

PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK ETANOL 96% KULIT PISANG RAJA (*Musa x paradisiaca L.*) TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI PARU MENCIT PUTIH (*Mus musculus*) YANG DIPAPARKAN ASAP ROKOK

Galih Muhamad Faqih^{1*}, Errol Rakhmad Noordam², La Ode Muhammad Anwar³, & Iin Hardiyati⁴

^{*1-4} Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman

*e-Mail: faqihgalih364@gmail.com

Submit Tgl: 13-Agustus-2026

Diterima Tgl: 18-Agustus-2026

Diterbitkan Tgl: 20-Agustus-2026

Abstrak: Paparan asap rokok memicu produksi radikal bebas berlebih yang menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan jaringan paru. Kulit pisang raja (*Musa x paradisiaca L.*), yang selama ini banyak terbuang sebagai limbah, diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi sebagai antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian ekstrak etanol 96% kulit pisang raja terhadap gambaran histopatologi paru mencit putih (*Mus musculus*) yang dipapar asap rokok pada tiga variasi dosis, serta menentukan dosis dengan efek protektif paling optimal. Penelitian eksperimental in vivo ini menggunakan enam kelompok mencit jantan (normal, kontrol negatif, kontrol positif, dan tiga kelompok dosis ekstrak 42, 63, dan 84 mg/kg bb) yang dipapar asap rokok selama 14 hari. Parameter yang diamati meliputi standarisasi dan skrining fitokimia ekstrak, kadar hemoglobin, serta skor histopatologi paru (hemoragi, infiltrasi sel radang, dan penebalan septa alveoli). Hasil menunjukkan ekstrak memenuhi sebagian besar syarat standarisasi mutu dan positif mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Kelompok kontrol negatif menunjukkan skor kerusakan tertinggi (2,3), sedangkan ketiga kelompok dosis ekstrak menunjukkan pola dose-response yang konsisten, dengan skor terendah pada dosis 84 mg/kg bb (1,0), diikuti 63 mg/kg bb (1,4) dan 42 mg/kg bb (1,7). Disimpulkan bahwa ekstrak etanol kulit pisang raja berpengaruh terhadap perbaikan gambaran histopatologi paru mencit yang dipapar asap rokok, dengan dosis 84 mg/kg bb sebagai dosis paling optimal.

Kata Kunci: Kulit Pisang Raja; Antioksidan; Asap Rokok; Histopatologi Paru; Stres Oksidatif

Abstract: Cigarette smoke exposure induces excessive free radical production, leading to oxidative stress and lung tissue damage. Plantain peel (*Musa x paradisiaca L.*), commonly discarded as waste, contains bioactive compounds such as flavonoids, tannins, and saponins with potential as natural antioxidants. This study aimed to determine the effect of 96% ethanol extract of plantain peel on the lung histopathology of white mice (*Mus musculus*) exposed to cigarette smoke across three dose variations, and to identify the dose with the most optimal protective effect. This in vivo experimental study used six groups of male mice (normal, negative control, positive control, and three extract-dose groups of 42, 63, and 84 mg/kg bw) exposed to cigarette smoke for 14 days. Parameters observed included extract standardization and phytochemical screening, hemoglobin levels, and lung histopathology scores (hemorrhage, inflammatory cell infiltration, and alveolar septal thickening). Results showed the extract met most quality standardization requirements and tested positive for alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins. The negative control group showed the highest damage score (2.3), while all three extract-dose groups showed a consistent dose-response pattern, with the lowest score at 84

mg/kg bw (1.0), followed by 63 mg/kg bw (1.4) and 42 mg/kg bw (1.7). It is concluded that ethanol extract of plantain peel affects the improvement of lung histopathology in mice exposed to cigarette smoke, with 84 mg/kg bw as the most optimal dose.

Keywords: Plantain Peel; Antioxidant; Cigarette Smoke; Lung Histopathology; Oxidative Stress

Cara mengutip Faqih, G. M., Noordam, E. R., Anwar, L. O. M., & Hardiyati, I. (2026). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol 96% Kulit Pisang Raja (*Musa x paradisiaca* L.) terhadap Gambaran Histopatologi Paru Mencit Putih (*Mus musculus*) yang Dipaparkan Asap Rokok. *JIKES : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(1), 205–215. <https://doi.org/10.71456/jik.v5i1.2520>

