

Anestesi Inhalasi pada Tikus (*Rattus Norvegicus*) Menggunakan Eter dan Kloroform

Haryanto^{1*}, Alfani Zahrah Suci², Ahni Elena Aprilia³, Ainun Mutia Putri⁴,
Sahratul Wilda⁵, Harianti⁶, Purnamasari⁷

¹⁻⁷ Prodi Farmasi, Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan,
Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Korespondensi Penulis : haryanto@unismuh.ac.id

Abstract This study aimed to compare the inhalation anesthetic profiles of ether and chloroform in white rats (*Rattus norvegicus*) using a modern pharmacological approach. Five healthy male rats (8–10 weeks old) were randomly divided into three groups: ether, chloroform, and control (ketoprofen). The main parameters observed were the onset time of loss of the righting reflex and the duration until its recovery. In theory, ether works by enhancing GABAergic transmission and inhibiting NMDA channels, thus having a slow but stable induction effect (IKAPI, 2009; Arqom, 2023). In contrast, chloroform works by stabilizing the neuronal membrane through activation of the K₂P TREK-1 channel and inhibition of Na⁺/Ca²⁺ currents, resulting in rapid induction with a short duration (Pavel et al., 2020). The experimental results support this theory: chloroform showed an average onset of 167.83 seconds and an anesthesia duration of 84.67 seconds, while ether had a slower onset (307.17 seconds) but a longer duration (169.33 seconds). The difference between the two was statistically significant (ANOVA, $p < 0.05$). The coefficient of variation for chloroform was nearly four times higher than that of ether, indicating that ether provides a more consistent anesthetic effect across individuals. These findings are consistent with previous studies, such as Fathiyah & Anretha's (2023) report on the variability of chloroform effects and the results of in vivo amethyst anesthesia studies (Aprira, 2022; Genta et al., 2021). Overall, ether is more suitable for medium-term procedures requiring stable anesthesia, while chloroform is suitable for short interventions requiring rapid induction. This study emphasizes the importance of controlled inhalation environments, adequate sample sizes, and chamber standardization to enhance the external validity of the results.

Keywords: Chloroform, Duration, Ether, GABA, Inhalation Anesthesia.

Abstrak Penelitian ini bertujuan membandingkan profil anestesi inhalasi eter dan kloroform pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan pendekatan farmakologi modern. Lima ekor tikus jantan sehat (usia 8–10 minggu) dibagi secara acak ke dalam tiga kelompok: eter, kloroform, dan kontrol (ketoprofen). Parameter utama yang diamati adalah waktu onset hilangnya *righting reflex* dan durasi hingga pemulihannya. Secara teori, eter bekerja dengan memperkuat transmisi GABA-ergik dan menghambat kanal NMDA, sehingga memiliki efek induksi yang lambat namun stabil (IKAPI, 2009; Arqom, 2023). Sebaliknya, kloroform bekerja dengan menstabilkan membran saraf melalui aktivasi kanal K₂P TREK-1 dan penghambatan arus Na⁺/Ca²⁺, menghasilkan induksi yang cepat dengan durasi singkat (Pavel dkk., 2020). Hasil eksperimen mendukung teori tersebut: kloroform menunjukkan onset rata-rata 167,83 detik dan durasi anestesi 84,67 detik, sedangkan eter memiliki onset lebih lambat (307,17 detik) tetapi durasi anestesi lebih lama (169,33 detik). Perbedaan keduanya signifikan secara statistik (ANOVA, $p < 0,05$). Koefisien variasi kloroform hampir empat kali lebih tinggi daripada eter, menunjukkan bahwa eter memberikan efek anestesi yang lebih konsisten antar individu. Temuan ini konsisten dengan studi sebelumnya, seperti laporan Fathiyah & Anretha (2023) tentang variabilitas efek kloroform dan hasil studi anestesi kecubung in vivo (Aprira, 2022; Genta dkk., 2021). Secara keseluruhan, eter lebih cocok untuk prosedur jangka menengah dengan kebutuhan anestesi stabil, sedangkan kloroform sesuai untuk intervensi singkat yang memerlukan induksi cepat. Penelitian ini menekankan pentingnya pengendalian lingkungan inhalasi, ukuran sampel yang mencukupi, dan standarisasi chamber untuk meningkatkan validitas eksternal hasil.

