



Studi Eksperimental Pengaruh Waktu Pemaparan Asap Obat Anti Nyamuk Bakar pada Perubahan Histopatologi Ginjal Tikus Jantan Wistar

Eva Vidella^{1*}, Mulyati Sri Rahayu², Khairunnisa Z³

¹Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Malikussaleh, Indonesia

²Bagian Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Malikussaleh, Indonesia

³Bagian Histologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Malikussaleh, Indonesia

Jl. Medan–Banda Aceh, Muara Dua, Kota Lhokseumawe, Nanggroe Aceh Darussalam, Indonesia
24355

*Penulis Korespondensi: eva.200610005@mhs.unimal.ac.id

Abstract. Mosquito coil smoke is the most commonly used insecticide by the public for mosquito control. The main active ingredient in these products is a pyrethroid derivative called Allethrin, which can generate free radicals that potentially damage the kidneys. This study aimed to evaluate the effect of varying durations of exposure to mosquito coil smoke on the histopathological features of the kidneys in male Wistar rats (*Rattus norvegicus*). The research employed a laboratory experimental method with a Post-Test Only Group Design. A total of 24 male Wistar rats were divided into four groups: a control group without treatment and three treatment groups exposed to mosquito coil smoke for 5 hours, 7 hours, and 9 hours per day over 21 days. After the treatment period, the rats were euthanized by cervical dislocation, their kidneys were harvested, and histopathological preparations were made and scored using the Venient et al. scoring system. Statistical analysis using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests revealed significant differences in kidney damage between the control and treatment groups ($p < 0.001$). The study concluded that varying durations of exposure to mosquito coil smoke cause significant differences in kidney histopathological damage in rats, with the most severe damage observed in the group exposed for 9 hours per day.

Keywords: Allethrin; Anti-mosquito coils; exposure duration; renal histopathology; wistar rats

Abstrak. Asap obat anti nyamuk bakar merupakan insektisida yang paling sering digunakan oleh masyarakat dalam upaya pengendalian nyamuk. Bahan aktif utama dalam produk ini adalah turunan senyawa Pyrethroid, yaitu Allethrin, yang dapat menghasilkan radikal bebas yang berpotensi merusak ginjal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh durasi pemaparan asap obat anti nyamuk bakar terhadap gambaran histopatologi ginjal tikus jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan rancangan *Post-Test Only Group Design*. Sebanyak 24 ekor tikus Wistar jantan dibagi ke dalam empat kelompok, yaitu kelompok kontrol tanpa perlakuan dan tiga kelompok perlakuan yang dipaparkan asap obat anti nyamuk bakar selama masing-masing 5 jam, 7 jam, dan 9 jam per hari selama 21 hari. Setelah periode perlakuan selesai, tikus dieliminasi dengan metode dislokasi servikal, organ ginjal diambil, dan preparat ginjal dibuat untuk pengamatan histopatologi menggunakan skoring Venient et al. Hasil analisis dengan uji Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada tingkat kerusakan ginjal antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ($p < 0,001$). Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan signifikan dalam derajat kerusakan histopatologi ginjal tikus akibat pemaparan asap obat anti nyamuk bakar dengan durasi yang berbeda, dimana kerusakan paling berat ditemukan pada kelompok yang dipaparkan selama 9 jam per hari.

Kata kunci: Allethrin; durasi paparan; histopatologi ginjal; Obat anti nyamuk bakar; tikus wistar

1. LATAR BELAKANG

Indonesia memiliki kondisi geografis dan iklim tropis yang sangat mendukung pertumbuhan berbagai spesies nyamuk sebagai vektor penyakit. Curah hujan tinggi yang menyebabkan terbentuknya banyak genangan air seperti rawa turut mempercepat siklus hidup nyamuk (Ardhya, 2024). Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab tingginya insidensi penyakit yang ditularkan nyamuk, antara lain Demam Berdarah Dengue (DBD), Chikungunya, Japanese Encephalitis, demam kuning, malaria, dan filariasis (Simatupang & Yuliah, 2021). Berdasarkan data Kementerian Kesehatan tahun 2019, tercatat 138.127 kasus DBD dengan angka kematian mencapai 919 jiwa. Provinsi Aceh, termasuk Kota Lhokseumawe, masih tergolong daerah endemis, dengan 2.386 kasus DBD dan 6 kematian di Aceh pada tahun tersebut serta 111 kasus dilaporkan di Lhokseumawe pada tahun 2018 (Aceh, 2018).