PENDAHULUAN

Dalam menjalankan proses metabolismenya, sel manusia secara terus-menerus menghasilkan radikal bebas dan spesies oksigen reaktif (ROS), yang juga dapat muncul akibat paparan polusi udara seperti asap rokok (Ayu et al., 2024). Radikal bebas yang tidak stabil ini memicu kerusakan sel melalui mekanisme stres oksidatif akibat ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh; apabila produksi ROS melampaui kapasitas antioksidan, sel dapat terdorong menuju stres oksidatif, apoptosis, maupun nekrosis (Widayati, 2022). Pembentukan radikal bebas yang berlangsung terus-menerus berkaitan dengan munculnya penyakit degeneratif seperti kanker (Sudarman et al., 2023). Data *World Cancer Research Fund* menunjukkan Indonesia menempati peringkat ketujuh kejadian kanker paru terbanyak dengan 29.107 kasus pada tahun 2022. Karena sistem antioksidan tubuh tidak selalu mampu mengimbangi produksi radikal bebas, diperlukan asupan antioksidan eksogen untuk mencegah reaksi berlebihan dari radikal bebas tersebut (Fadlilah & Lestari, 2023).

Antioksidan berfungsi menangkal reaksi oksidasi akibat radikal bebas, baik yang bersifat sintetis (BHA, BHT, propil galat) maupun alami. Antioksidan alami dari tumbuhan umumnya berupa senyawa fenolik, termasuk golongan flavonoid (Ibroham et al., 2022), dan telah dikenal luas terdapat pada berbagai buah dan sayuran, termasuk pisang (Putu et al., 2023). Kulit pisang raja secara khusus dilaporkan mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, saponin, vitamin B, vitamin C, kalsium, fosfor, dan zat besi (Saputri et al., 2022).

Pisang raja (*Musa × paradisiaca* L.) merupakan salah satu jenis pisang yang banyak dibudidayakan dan menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar, mencapai sepertiga dari bobot buah yang belum dikupas (Alifah et al., 2022). Selama ini kulit pisang umumnya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau dibuang sebagai limbah organik, sementara pemanfaatannya secara optimal masih terbatas (Azni, 2023). Penelitian terdahulu melaporkan bahwa ekstrak kasar etanol kulit pisang raja memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 2,90 menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode maserasi (Nisak et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, celah penelitian yang teridentifikasi adalah belum tersedianya bukti empiris mengenai pengaruh ekstrak kulit pisang raja terhadap perbaikan kerusakan jaringan secara *in vivo*, khususnya pada organ paru yang menjadi target utama paparan asap rokok. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian ekstrak etanol 96% kulit pisang raja terhadap gambaran histopatologi paru mencit putih (*Mus musculus*) yang dipapar asap rokok pada tiga variasi dosis, serta menentukan dosis yang memberikan

efek protektif paling optimal. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah kulit pisang raja sebagai sumber antioksidan alami yang bernilai tambah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental *in vivo* yang menggunakan kelompok uji mencit yang diinduksi asap rokok, dengan analisis luaran berupa gambaran histopatologi paru. Populasi penelitian adalah mencit putih (*Mus musculus*) jantan berumur 8–12 minggu; jenis kelamin jantan dipilih untuk menghindari variasi hormonal. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Hewan uji dibagi menjadi enam kelompok, yaitu kelompok normal (tanpa paparan asap rokok dan tanpa ekstrak), kontrol negatif (dipapar asap rokok tanpa ekstrak), kontrol positif (dipapar asap rokok dan diberi vitamin C), serta tiga kelompok perlakuan yang dipapar asap rokok dan diberi ekstrak kulit pisang raja pada dosis 42, 63, dan 84 mg/kg bb. Vitamin C dipilih sebagai pembanding kontrol positif karena sifatnya yang mudah larut dalam air sehingga bebas dari bias pelarut organik tambahan, berbeda dengan kuersetin yang bersifat hidrofobik (Gwak et al., 2004; Indrawati et al., 2022).

Kulit pisang raja segar yang telah diidentifikasi di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, dicuci, dipotong kecil, dan dikeringkan menggunakan metode freeze drying pada suhu -55°C , kemudian dihaluskan menjadi serbuk simplisia (Fridayanti et al., 2026). Serbuk simplisia diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% (perbandingan 1:10) selama 3×24 jam, kemudian filtrat dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental, dan dihitung persentase rendemennya (Anwar et al., 2024).

Standarisasi meliputi parameter spesifik (uji organoleptik dan kadar sari larut etanol) dan parameter non-spesifik (susut pengeringan dan kadar abu) yang mengacu pada Farmakope Herbal Indonesia (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Skrining fitokimia dilakukan secara kualitatif untuk mendeteksi alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan steroid menggunakan pereaksi spesifik untuk masing-masing golongan senyawa (Noordam et al., 2025). Analisis KLT dilakukan dengan menotolkan ekstrak dan standar kuersetin pada plat silika gel GF254, dielusi dengan fase gerak etil asetat: n-heksana pada berbagai perbandingan, kemudian diamati di bawah lampu UV 254 dan 366 nm untuk menghitung nilai faktor retensi (R_f) (Winata et al., 2023).