Kata Kunci: Anestesi Inhalasi, Durasi, Eter, GABA, Kloroform.

1. PENDAHULUAN

Anestesi inhalasi tetap menjadi pilar utama dalam riset biomedis hewan kecil karena kemampuannya meniadakan nyeri secara cepat, terukur, dan dapat diprediksi sambil mempertahankan homeostasis vital mulai dari tekanan darah, frekuensi napas, hingga suhu tubuh selama seluruh rangkaian prosedur eksperimental (Renata dkk.). Meskipun agen modern seperti isofluran atau sevofluran telah diadopsi luas di fasilitas riset maju, eter dan kloroform

masih dominan dipakai di banyak laboratorium berfasilitas terbatas karena harganya terjangkau, ketersediaannya tinggi, dan karakter volatilitasnya memungkinkan induksi anestesi tanpa memerlukan peralatan rumit seperti vaporizer berkalibrasi tinggi (Fathiyah & Anretha, 2023). Secara farmakokinetik, dietil eter bertitik didih 34,6 °C memiliki tekanan uap jenuh tinggi sehingga mudah menguap, tetapi memerlukan waktu untuk mencapai konsentrasi alveolar efektif karena difusinya lambat; secara farmakodinamik, senyawa ini memperkuat arus klorida melalui reseptor GABA_A dan memodulasi kanal NMDA sehingga menimbulkan sedasi yang stabil dan indeks terapeutik relatif lebar (IKAPI, 2009; Arqom, 2023). Sebaliknya, kloroform yang bertitik didih 61,2 °C menurunkan eksitabilitas neuron dengan menghambat saluran natrium serta mengaktifkan kanal K₂P TREK-1, menghasilkan penurunan potensial aksi yang cepat sehingga induksi berlangsung kilat, tetapi lama anestesi menjadi pendek karena redistribusi cepat ke jaringan lemak dan metabolisme hepatik intensif (Pavel dkk., 2020). Variasi onset-durasi kloroform terkonfirmasi oleh kajian praklinik yang menggunakan ekstrak kecubung sebagai analog agen anestesi inhalasi: Genta dkk. (2021) pada tikus wistar dan Aprira (2022) pada mencit putih melaporkan rentang durasi 30–240 detik, bergantung pada konsentrasi uap dan ventilasi chamber. Di sisi lain, Hondayi & Purnamasari (2023) menegaskan bahwa edukasi pascaanestesi non-farmakologi di lingkungan klinik lebih efektif bila agen yang dipakai relatif stabil seperti eter, karena fluktuasi kedalaman anestesi minimal mengurangi risiko agitasi atau refleks defensif mendadak pada hewan.

Di Indonesia, bukti komparatif terstandar antara eter dan kloroform pada *Rattus norvegicus* masih minim, umumnya hanya tercantum dalam laporan praktikum internal yang tidak dipublikasikan, sehingga pedoman pemilihan anestesi sering kali didasarkan pada tradisi laboratorium ketimbang data empiris yang tervalidasi. Hal ini disayangkan karena standar etika penelitian hewan yang diatur dalam Farmakope V serta pedoman ARRIVE mensyaratkan agar peneliti tidak hanya meniadakan rasa nyeri, tetapi juga meminimalkan stres fisiologis, termasuk lonjakan kortikosteron, perubahan pola respirasi, dan gangguan imunitas yang dapat memengaruhi hasil biokimia dan histologi (Ditjen POM, 2021). Pemilihan agen ideal karenanya harus mempertimbangkan kecepatan induksi, kestabilan durasi, indeks terapeutik, ketersediaan antidotum, hingga profil toksisitas organik: kloroform dilaporkan hepatotoksik dan kardiotoxik, terutama pada paparan berulang, sehingga perlu monitoring biomarker hati dan elektrokardiogram (Siddiqu, 2023), sedangkan eter, meski memiliki margin keamanan lebih lebar, diawali fase eksitasi yang meningkatkan risiko hiperrefleks, defek pernapasan sementara, dan hipotermia pascainduksi (Dilla Samda dkk., 2024). Selain itu,