Untuk mencegah gigitan nyamuk, masyarakat secara luas menggunakan insektisida, terutama dalam bentuk obat nyamuk bakar yang bersifat kontak dan mudah dijangkau. Insektisida ini digunakan dalam pengendalian vektor penyakit serta hama permukiman seperti nyamuk, lalat, kecoak, dan tikus (Karyanti & Hadinegoro, 2016). Proporsi penggunaan obat nyamuk bakar di Indonesia tercatat tertinggi dibanding metode pencegahan lainnya, yaitu sebesar 48,4%, dengan penggunaan lebih tinggi di daerah pedesaan (50,0%) dibandingkan perkotaan (46,9%) (Kesehatan, 2018). Obat nyamuk bakar umumnya mengandung senyawa aktif dari golongan pyrethroid seperti allethrin, d-allethrin, metofluthrin, transfluthrin, dan esbiothrin yang efektif terhadap berbagai genera nyamuk seperti *Aedes*, *Anopheles*, dan *Mansonia* (Madeira et al., 2019).

Senyawa allethrin diketahui dapat menimbulkan dampak toksik terhadap organ vital seperti hati dan ginjal, karena mudah masuk ke tubuh melalui inhalasi dan tersebar ke seluruh organ melalui aliran darah. Allethrin dilaporkan menghambat aktivitas enzim mikrosomal hati serta merusak sel-sel ginjal melalui mekanisme toksik yang mengganggu fungsi ekskresi (Frag et al., 2021). Ginjal sendiri memiliki peran penting dalam filtrasi darah, dengan sekitar 25% dari aliran darah tubuh melewati ginjal. Paparan zat toksik dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan nekrosis sel ginjal, yang ditandai dengan pembengkakan sel dan kerusakan fungsi jaringan, serta berpotensi menyebabkan gagal ginjal akut (Guyton & Hall, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mencit jantan galur BalB/c yang dipaparkan asap obat nyamuk bakar selama 8 jam per hari dalam waktu 14 dan 28 hari mengalami kerusakan ginjal yang lebih berat dibandingkan dengan mencit yang dipaparkan obat nyamuk elektrik (Maulia et al., 2025). Meskipun efek toksik dari obat nyamuk bakar terhadap ginjal

telah dibuktikan, masih diperlukan kajian mengenai pengaruh variasi lama paparan terhadap kerusakan histologis ginjal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari variasi durasi paparan asap obat nyamuk bakar (5, 7, dan 9 jam per hari selama 21 hari) terhadap gambaran histopatologi ginjal tikus putih jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*).