Dosis acuan diperoleh dari penelitian dosis efek terapi optimal ekstrak kulit pisang pada tikus (600 mg/kg bb) yang dikonversi ke mencit menggunakan tabel konversi Laurence & Bacharach menjadi 84 mg/kg bb, dengan variasi dosis 75% (63 mg/kg bb) dan 50% (42 mg/kg bb) dari dosis tersebut (Chairul et al., 2025). Seluruh mencit diadaptasikan selama tujuh hari, kemudian dipapar asap rokok (kandungan nikotin 2,3 mg dan tar 33 mg, tiga batang per hari) selama 14 hari dalam smoking chamber berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$. Satu jam setelah pemaparan, mencit diberi ekstrak sesuai variasi dosis menggunakan sonde (Hardiyati et al., 2024). Kadar hemoglobin (Hb) diukur pada hari ke-7, ke-14, dan ke-21 menggunakan Hb meter digital portable sebagai parameter penunjang untuk menilai dampak fisiologis paparan asap rokok (Sandro et al., 2025). Setelah periode perlakuan, mencit dieutanasia dan jaringan paru diambil untuk preparasi histologis mengikuti prosedur baku, meliputi fiksasi dengan

formalin 10%, dehidrasi, clearing, impregnasi, penanaman blok parafin, pemotongan dengan mikrotom (ketebalan 4–5 μm), dan pewarnaan Hematoksilin-Eosin (Farizal et al., 2025). Preparat diamati pada lima lapang pandang menggunakan mikroskop cahaya untuk menilai tiga parameter kerusakan paru: hemoragi, infiltrasi sel radang, dan penebalan septa alveoli, yang dinilai menggunakan sistem skoring histopatologi (Hansel & Barnes, 2003).

Data dianalisis secara deskriptif meliputi hasil determinasi tanaman, pembuatan simplisia dan ekstrak, standarisasi, skrining fitokimia, kadar hemoglobin, dan skor histopatologi. Data disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi, ditampilkan dalam tabel dan/atau grafik untuk mempermudah interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simplisia dan Rendemen Ekstrak

Proses pengeringan kulit pisang raja menghasilkan 304 gram serbuk simplisia. Ekstraksi maserasi menggunakan etanol 96% terhadap 300 gram simplisia menghasilkan 44 gram ekstrak kental dengan rendemen 14,67%, memenuhi syarat baku mutu (tidak kurang dari 11,2%) menurut Kementerian Kesehatan RI, (2017). Perolehan rendemen ini sejalan dengan prinsip kerja maserasi berupa difusi pelarut ke dalam dinding sel simplisia hingga tercapai kesetimbangan konsentrasi (Triyanti et al., 2025), dan didukung oleh polaritas etanol 96% yang sesuai untuk melarutkan golongan senyawa polar hingga semipolar seperti flavonoid, tanin, dan saponin (Afifah et al., 2023).

Tabel 1. Hasil Pembuatan Ekstrak

Bobot Simplisia (g)	Bobot Ekstrak (g)	Rendemen (%)	Syarat	Keterangan
300	44	14,67	Tidak kurang dari 11,2% (Kemenkes RI, 2017)	Memenuhi Syarat

Standarisasi Ekstrak

Hasil uji organoleptik menunjukkan ekstrak berbentuk kental beraroma khas kulit pisang, secara keseluruhan memenuhi syarat baku mutu. Kadar sari larut etanol diperoleh sebesar 60%, jauh melampaui syarat minimum 7,2%, mengindikasikan dominasi komponen polar–semipolar yang larut baik dalam etanol, konsisten dengan kandungan fenolik dan flavonoid yang memiliki gugus hidroksil (Saputra et al., 2024).

Tabel 2. Hasil Uji Parameter Spesifik

Pengujian	Hasil Uji	Syarat	Keterangan
Organoleptik	Bentuk: kental; warna: kuning kecokelatan; aroma: khas kulit pisang	Kental, coklat, aroma khas (Kemenkes RI, 2017)	Memenuhi Syarat
Kadar sari larut etanol	60%	Tidak kurang dari 7,2% (Kemenkes RI, 2017)	Memenuhi Syarat

Pada parameter non-spesifik, kadar abu sebesar 1,5% memenuhi syarat (maksimum 3,9%), namun susut pengeringan sebesar 48% jauh melampaui syarat maksimum 10% (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Temuan ini mengindikasikan kandungan air atau senyawa volatil sisa yang cukup tinggi dalam ekstrak kental, kemungkinan akibat sifat

higroskopis ekstrak, proses evaporasi yang belum optimal, atau kondisi penyimpanan yang belum sepenuhnya kedap kelembapan, sehingga menjadi catatan penting bagi stabilitas kimiawi ekstrak pada penelitian lanjutan.