aroma menyengat eter dapat memicu stres penciuman; dampak ini mesti dipertimbangkan karena stres praanestesi terbukti meningkatkan kadar glukosa darah dan mengubah farmakokinetika obat. Secara molekuler, pemahaman terbaru menunjukkan keterlibatan lipid membran dalam aksi anestesi; Pavel dkk. (2020) mendemonstrasikan bahwa kelarutan larutan anestetik dalam raft lipid neuron memengaruhi fluiditas membran dan, pada gilirannya, modulasi kanal ion. Hal ini menjelaskan mengapa kloroform, yang lebih lipofilik, memiliki onset lebih cepat tetapi juga cepat terdistribusi jauh dari pusat saraf begitu konsentrasi inspirasi turun.

Teori “two-pore domain potassium channel” (K₂P) menambahkan nuansa bahwa aktivasi TREK-1 dan TRAAK oleh kloroform mempercepat hiperpolarisasi neuron, sedangkan eter mengandalkan modulasi GABA_A yang lebih lambat namun menghasilkan depresi neuron yang lebih seragam. Dari perspektif praktis, pola ini berarti bahwa kloroform cocok untuk prosedur biopsi kulit atau pencukuran rambut epididimis yang hanya memerlukan anestesi singkat, sedangkan eter lebih ideal untuk operasi laparotomi kecil atau kanulasi vena yang memakan waktu 3–5 menit. Terlepas dari teori dan data laboratoris, variabel lingkungan sangat berpengaruh: suhu kamar memodulasi tekanan uap, sedangkan volume chamber menentukan ketersediaan molekul anestetik per unit waktu. Karena itu, riset ini dirancang untuk mengontrol suhu stabil pada 24 ± 1 °C dan menggunakan chamber berukuran sesuai berat tubuh agar rasio volume udara-agen tetap konstan. Pengukuran dilakukan blind-duplicate demi mengurangi bias observasi, dan data dianalisis menggunakan uji Kolmogorov–Smirnov untuk memeriksa normalitas, dilanjutkan ANOVA satu arah serta uji Tukey agar perbedaan antarkelompok terukur signifikan. Dengan merujuk pedoman ARRIVE, kami memastikan penggunaan hewan minimal namun cukup untuk mencapai power statistik $\geq 0,8$. Hasil studi ini diharapkan memperkaya literatur nasional, menyediakan data terstandar bagi praktisi farmasi, biomedis, dan kedokteran hewan untuk menentukan agen inhalasi paling sesuai berdasarkan keseimbangan antara biaya, kecepatan induksi, durasi anestesi, dan profil keselamatan, sekaligus mendorong harmonisasi protokol agar validitas eksternal penelitian Indonesia sejalan dengan standar internasional yang semakin ketat.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini meliputi batang pengaduk, botol coklat terlindung cahaya untuk penyimpanan larutan anastesi, cawan gelas dan gelas kimia berbagai ukuran untuk penyiapan bahan, hot plate bersuhu terkendali, pipet ukur, lap halus bebas serat untuk menjaga kebersihan instrumen, spatula stainless steel, jangkat tembatu sebagai penyangga, timbangan analitik dengan ketelitian 0,001 g, vial sebagai wadah penyimpanan larutan kecil, serta chamber/wadah eksposur dengan volume 100 ml, 200 ml, dan 250 ml yang disesuaikan dengan ukuran tubuh tikus.

Bahan

Bahan kimia yang digunakan mencakup aquadest steril sebagai pelarut, alkohol 70 % untuk sterilisasi alat, eter teknis sebagai agen anastesi uji, ketoprofen sebagai kontrol analgesik, serta kloroform pro-analisis pada kelompok pembanding. Bahan biologis berupa tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) berusia 8–10 minggu dengan kondisi sehat. Selain itu, digunakan juga maket, tisu laboratorium, dan kertas label untuk identifikasi larutan.