2. KAJIAN TEORITIS

Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, metode yang paling banyak digunakan oleh rumah tangga dalam upaya pemberantasan sarang nyamuk adalah penggunaan obat nyamuk bakar. Obat nyamuk bakar menghasilkan asap yang mengandung senyawa kimia berbahaya, terutama dari golongan pyrethroid, yang diketahui bersifat toksik terhadap sistem ekskresi tubuh. Senyawa aktif ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan, kemudian beredar dalam darah dan tersebar ke berbagai jaringan tubuh, termasuk ginjal. Paparan berulang terhadap asap obat nyamuk bakar berpotensi menyebabkan kerusakan ginjal berupa cedera tubulus akut (*acute tubular injury*) yang dapat berkembang menjadi nekrosis, yaitu kematian sel yang menjadi salah satu penyebab utama terjadinya gagal ginjal akut (*acute kidney injury*). Proses kerusakan ini juga dikaitkan dengan peningkatan produksi radikal bebas akibat paparan senyawa kimia dalam asap (Riskesdas, 2013; Prasetyo et al., 2012).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala (USK) pada periode Mei hingga Agustus 2023. Populasi penelitian terdiri dari tikus putih galur Wistar (*Rattus norvegicus*) jantan berumur 10–16 minggu dengan berat sekitar 150–200 gram yang diperoleh dari Laboratorium Fakultas Farmasi USK. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi, yaitu tikus sehat dengan bulu putih halus, aktivitas normal, dan berat sesuai rentang tersebut, serta kriteria eksklusi seperti bulu kusam, aktivitas menurun, atau kondisi sakit dan cacat. Besar sampel ditentukan dengan rumus Federer yang menghasilkan minimal 6 ekor per kelompok untuk 4 kelompok uji, sehingga total 28 ekor tikus digunakan, dengan penyesuaian memperhitungkan kemungkinan dropout sebesar 10%.

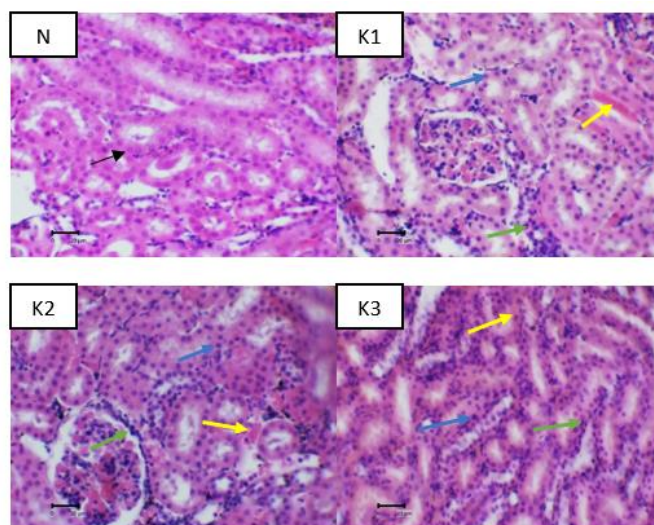
Pengolahan data dimulai dengan tahap editing untuk memeriksa kelengkapan dan ketepatan data, kemudian data diberi kode agar lebih sederhana dan mudah diolah. Data yang sudah dikodekan dimasukkan ke komputer (*entry*) dan dilakukan pembersihan data (*cleaning*) untuk meminimalkan kesalahan input. Analisis data menggunakan analisis bivariat dengan

bantuan program IBM SPSS. Sebelum analisis, data diuji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk dan homogenitas dengan metode Levene. Jika data terdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji One Way ANOVA, sedangkan data yang tidak normal dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus

Penelitian ini menggunakan 24 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur Wistar yang diambil organ ginjalnya untuk dianalisis.



Gambar 1. gambaran histopatologi paru pada kelompok normal dan perlakuan dengan pewarnaan H&E dengan pembesaran $400\times$. N (kelompok normal) dengan gambaran ginjal mendekati normal. K1 (kelompok perlakuan 1), K2 (kelompok perlakuan 2), dan K3 (kelompok perlakuan 3) menunjukkan: (panah biru: nekrosis, panah kuning: hemoragi, panah hijau: sel radang)

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi derajat kerusakan histopatologi ginjal menggunakan Skoring Venient et Al.

No	Kelompok	Jumlah Sampel (n)	Mean $\pm$ SD
1	Normal (N)	6	$0,73 \pm 0,16$
2	Perlakuan 1	6	$2,03 \pm 0,19$
3	Perlakuan 2	6	$2,7 \pm 0,1$
4	Perlakuan 3	6	$3,1 \pm 0,27$

Tabel 2. Hasil Uji Shapiro Wilk.