Tabel 3. Hasil Uji Parameter Non-Spesifik

Pengujian	Hasil Uji	Syarat	Keterangan
Susut pengeringan	48%	Tidak lebih dari 10% (Kemenkes RI, 2017)	Tidak Memenuhi Syarat
Kadar abu	1,5%	Tidak lebih dari 3,9% (Kemenkes RI, 2017)	Memenuhi Syarat

Skrining Fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis

Skrining fitokimia menunjukkan hasil positif untuk alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin, sementara steroid tidak terdeteksi. Temuan ini memperkuat laporan sebelumnya bahwa kulit pisang raja mengandung golongan senyawa tersebut sebagai antioksidan (Ayunda & Malita, 2024; Saputri et al., 2022), dengan flavonoid menjadi temuan kunci karena berperan sebagai penangkap radikal bebas melalui transfer atom hidrogen (Sulaiman et al., 2024).

Tabel 4. Hasil Uji Skrining Fitokimia

Metabolit Sekunder	Metode Pengujian	Hasil	Perubahan yang Terjadi
Alkaloid	Reagen Mayer	+	Endapan kuning
Flavonoid	Serbuk Mg + HCl pekat	+	Warna jingga
Tanin	FeCl ₃ 10%	+	Warna hijau pekat
Saponin	Pengocokan 10 detik + HCl 2N	+	Busa stabil, tinggi 1–2 cm selama 10 menit
Steroid	Asam sulfat pekat + asam asetat anhidrat	-	Tidak terjadi perubahan warna

Hasil KLT menunjukkan nilai R_f ekstrak sebesar 0,56 pada fase gerak etil asetat:n-heksana (3:7), identik dengan nilai R_f standar kuersetin, mengindikasikan kemungkinan keberadaan flavonoid golongan kuersetin (Nisaa et al., 2023), meskipun intensitas bercak ekstrak lebih pudar dibandingkan standar murni, mengindikasikan konsentrasi yang relatif lebih rendah atau bercampur dengan flavonoid lain yang memiliki R_f berdekatan.

Tabel 5. Hasil Uji Kromatografi Lapis Tipis

Sampel	Fase Gerak	R _f	HR _f	Warna UV	Keterangan
Ekstrak kulit pisang raja	Etil asetat : n-heksana (3:7)	0,56	56	Hijau samar	Berfluoresensi
Standar kuersetin	Etil asetat : n-heksana (3:7)	0,56	56	Hijau intensif	Berfluoresensi

Kadar Hemoglobin Mencit

Kelompok normal menunjukkan kadar Hb stabil (13,0–13,2 g/dL), berada dalam rentang normal mencit (13–17 g/dL). Kelompok kontrol negatif menunjukkan peningkatan Hb tajam dari 12,9 g/dL (hari ke-7) menjadi 16,5 g/dL (hari ke-14 dan ke-21), yang secara teoritis merupakan respons kompensasi terhadap ikatan karbon monoksida-hemoglobin (karboksihemoglobin) yang menurunkan kapasitas pengangkutan oksigen dan memicu eritropoiesis kompensatorik (Sandro et al., 2025). Kelompok dosis tertinggi (84 mg/kg bb) menunjukkan peningkatan Hb paling terkendali (12,3 menjadi 13,8 g/dL), mendekati pola kelompok normal, sementara kelompok dosis 63 dan 42 mg/kg bb menunjukkan peningkatan lebih besar (14,8–15,0 g/dL). Pola dose-dependent ini mengindikasikan aktivitas antioksidan ekstrak turut meredam respons eritropoiesis berlebihan akibat hipoksia jaringan, sehingga kadar Hb dapat menjadi indikator fisiologis tidak langsung derajat stres oksidatif sistemik.

