposisi nutrisi BR-1, seperti protein kasar 22%, lemak 5%, serta kandungan asam amino esensial dan antioksidan seperti vitamin E dan beta-karoten, dapat berkontribusi dalam menjaga kestabilan membran eritrosit dan menetralkan radikal bebas akibat paparan mikroplastik PET (Khabibi, 2024; Hall & Guyton, 2019). Hematopoiesis berlangsung di sumsum tulang melalui tahap diferensiasi sel punca hematopoietik menjadi sel darah matang, dan dipengaruhi oleh hormon serta faktor pertumbuhan seperti colony stimulating factor dan interleukin (Rosita *et al.*, 2019). Oleh karena itu, kandungan nutrisi dalam pakan BR-1 berperan penting dalam mendukung fungsi fisiologis darah yang sehat selama masa penelitian.

Bobot badan tikus putih betina (*Rattus norvegicus*) galur Wistar usia 7–10 minggu pada seluruh kelompok, baik kontrol maupun perlakuan, berada dalam kisaran normal yaitu antara 111,20–152 g, sesuai dengan rentang fisiologis 100–227 g seperti dinyatakan oleh Wati *et al.* (2024). Hasil ini menunjukkan bahwa paparan mikroplastik PET selama 24 hari tidak menyebabkan perubahan signifikan terhadap bobot badan antar kelompok (Tabel 3.), berbeda dengan penelitian Oyovwi *et al.* (2024) yang melaporkan penurunan bobot signifikan akibat paparan mikroplastik polistiren. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh jenis mikroplastik, rute paparan, serta faktor intrinsik seperti jenis kelamin, usia, dan galur tikus (Nugraha *et al.*, 2018; Ekasari, 2015). Selain itu, Fitria dan

Sarto (2014) menjelaskan bahwa bobot tubuh tikus jantan umumnya lebih berat dibandingkan betina karena pengaruh hormon androgen, sedangkan bobot badan akan meningkat seiring bertambahnya umur. Asupan nutrisi selama masa kehamilan juga turut memengaruhi pertumbuhan dan bobot badan anak tikus yang dilahirkan.

KESIMPULAN

Paparan mikroplastik *polyethylene terephthalate* (PET) dalam dosis dan durasi yang digunakan tidak berpotensi mengganggu proses hematopoiesis sehingga jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan hematokrit tikus putih betina galur Wistar normal. Penelitian tentang paparan *polyethylene terephthalate* (PET) perlu dilakukan lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh terhadap siklus reproduksi tikus putih betina (*Rattus norvegicus*) galur Wistar setelah paparan mikroplastik PET.

DAFTAR PUSTAKA

- Arviananta, R., Syuhada, S., & A Aditya. 2020. Perbedaan Jumlah Eritrosit Antara Darah Segar dan Darah Simpan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada* 9(2): 686-694.
- Deng, Y., Zhang, Y., Lemos, B., & Ren, H. 2017. Tissue Accumulation of Microplastics in Mice and Biomarker Responses Suggest Widespread Health Risks of Exposure. *Scientific reports* 7(1): 1-10.
- Ekasari, A. 2015. Pengaruh Asupan Air terhadap Pertumbuhan Linier Anak Tikus (*Sprague dawley*). *Disertasi*. Program Doktor Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Faruq, Z. H. 2018. Analisis Darah Lisis terhadap Nilai Trombosit Menggunakan Metode Electrical Impedance. *Jurnal Labora Medika* 2(1): 11-13.
- Fitria, L. & M. Sarto. 2014. Profil Hematologi Tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) Galur Wistar Jantan dan Betina Umur 4, 6, dan 8 Minggu. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 2(2), 94-100.
- Gaspar, L., Bartman, S., Coppotelli, G., & J. M. Ross. 2023. Acute Exposure to Microplastics Induced Changes in Behavior and Inflammation in Young and Old Mice.