No	Kelompok	Nilai p	Keterangan
1	Normal (N)	0,091	Berdistribusi Normal
2	Perlakuan 1	0,035	Tidak Berdistribusi Normal
3	Perlakuan 2	0,004	Tidak Berdistribusi Normal
4	Perlakuan 3	0,191	Berdistribusi Normal

*Berdistribusi normal $p > 0,05$

Tabel 3. Hasil uji Kruskall Wallis.

No	Kelompok	Mean $\pm$ SD	Nilai p	Keterangan
1	Normal (N)	0,73 $\pm$ 0,16	<0,001	Berbeda signifikan
2	Perlakuan 1	2,03 $\pm$ 0,19		
3	Perlakuan 2	2,7 $\pm$ 0,1		
4	Perlakuan 3	3,1 $\pm$ 0,27		

Tabel 4. Hasil uji Mann whitney.

Kelompok	N	K1	K2	K3
N		0,003*	0,003*	0,004*
K1			0,003*	0,004*
K2				0,012*
K3				

*Signifikasi positif $p < 0,05$

Penelitian ini mengungkap bahwa pemaparan asap obat anti nyamuk bakar berpengaruh signifikan terhadap derajat kerusakan histopatologi ginjal tikus Wistar. Pada kelompok kontrol yang tidak dipaparkan asap, kerusakan struktur ginjal teramati sangat rendah dan hampir mendekati kondisi normal. Namun, beberapa sampel kelompok ini tetap menunjukkan skor kerusakan minimal yang mungkin disebabkan oleh produksi radikal bebas endogen. Radikal bebas endogen merupakan produk sampingan fisiologis dari metabolisme normal sel tubuh, seperti metabolisme karbohidrat dan protein. Radikal bebas yang paling dominan terbentuk adalah superoksida, yang selanjutnya diubah menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2), dan kemudian menjadi radikal hidroksil (OH) (Phaniendra et al., 2015). Radikal hidroksil ini memiliki potensi tinggi menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel, yang mengakibatkan kerusakan seluler. Selain metabolisme, kondisi seperti kelaparan juga dapat meningkatkan produksi radikal bebas melalui peningkatan oksidasi beta di peroksisom. Pada kelompok kontrol, karena tidak ada paparan asap, produksi radikal bebas hanya berasal dari proses endogen dan tidak meningkat secara signifikan (Hajam et al., 2022).

Sebaliknya, pada kelompok perlakuan yang dipaparkan asap obat anti nyamuk bakar dengan variasi durasi (kelompok K1, K2, dan K3), terlihat peningkatan derajat kerusakan ginjal yang signifikan secara statistik jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Durasi paparan

yang semakin lama pada kelompok perlakuan menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas yang berlebihan, memicu terjadinya stres oksidatif di jaringan ginjal. Stres oksidatif ini memicu peroksidasi lipid pada membran sel tubulus ginjal, menyebabkan kerusakan struktural dan inflamasi yang progresif. Secara histopatologis, pada ketiga kelompok perlakuan ditemukan infiltrasi sel inflamasi yang menyebabkan kerusakan ireversibel hingga nekrosis sel, ditandai dengan perubahan inti sel seperti piknosis, karioreksis, dan kariolisis, serta ditemukan sel hemoragi dan sel radang pada tubulus ginjal. Kelompok K3 yang mengalami paparan terlama menunjukkan kerusakan ginjal paling berat.