Tabel 6. Nilai Kadar Hemoglobin Mencit (g/dL)

Kelompok	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
K-N (Normal)	13,1 ± 0,6	13,0 ± 0,8	13,2 ± 0,6
K(-) (Kontrol Negatif)	12,9 ± 1,3	16,5 ± 1,7	16,5 ± 1,4
K(+) (Kontrol Positif)	12,1 ± 2,0	14,2 ± 2,0	14,4 ± 1,3
K-84 (84 mg/kg bb)	12,3 ± 0,9	13,8 ± 0,7	13,8 ± 0,8
K-63 (63 mg/kg bb)	11,9 ± 1,0	14,9 ± 0,8	15,0 ± 0,9
K-42 (42 mg/kg bb)	11,4 ± 1,3	14,8 ± 1,1	14,9 ± 0,93

Gambaran Histopatologi Paru

Kelompok kontrol negatif menunjukkan skor kerusakan rata-rata tertinggi (2,3), dengan hemoragi (2,4 ± 0,89), infiltrasi sel radang (1,8 ± 1,10), dan penebalan septa alveoli (2,6 ± 0,89), membuktikan secara empiris bahwa paparan asap rokok memicu stres oksidatif melalui ROS eksogen, aktivasi sumber ROS endogen, dan penurunan kapasitas antioksidan endogen (Seo et al., 2023). Kelompok kontrol positif menunjukkan skor kerusakan rata-rata paling rendah (0,5), setara dengan kelompok normal, membuktikan efektivitas antioksidan eksogen dalam mencegah kerusakan paru.

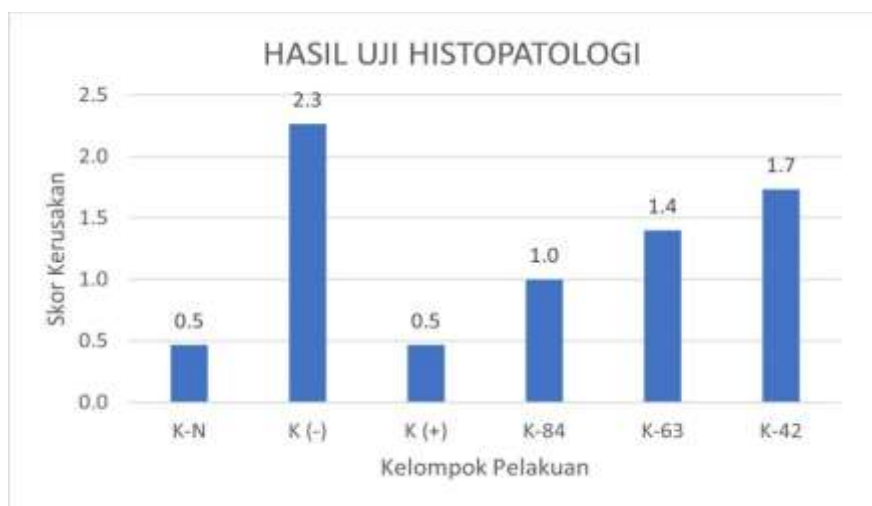
Ketiga kelompok dosis ekstrak menunjukkan pola dose-response yang jelas dan konsisten: kelompok dosis 84 mg/kg bb memperoleh skor rata-rata terendah (1,0), diikuti dosis 63 mg/kg bb (1,4), dan dosis 42 mg/kg bb (1,7). Pola ini konsisten pada ketiga parameter penilaian, menjawab rumusan masalah dan menerima hipotesis alternatif bahwa pemberian ekstrak etanol kulit pisang raja berpengaruh terhadap perbaikan histopatologi paru mencit yang dipapar asap rokok. Secara konseptual, efek dose-dependent ini dijelaskan melalui aktivitas flavonoid (termasuk golongan mirip kuersetin yang teridentifikasi melalui KLT) yang mendonasikan atom hidrogen dari gugus hidroksil pada cincin B ke radikal bebas, menetralkan superoksida dan peroksida lipid, serta menghambat lipoksigenase (Hassanpour & Doroudi, 2023), sehingga dosis yang lebih tinggi menyediakan kapasitas penangkapan radikal bebas yang lebih besar.