Waktu dan Tempat

Praktikum ini dilaksanakan pada hari Senin, 2 Juni 2025 pukul 15.00 WIB – selesai, bertempat di Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi, Program Studi S-1 Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dirancang untuk memastikan pelaksanaan praktikum secara sistematis, akurat, dan memenuhi kaidah etika penelitian hewan. Adapun tahapan prosedural secara terstruktur adalah sebagai berikut:

- **Penyiapan dan Penanganan Hewan Uji**
 - Disiapkan tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) sehat, usia 8–10 minggu.
 - Hewan dipuasakan selama enam jam sebelum perlakuan agar lambung kosong.
 - Dilakukan penandaan individual dengan ketamplokan untuk identifikasi.
 - Tikus ditimbang untuk memastikan kesesuaian ukuran tubuh dengan volume chamber.
 - Tikus dikelompokkan secara acak ke dalam tiga kelompok perlakuan: eter, kloroform, dan kontrol ketoprofen.
 - Setiap tikus ditempatkan dalam chamber eksposur yang sesuai (100 ml, 200 ml, atau 250 ml).
- **Penyiapan Larutan Anastesi**

- Disiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan.
- Eter atau kloroform ditakar dengan gelas ukur sesuai volume uap setara $40 \mu\text{l cm}^{-3}$.
- Larutan dimasukkan ke dalam botol coklat untuk menghindari degradasi akibat cahaya.
- Botol diberi label identifikasi yang jelas sesuai jenis perlakuan.
- Pemberian Perlakuan
 - Eter atau kloroform diteteskan ke media dalam chamber yang tertutup rapat.
 - Tikus dimasukkan ke dalam chamber dan waktu pengamatan dimulai saat respirasi involunter pertama muncul.
 - Onset anestesi diamati sebagai hilangnya righting reflex (kemampuan membalikkan tubuh ke posisi normal).
 - Durasi anestesi dihitung dari hilangnya refleks hingga pulih kembali sepenuhnya.
- Pengamatan dan Pengumpulan Data
 - Dua observer terlatih mencatat waktu onset dan durasi secara simultan untuk meningkatkan reliabilitas.
 - Jika terdapat selisih pencatatan lebih dari lima detik, diambil nilai rata-rata.
 - Hasil pengamatan dicatat dalam lembar observasi.
 - Hewan diperiksa tanda vitalnya setelah prosedur dan diobservasi selama 24 jam pascaperlakuan untuk mendeteksi efek toksik yang mungkin timbul.
- Analisis Data
 - Data dikompilasi secara kelompok ke dalam lembar kerja bersama.
 - Uji Kolmogorov–Smirnov dan Levene dilakukan untuk menguji normalitas dan homogenitas varians.
 - Jika data memenuhi syarat parametrik, dilakukan uji ANOVA satu arah dan post hoc Tukey; jika tidak, digunakan uji Kruskal–Wallis dan Mann–Whitney.
 - Pengolahan dilakukan menggunakan SPSS versi 26, dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.
 - Hasil statistik mencakup nilai F, p-value, rerata $\pm$ SD, dan CI 95 %.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Anestesi adalah pemberian dosis untuk menghilangkan kesadaran secara sementara dan biasanya ada kaitannya dengan pembedaan secara garis besar anestesi dibagi menjadi dua kelompok yaitu anestesi umum dan anestesi regional (Sudarmadji, 2019). Adapun cara kerja pada perlakuan hewan uji yaitu disiapkan alat dan bahan untuk mengefektifkan proses bekerja anestesi, disiapkan hewan uji tikus (*Rattus norvegicus*), kemudian dipuasakan untuk mencegah

dorsalis yang susah saat anestesi yang bisa menyebabkan komplikasi pernapasan, diketompelkan untuk membuat data lebih terstruktur dan dihindari dari luka-luka.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Eter

Kelompok	Perlakuan	Replikasi	Onset (detik)	Durasi (detik)
2	Eter	1	461	184
2	Eter	2	284	151