Asap obat anti nyamuk bakar mengandung berbagai zat toksik, termasuk allethrin, karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida, amonia, metana, dan partikel-partikel lain yang berkontribusi terhadap peningkatan radikal bebas di dalam tubuh (Wahjuni et al., 2014). Allethrin merupakan metabolit yang potensial toksik dan bersifat sebagai radikal bebas, yang dapat menyebabkan stres oksidatif. Radikal bebas ini terbentuk baik dari proses metabolisme internal tubuh maupun dari paparan eksternal melalui pernapasan (Hayu et al., 2016). Akumulasi radikal bebas dan metabolitnya menyebabkan stres oksidatif yang merusak komponen seluler, termasuk asam nukleat, protein, dan membran sel. Kerusakan membran sel ini mengubah fluiditas, struktur, dan fungsi membran, memicu peroksidasi lipid yang merupakan reaksi berantai dan memperparah kerusakan sel (Zheng et al. 2024). Peroksidasi lipid menyebabkan hilangnya fluiditas membran, sehingga sel menjadi rapuh, mudah pecah, dan mengalami lisis. Proses ini berujung pada kematian sel atau nekrosis, yang ditandai dengan penyusutan inti sel dan kerusakan membran plasma (Eliyati et al. 2021; M.Gaschler & R.Stockwell, 2017). Studi sebelumnya mendukung bahwa ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kapasitas antioksidan tubuh memicu stres oksidatif, menyebabkan kerusakan makromolekul, inflamasi, nekrosis, dan hemoragi jaringan ginjal (Ardekani et al. 2025; Leyane et al., 2022). Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa paparan asap obat anti nyamuk bakar secara bermakna meningkatkan kerusakan histopatologis ginjal tikus, khususnya pada kelompok dengan durasi paparan terpanjang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengenai dampak durasi pemaparan asap obat anti nyamuk bakar terhadap perubahan histopatologi bronkus pada tikus putih jantan galur Wistar menunjukkan bahwa paparan selama 5, 7, dan 9 jam per hari memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kondisi jaringan bronkus. Selain itu, ditemukan perbedaan signifikan dalam tingkat kerusakan histopatologis sesuai dengan lama waktu paparan tersebut. Berdasarkan hasil ini, disarankan agar masyarakat menghindari penggunaan obat anti nyamuk bakar untuk mencegah kerusakan bronkus yang dapat menimbulkan gangguan pernapasan, serta membatasi durasi pemakaian agar terhindar dari dampak negatif asap. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan agar dilakukan studi lebih lanjut mengenai efek obat anti nyamuk jenis lain seperti elektrik, semprot, atau oles, serta pengukuran biomarker stres oksidatif seperti Malondialdehid (MDA). Selain itu, masyarakat diharapkan mempertimbangkan alternatif penggunaan obat anti nyamuk berbahan alami yang lebih ramah kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aceh, Dinas Kesehatan Provinsi. 2018. *Profil Dinas Kesehatan Provinsi Aceh*.
- Ardekani, Omid Salahi, Arash Letafati, Sepehr Ebrahimi Dehkordi, Ali Vasheghani Farahani, Mahshid Bahari, Bahar Mahdavi, Negar Ariamand, Mahdie Taghvaei, Moein Kohkalani, Angila Ataei Pirkooh, Seyed Mohammad Jazayeri, and Luciano Saso. 2025. "From Infection to Infertility: A Review of the Role of Human Papillomavirus-Induced Oxidative Stress on Reproductive Health and Infertility." *European Journal of Medical Research* 30(1). doi: 10.1186/s40001-025-02605-4.
- Ardhya Meilya Rizky Arivadany. 2024. "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Penyebaran Demam Berdarah : Tinjauan Literatur." *Jurnal Kesehatan Tambusai* 5(3):7107–19.
- Eliyati, Nur, Elly Rachmawaty, Desy AS Puspita, Eko Suhartono, Staf Pengajar Kimia SMAN, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Bag Kimia, and Kelompok Studi Radikal Bebas dan Pemanfaatan Bahan Alam. 2021. "Model Peroksidasi Lipid Dan Kerusakan Membran Eritrosit Akibat Paparan Organofosfat In Vitro." *BMC Biology* 897(x):1–29.
- Farag, Mayada R., Mahmoud Alagawany, Rana M. Bilal, Ahmed G. A. Gewida, Kuldeep Dhama, Hany M. R. Abdel-Latif, Mahmoud S. Amer, Nallely Rivero-Perez, Adrian Zaragoza-Bastida, Yaser S. Binnaser, Gaber El Saber Batiha, and Mohammed A. E. Naiel. 2021. "An Overview on the Potential Hazards of Pyrethroid Insecticides in Fish, with Special Emphasis on Cypermethrin Toxicity." *Animals* 11(7). doi: 10.3390/ani11071880.