Tabel 7. Hasil Skoring Histopatologi Paru Mencit

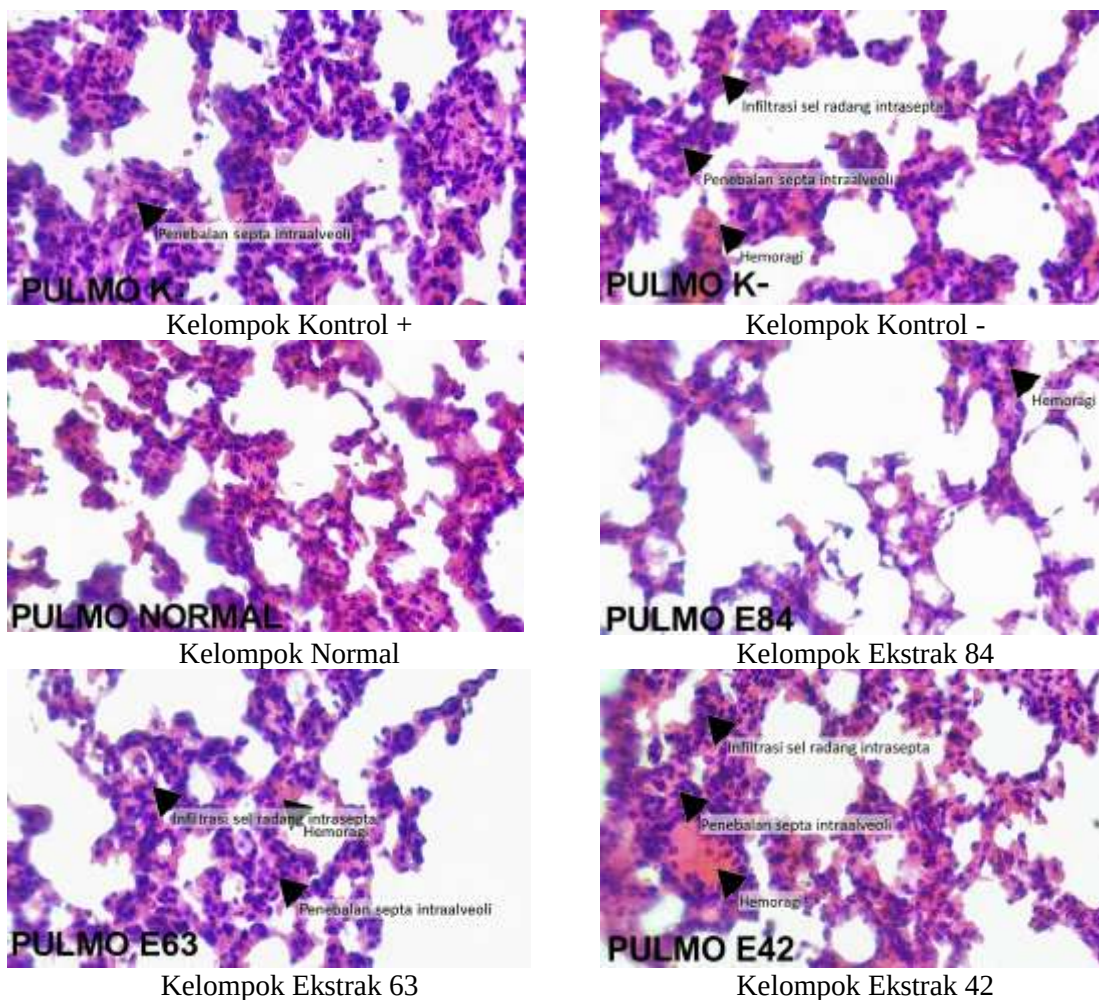
Kelompok	Hemoragi	Infiltrasi Sel Radang	Penebalan Septa Alveoli	Rata-rata
K-N (Normal)	0,4 ± 0,55	0,6 ± 0,55	0,4 ± 0,55	0,5
K(-) (Kontrol Negatif)	2,4 ± 0,89	1,8 ± 1,10	2,6 ± 0,89	2,3
K(+) (Kontrol Positif)	0,6 ± 0,55	0,2 ± 0,45	0,6 ± 0,55	0,5
K-84 (84 mg/kg bb)	1,0 ± 1,41	0,8 ± 0,84	1,2 ± 1,64	1,0
K-63 (63 mg/kg bb)	1,4 ± 0,89	1,0 ± 1,41	1,8 ± 1,30	1,4
K-42 (42 mg/kg bb)	1,8 ± 1,30	1,6 ± 0,89	1,8 ± 1,10	1,7

Tabel 8. Parameter Kerusakan Paru

Bentuk lesi	Skor	Keterangan
Hemoragi	0	Tidak ditemukan haemorrhagi
	1	Ditemukan hemorrhagi pada pulmo kurang dari sepertiga
	2	Ditemukan hemorrhagi pada pulmo sepertiga hingga duapertiga lapang pandang
	3	Ditemukan hemorrhagi pada pulmo lebih dari dua pertiga lapang pandang
Infiltrasi sel radang (intra septa alveoli)	0	Tidak ditemukan infiltrasi sel radang
	1	Ditemukan infiltrasi sel radang pada pulmo kurang dari sepertiga lapang pandang
	2	Ditemukan infiltrasi sel radang pada pulmo sepertiga hingga duapertiga lapang pandang
	3	Ditemukan hemorrhagi pada pulmo lebih dari dua pertiga lapang pandang
Penebalan septa intraalveoli	0	Tidak terjadi pelebaran intraalveoli
	1	Terjadi penebalan septa intraalveoli yang disebabkan inflamasi sel sebesar kurang sepertiga lapang pandang
	2	Terjadi penebalan septa intraalveoli yang disebabkan inflamasi sel sepertiga hingga dua pertiga lapang pandang
	3	Terjadi penebalan septa intraalveoli disebabkan inflamasi sel sebesar lebih dari duapertiga lapang pandang