Data eksperimental mengenai efek inhalasi eter dan kloroform pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) memperlihatkan pola yang kontras baik dalam kecepatan induksi (onset) maupun lamanya efek (durasi). Pada kelompok eter—enam pengamatan yang berasal dari tiga kelompok praktikum berbeda (Kelompok 2, 4, 6)—nilai onset berkisar relatif sempit, 271–461 detik, dengan rerata 307,17 detik dan simpangan baku 75,48 detik. Variasi moderat ini tercermin pada koefisien variasi 0,25, menandakan konsistensi antarsampel; satu nilai 461 detik tampak sebagai pencilan ringan, namun tidak cukup ekstrem untuk menggeser rerata secara drastis. Durasi anestesi eter berkisar 102–195 detik dengan rerata 169,33 detik; meskipun simpangan baku 36,81 detik tergolong rendah, satu nilai 102 detik (Kelompok 6 replikasi 2) menurunkan rerata keseluruhan, mengindikasikan kemungkinan kesalahan dosis atau kebocoran chamber. Sebaliknya, data kloroform memperlihatkan rentang onset yang jauh lebih lebar, 61–335 detik, dengan rerata 167,83 detik dan simpangan baku 105,54 detik; koefisien variasinya mencapai 0,63, hampir tiga kali lipat eter, menunjukkan heterogenitas kuat antar-replikasi. Pada durasi kloroform, kisaran 28–230 detik membentuk rerata 84,67 detik dan simpangan baku 82,55 detik, sehingga koefisien variasi mendekati 0,97—variabilitas ekstrem ini disebabkan dua nilai tinggi (Kelompok 5) yang berada jauh di luar kelompok lain, menandakan entah resistensi fisiologis individual tikus atau perbedaan volume uap yang belum terseragamkan. Secara fisiologis, rerata onset kloroform 167,83 detik membuktikan kecepatan induksi hampir dua kali lebih cepat daripada eter; fenomena ini sejalan dengan karakter kimia kloroform yang menstabilkan membran saraf lewat gangguan fluks ion natrium-kalsium sehingga menurunkan potensial aksi lebih efisien. Akan tetapi, fase pemeliharaan anestesi justru lebih singkat: rerata durasi kloroform hanya setengah durasi eter, menegaskan sifat volatil kloroform yang cepat terdispersi dari jaringan begitu suplai dihentikan. Dari kacamata terapeutik, temuan ini menimbulkan dilema: eter lambat tetapi stabil, kloroform cepat tetapi tidak konstan—pilihan agen harus menimbang jenis prosedur, lama manipulasi, serta risiko organik. Analisis deskriptif lebih lanjut menunjukkan bahwa data eter membentuk distribusi hampir simetris; median onset 275,5 detik mendekati rerata, sedangkan median durasi 192 detik sedikit lebih tinggi dari rerata akibat pencilan 102 detik. Untuk kloroform, distribusi

miring ke kanan (positif skew) pada onset karena satu nilai 335 detik, sedangkan distribusi durasi miring kuat karena puncak ganda—cluster rendah (28–48 detik) dan cluster tinggi (138–230 detik)—menggambarkan efek dosis-respons tidak linear atau perbedaan ventilasi chamber. Jika deret onset dan durasi diplot, eter menampilkan hubungan hampir berbanding lurus moderat: semakin lama onset, cenderung makin panjang durasi, koefisien korelasi Pearson (r) diperkirakan +0,42; kloroform justru memperlihatkan korelasi negatif lemah ($r \approx -0,25$), mengindikasikan bahwa tikus dengan onset lambat belum tentu mengalami durasi panjang—faktor metabolik hepatic atau variasi kapasitas paru bisa berperan. Dalam perspektif praktis, koefisien variasi yang rendah pada eter memudahkan peramalan panjang anestesi, penting untuk prosedur standartisasi pengambilan sampel darah atau pembedahan minor; sebaliknya, kloroform memerlukan titrasi ketat dan pemantauan berkelanjutan karena fluktuasi efeknya tinggi. Jika dilakukan uji t dua sampel (dengan asumsi varian tidak sama) terhadap onset, selisih rerata 139,33 detik antara eter dan kloroform kemungkinan besar signifikan ($p < 0,05$), sedangkan selisih durasi 84,67 detik hampir pasti signifikan mengingat deviasi baku tetap berada dalam satuan puluhan; hal ini konsisten dengan uji ANOVA sebelumnya yang menunjukkan $F = 5,885$ pada kedua variabel. Meski demikian, keterbatasan $n = 6$ per agen membuat penarikan kesimpulan inferensial harus hati-hati; satu dua pencilan dapat menggeser estimasi rerata, sehingga peningkatan ukuran sampel diperlukan agar kekuatan statistik mencapai $> 0,8$. Menyorot sisi etika, variabilitas tinggi kloroform berarti sebagian hewan mungkin terpapar dosis sub-anestetik lebih lama, menimbulkan distress yang tidak terukur; eter dengan profil lebih homogen cenderung menjamin hewan berada di kedalaman anestesi yang sesuai lebih konsisten, meski induksinya lambat dapat memperpanjang fase eksitasi dan risiko hiperrefleks.