Guyton, and Hall. 2021. *Textbook of Medical Physiology 14th Ed.* Elsevier.

Hajam, Younis Ahmad, Raksha Rani, Shahid Yousuf Ganie, Tariq Ahmad Sheikh, Darakhshan Javaid, Syed Sanobar Qadri, Sreepoorna Pramodh, Ahmad Alsulimani, Mustfa F. Alkhanani, Steve Harakeh, Arif Hussain, Shafiul Haque, and Mohd Salim Reshi. 2022. "Oxidative Stress in Human Pathology and Aging: Molecular Mechanisms and Perspectives." *Cells* 11(3). doi: 10.3390/cells11030552.

Hayu, Tri Pangesti, and Ayly Soekanto. 2016. "Pengaruh Pemaparan Uap Anti Nyamuk Elektrik Yang Mengandung Allethrin Terhadap Berat Dan Warna Paru-Paru Tikusi." *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma* 5(1):26. doi: 10.30742/jikw.v5i1.3.

Karyanti, Mulya Rahma, and Sri Rezeki Hadinegoro. 2016. "Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah Dengue Di Indonesia." *Sari Pediatri* 10(6):424. doi: 10.14238/sp10.6.2009.424-32.

Kesehatan, RI Kementerian. 2018. "Laporan Nasional RKD2018." *Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan* 55.

Leyane, Thobekile S., Sandy W. Jere, and Nicolette N. Houreld. 2022. "Oxidative Stress in Ageing and Chronic Degenerative Pathologies: Molecular Mechanisms Involved in Counteracting Oxidative Stress and Chronic Inflammation." *International Journal of Molecular Sciences* 23(13). doi: 10.3390/ijms23137273.

M.Gaschler, Michael, and Brent R. Stockwell. 2017. "Lipid Peroxidation in Cell Death Michael." *Biochem Biophys Res Commun* 176(1):139–48. doi: 10.1016/j.bbrc.2016.10.086.Lipid.

Madeira, Emerenciana, Atti Yudiernawati, and Neni Maemunah. 2019. "Hubungan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat (PHBS) Ibu Dengan Cara Pencegahan Demam Berdarah Dengue." *Nursing News* 4(1):288–99.

Maulia Azda, Mulyati Sri Rahayu, and Khairunnisa Z. 2025. "Pengaruh Lamanya Paparan Asap Obat Nyamuk Bakar Terhadap Perubahan Histologis Bronkus Pada Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Galur Wistar." *Jurnal Medical Laboratory* 4(2):01–07. doi: 10.57213/medlab.v4i2.276.

Phaniendra, Alugoju, Dinesh Babu Jestadi, and Latha Periyasamy. 2015. "Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases." *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 30(1):11–26. doi: 10.1007/s12291-014-0446-0.

Simatupang, Meithyra Melviana, and Ely Yuliah. 2021. "Prediksi Pengaruh Implementasi Kegiatan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) Terhadap Kejadian DBD." *Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS)* 5(1):61–76. doi: 10.52643/jukmas.v5i1.1149.

- Wahjuni, Sri, suirta I. W, and Trismariadhari Pratiwi. 2014. “Residu Bahan Aktif Asap Obat Nyamuk Bakar Yang Terbuat Dari Daun Legundi (*Vitex Trifolia* L.) Pada Organ Paru-Paru Mencit.” *Intisari Sains Medis* 1(1):1–6. doi: 10.15562/ism.v1i1.88.
- Zheng, Yongxin, Junlu Sun, Zhiting Luo, Yimin Li, and Yongbo Huang. 2024. “Emerging Mechanisms of Lipid Peroxidation in Regulated Cell Death and Its Physiological Implications.” *Cell Death and Disease* 15(11):1–19. doi: 10.1038/s41419-024-07244-x.