Gambar 1. Grafik Hasil Skoring Histopatologi



Gambar 2. Hasil Pengamatan Mikroskopis pada Jaringan Paru-paru Mencit

KESIMPULAN

Ekstrak etanol 96% kulit pisang raja (*Musa × paradisiaca* L.) terbukti berpengaruh terhadap gambaran histopatologi paru mencit putih yang dipapar asap rokok, dibuktikan dengan skor kerusakan pada seluruh kelompok perlakuan (rata-rata 1,0–1,7) yang konsisten lebih rendah dibandingkan kontrol negatif (2,3) pada ketiga parameter yang diamati. Terdapat perbedaan efek protektif antarvariasi dosis, dengan pola dose-response yang jelas: semakin tinggi dosis, semakin rendah skor kerusakan (84 mg/kg bb: 1,0; 63 mg/kg bb: 1,4; 42 mg/kg bb: 1,7). Dosis 84 mg/kg bb ditetapkan sebagai dosis paling optimal karena menghasilkan skor kerusakan terendah dan paling mendekati kelompok kontrol positif (0,5). Penelitian lanjutan disarankan untuk memperpanjang durasi paparan, menguji dosis di atas 84 mg/kg bb, memperbaiki standarisasi ekstrak (khususnya susut pengeringan), serta melengkapi konfirmasi struktur senyawa aktif dan biomarker stres oksidatif secara biokimiawi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., Riyanta, A. B., & Amananti, W. (2023). FITOKIMIA PADA EKSTRAK DAUN MANGGA HARUM MANIS (*Mangifera Indica* L .). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 5(1), 54–61.
- Alifah, A. P., Auliya, T. D., Abimanyu, E., & Fenaldo, R. (2022). *Alternatif Energi Listrik Dari Kulit Pisang*. 221–230.
- Anwar, L. O. M., Armi2, Marselina, Dewi, M. S., Hashim, S. H. R., Dinar, E., Pramestyani, & Adiwisatra, N. G. (2024). *PEMBERIAN SALEP EKSTRAK DAUN PISANG AMBON (Musa Paradisiaca Var.Sapientum) TERHADAP ULKUS TIKUS DIABETIK YANG DIINDUKSI ALOKSAN*. 9(September).
- Ayu, I., Widiastriani, P., Nyoman, N., Udayani, W., & Putri, G. A. (2024). Artikel Review : Peran Antioksidan Flavonoid Dalam Menghambat Radikal Bebas. *Journal Syifa Sciences And Clinical Research (JSSCR)*, 6, 188–197.
- Ayunda, R. D., & Malita, S. (2024). Pemanfaatan Senyawa Flavonoid Sebagai Antioksidan Pada Penderita Hiperkolesterolemia : Studi Literatur. *Jurnal Kedokteran Unram*, 13(3).
- Azni, Z. N. (2023). *PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG RAJA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN GLUKOSA MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT* Zulfida Najla Azni, Jalaluddin*, Eddy Kurniawan, Zainuddin Ginting, Masrullita. 1(April), 62–74.
- Chairul, M., Pane, H. N., & Pandiangan, G. H. (2025). *Efektivitas Dosis Ekstrak Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Var. Balbisiana Colla) Terhadap Jumlah Leukosit Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Yang Diinduksi Escherichia Coli*. 6(10), 4708–4720.
- Fadlilah, A. R., & Lestari, K. (2023). *REVIEW: PERAN ANTIOKSIDAN DALAM IMUNITAS TUBUH*. 21.
- Farizal, J., Hasanuddin, A. R. P., & Mayasari, D. (2025). *Teknik Dasar Histopatologi* (M. H. Dr. Dr. Raja Al Fath Widya Iswara, M. Sp.FM., & S. R. Dr. Zida Maulina Aini, M.Ked.Trop. (Eds.)). UREKA MEDIA AKSARA.