- International Journal of Molecular Sciences* 24(15): 12308.
- Gunadi, R. A. A., Parlindungan, D. P., Santi, A. U. P., Aswir, A. & A. Aburahman. 2021. Bahaya Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan. In *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ* 1(1): 1-6.
- Hall, J. E. & A. C. Guyton 2019. *Medical of Physiology*. Edisi 13. *Alih bahasa*: Ermita I.I. Ilyas, Widjayakusumah, M. D., & A. Tanzil. Elsevier, Singapura.
- Kasiyati, K., Nabela, S., & A. J. Sitaswi. 2022. Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) terhadap Struktur dan Morfometri Ren Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.). *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research* 7(2): 207-222.
- Khabibi, F. M. 2024. Analisis Bahan Baku dan Proses Produksi Pakan Ternak Ayam Ras Pedaging (Broiler) Jenis Crumble Tipe B-BR 1 MGB. *Procedia of Engineering and Life Science* 7:438-445.
- Korban, S. R. F., Simbala, H., & M. Jayanti. 2023. Uji Toksisitas Kombinasi Ekstrak *Eleutherine americana* Merr. dan *Areca vestiaria* terhadap Organ Usus *Rattus norvegicus*. *PHARMACON* 12(1): 40-47.
- Kurniati, I. 2020. Anemia Defisiensi Zat Besi (Fe). *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*
- Laeto, A. B., Inggarsih, R., Purnamasari, S., Diba, M. F., & F. I. Taharu. 2022. Analisis Profil Eritrosit Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Pasca Diet Vegetarian. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton* 8(1): 107-118.
- Mawo, P. R., Rante, S. D. T., & I. N. Sasputra. 2019. Hubungan Kualitas Tidur dengan Kadar Hemoglobin Mahasiswa Fakultas Kedokteran Undana. *Cendana Medical Journal* 7(2): 158-163.
- Mohanani, N., Montazer, Z., Sharma, P. K., & D. B. Levin. 2020. Microbial and Enzymatic Degradation of Synthetic Plastics. *Frontiers in Microbiology* 11: 580709.
- Nugraha, A. P., Isdadiyanto, S., & Silvana Tana. 2018. Histopatologi Hepar Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Jantan Setelah Pemberian Teh Kombucha Konsentrasi 100% dengan Waktu Fermentasi yang Berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 3(1): 71-78.
- Octavia, N., Saptaswari, D., & D. W. Damaiyanti. 2019. Efek Terapi *Sardinella longiceps* Terhadap Tinggi Tulang Kortikal Mandibula Tikus Model Periodontitis. *Jurnal Kedokteran Gigi* 13(2): 7-15.
- Oyovwi, M. O., Rotu, A. R., Emojevwe, V. O., Adeogun, A. E., & O. A. Udi. 2024. Investigating The Protective Effects of Epigallocatechin-Gallate Against Polystyrene Microplastics-Induced Biochemical and Hematological Alterations in Rats. *Clinical Traditional Medicine and Pharmacology* 5(4): 200178.
- Ratnawati, S. 2020. Processing of Plastic Waste Into Alternative Fuels in The Form of Grounded (Peralastic) Through Pirolysis Process in Science Laboratory of MTsN 3 West Aceh. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology* 3(1): 8-16.
- Rosita, L., Pramana, A. A. C., & F. R. Arfira. 2019. *Hematologi Dasar*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sagay, S., Simbala, H. E., & E. de Queljoe. 2019. Uji Aktivitas Antihiperlipidemia Ekstrak Etanol Buah Pinang Yaki (*Areca vestiaria*) pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Diinduksi Pakan Hiperlipidemia. *Pharmacoon* 8(2): 442-448.
- Santoso, S. 2020. *Panduan lengkap SPSS 26*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Scarh, L. L. 2006. *The Merck Veterinary Manual Online (8th edition), Reference Reviews* 20 (2): 1-40.
- Simanjuntak, A. R., Sincihu, Y., & I. L. Parengkuan. 2024. Pengaruh Partikel Mikroplastik dalam Darah Terhadap Kadar Indeks Serum Penilaian Fungsi Ginjal. *Jurnal Kesehatan Tambusai* 5(1): 138-147.
- Sincihu, Y., Hannan, M., Suwasanti, N., Wihanto, L., Kurniawan, N., Dewi, D. A. L., Steven, Dewi, S., Mulyono, A.C., Parengkuan, I. L., Handoyo, H. R., Jong, FX. H., Young, A., Julian, A., Simanjuntak, A. R., & M. Florentia. 2024. Analisis Jalur: Gangguan Fungsi Nefron Tikus (*Rattus norvegicus*) Akibat Mengonsumsi Partikel Mikroplastik Polietilena. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)* 7(1): 134-143.
- Sincihu, Y., Lusno, M. F. D., Mulyasari, T. M., Elias, S. M., Sudiana, I. K., Kusumastuti, K., Sulistyorini, L., & S. Keman. 2023. Wistar Rats Hippocampal Neurons Response to Blood Low-Density Polyethylene Microplastics: A Pathway Analysis of SOD, CAT, MDA, 8-OHdG Expression in

- Hippocampal Neurons and Blood Serum A β 42 Levels. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 19: 73–83.
- Smith, M., Love, D. C., Rochman, C. M., & R. A. Neff. 2018. Microplastics in Seafood and The Implications for Human Health. *Current environmental health reports* 5: 375-386.
- Supit, A., Tompodung, L., & S. Kumaat. 2022. Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan* 13: 199-208.
- Tana, S., Yunita, A. R., & T. Suprihatin. 2024. Profil Hematologi Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) setelah Pemberian Turmeric Gummy Candy. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 9(1): 20-28.
- Upa, F. T., Saroyo, S., & D. Y. Katili. 2017. Komposisi Pakan Tikus Ekor Putih (*Maxomys hellwandii*) di Kandang. *Jurnal Ilmiah Sains* 17(1): 7-12.
- Wati, D. P., Ilyas, S., & Yurnadi. 2024. *Prinsip Dasar Tikus sebagai Model Penelitian*. USU press, Medan.
- Wibowo, Y.G., & A. Izzuddin. 2021. Integrasi Pengolahan Sampah Metode 3R dengan Bank Sampah di SMA Bima Ambulu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Manage* 2(1): 19-23.
- Wilujeng, W. P., Mahmudati, N., Ma'rufah, L. F., Fadhillah, N., Hati, F. I., Oktavia, G. A. E., Aprianti, A. T. D., Rustantina, B., Rahayuningtyas, N. D., Azizaturrohmah, Nurbani, F. A., Faizah, H., & Hayati, A. 2023. Pengaruh Pemberian Infusa Albedo Semangka terhadap Perubahan Ukuran Diameter Pulau Langerhans Pankreas Tikus Jantan (*Rattus norvegicus*) Diabetes Mellitus. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology* 7(1): 41-54.
- Wright, S. L., & F. J. Kelly. 2017. Plastic and human health: a micro issue?. *Environmental Science & Technology* 51(12): 6634-6647.
- Wu, P., Huang, J., Zheng, Y., Yang, Y., Zhang, Y., He, F., Chen, H., Quan, G., Yan, J., Li, T., & B. Gao. 2019. Environmental Occurrences, Fate, and Impacts of Microplastics. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 184: 109612.
- Yee, M. S. L., Hii, L. W., Looi, C. K., Lim, W. M., Wong, S. F., Kok, Y. Y., Tan, B. K., Wong, C. Y., & C. O. Leong. 2021. Impact of Microplastics and Nanoplastics on Human Health. *Nanomaterials* 11(2): 496.