- Fridayanti, A., Darajat, N. Z., Ramadhani, D., Febrianie, N. L., Zakinah, N., Eldriana, S. A., & Aulia, S. (2026). *Pengaruh Freeze-Drying Terhadap Kandungan Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Umbi Bawang Dayak (Eleutherine Bulbosa (Mill.))*. <https://doi.org/10.30872/Jsk.V7i1.969>
- Gwak, H.-S., Kim, H.-W., & Chun, I. K. (2004). Solubility And Physicochemical Stability Of Quercetin In Various Vehicles. *Journal Of Pharmaceutical Investigation*, 34, 29–34. <https://doi.org/10.4333/KPS.2004.34.1.029>
- Hansel, T. T., & Barnes, P. J. (2003). *An Atlas Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. CRC Press.
- Hardiyati, I., Fajar, In R. F., & Dini, S. H. (2024). Uji In-Vivo Sediaan Nano Serum Kombinasi Fraksi Aktif Lendir Bekicot (*Lissachatina Fulica*) Dan Fraksi Aktif Daun Binahong (*Anredera Cordifolia*(Ten.) Steenis) SEBAGAI ANTI-AGING. *Trend And Issue In Healthcare*, 14.
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). *Review Of The Antioxidant Potential Of Flavonoids As A Subgroup Of Polyphenols And Partial Substitute For Synthetic Antioxidants*. 13(4), 354–376.
- Ibroham, M. H., Jamilatun, S., & Kumalasari, I. D. (2022). A Review : Potensi Tumbuhan-Tumbuhan Di. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*.
- Indrawati, A., Baharuddin, S., & Kahar, H. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang Tanaman Ungu (*Graptophyllum Pictum* (L.) Griff) Kabupaten Takalar Menggunakan Pereaksi DPPH Secara Spektrofotometri Visibel. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.31764/Lf.V3i1.7213>
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. <https://doi.org/10.2307/Jj.2430657.12>
- Nisaa, N. R. K., Malik, A., & Handayani, V. (2023). Analisis Kadar Total Flavonoid Ekstrak Etanol Kulit Pisang Cavendish (*Musa Paradisiaca* Var. *Sapientum*) Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Sains Dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 5(2), 205–210.
- Nisak, K., Erwiyani, A. R., & Susilo, J. (2020). Perbandingan Ic50 Ekstrak Kasar Etanol Dan Ekstrak Terpurifikasi Kulit Buah Pisang Raja Menggunakan Metode Frap. *Indonesian Journal Of Pharmacy And Natural Product*.
- Noordam, E. R., Rahmat, D., Sandhiutami, N. M. D., & Yuliana, N. D. (2025). Quality Parameter Analysis, Antioxidant Activity, And FTIR Profile Of Turmeric (*Curcuma Longa* L.) From Medan, Sumba, And Papua. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 5(1), 119–131. <https://doi.org/10.37311/Ijpe.V5i1.30494>
- Sandro, M., Arif, M., & Putri, K. A. (2025). *Hubungan Perilaku Merokok Dengan Kadar Hemoglobin*. 6, 3279–3286.
- Saputra, I. P. B. A., Sukanty, N. M. W., Arjita, I. P. D., Musyarrafah, M., & Adnyana, I. G. A. (2024). *Meditory METABOLISM OF XENOBIOTIC COMPOUNDS INCREASES*

- FREE RADICAL PRODUCTION AND REDUCES ENDOGENOUS ANTIOXIDANT. 11(12), 205–215.*
- Saputri, Y. L., Nawangsari, D., & Samodra, G. (2022). *Formulasi Dan Evaluasi Tablet Hisap Ekstrak Kulit Pisang Raja (Musa X Paradisiaca L .) Menggunakan Polivinil Piroolidon (PVP) Dalam Pengobatan Salah Satunya Tablet. 8(2).*
- Seo, Y., Park, J., Kim, J., & Lee, M. (2023). *Cigarette Smoke-Induced Reactive Oxygen Species Formation : A Concise Review.*
- Sudarman, R., Atilla, D., Dewanti, G., & Arfan. (2023). Potensi Antioksidan Fraksi N - Heksana Daun Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) Terhadap Penangkap Radikal Bebas. *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian (LJIK), 1(2), 110–118.* <https://doi.org/10.33772/Lansau.V1i2.15>
- Sulaiman, A. G., Ristyaning, P., Sangging, A., Dokter, P., Kedokteran, F., Lampung, U., Klinik, B. P., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2024). *Malondialdehyde (MDA) Sebagai Marker Stres Oksidatif Berbagai Penyakit Malondialdehyde (MDA) As A Marker Of Oxidative Stress In Various Diseases. 14, 321–325.*
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Anisa, P., Fitriana, N., & Rostiana, H. R. (2025). *Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi , Sonikasi , Dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (Hylocereus Polyrhizus). 8(1), 71–78.*
- Widayati, E. (2022). *Oxidasi Biologi, Radikal Bebas, Dan Antioxidant.*
- Winata, H. S., Faisal, H., Andry, M., Aulia, N., Amin, M., Nasution, & Tambunan, I. J. (2023). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Buah Asam Kandis (*Garcinia Xanthochymus*) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dan LCMS. *JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND SCIENCES, 6(3), 935–950.*