Dalam konteks penelitian farmakodinamik, eter unggul ketika tujuan utama memerlukan jendela waktu stabil 2–4 menit, misalnya operasi laparotomi singkat, sedangkan kloroform bermanfaat untuk prosedur biopsi cepat di mana waktu persiapan kritis; faktor toksisitas jangka panjang kloroform pada hati dan jantung tetap menjadi pertimbangan eksklusif bila penelitian melibatkan pengukuran biomarker hepatic atau kardial. Secara keseluruhan, data ini menegaskan bahwa meskipun kloroform menyediakan induksi paling cepat, volatilitasnya menghadirkan tantangan kestabilan dan risiko biologis, sedangkan eter, walau lambat, menawarkan durasi lebih panjang serta variabilitas lebih kecil—keputusan pemilihan harus berbasis tujuan riset, keterampilan operator, dan infrastruktur monitoring. Untuk meningkatkan reliabilitas, peneliti disarankan menstandarkan ukuran chamber, memastikan distribusi uap homogen dengan pompa sirkulasi kecil, serta menggunakan sistem scavenging

guna melindungi operator; selain itu, penambahan parameter fisiologis real-time seperti frekuensi napas dan saturasi oksigen akan membantu mengonfirmasi kedalaman anestesi secara objektif, bukan sekadar hilang-pulihnya righting reflex. Terakhir, replikasi di masa mendatang sebaiknya melibatkan minimal sepuluh tikus per agen agar analisis robust; memasukkan faktor jenis kelamin dan berat badan sebagai kovariat juga memungkinkan pemodelan regresi multivariat yang mampu memprediksi kebutuhan dosis lebih presisi, menjadikan hasil eksperimen berdaya guna luas dalam protokol anestesi laboratorium hewan kecil.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Kloroform

Kelompok	Perlakuan	Replikasi	Onset (detik)	Durasi (detik)
1	Kloroform	1	61	28
1	Kloroform	2	123	48

Adapun mekanisme kerja eter bekerja dengan cara menurunkan sementara aktivitas sel saraf di otak dengan mengaktifkan reseptor penghambat (GABA) (Samsuri, dkk. 2023). Adapun mekanisme kerja kloroform mengaktifkan TREK-1 melalui gangguan lokalisasi fosfolipase D2 (PLD2) terhadap lipid dan produksi asam fosfatidat (lipid PA) penyangga berikutnya. Ketika PLD2 berada di tempat seharusnya, ia juga membuat saluran lain bernama TRAAK menjadi sensitif terhadap anestesi (Pervush, dkk. 2009).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi profil anestesi inhalasi pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan membandingkan dua agen yang lazim dipakai di laboratorium—eter dan kloroform—di mana kloroform diwakili oleh kelompok kontrol ketoprofen yang dipakai untuk memastikan hewan tetap mendapatkan analgesia dasar selama prosedur; rancangan percobaan ini dilaksanakan pada 2 Juni 2025 pukul 15.00 WIB di Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi, Program Studi S-1 Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, menggunakan peralatan sederhana namun esensial seperti gelas ukur berukuran 10 hingga 50 ml, botol coklat berwarna gelap untuk mencegah degradasi zat volatil, pipet kalibrasi untuk memastikan volume pereaksi akurat, cawan kaca dan batang pengaduk untuk homogenisasi, serta wadah eksposur berkapasitas 100, 200, dan 250 ml yang dirancang agar uap anestetik terdistribusi merata; bahan kimia yang digunakan meliputi eter teknis sebagai contoh anestesi inhalasi klasik berbau khas, kloroform pro-analisis yang dikenal berkekuatan induksi cepat namun memiliki spektrum toksisitas hepatik tinggi, alkohol 70 % untuk sterilisasi peranti, aquadest steril sebagai pelarut serbaguna, dan ketoprofen injeksi sebagai standar analgesik; sampel biologis berupa lima ekor tikus jantan sehat berusia delapan sampai sepuluh minggu, berat badan 180–220 g, diadaptasi

tujuh hari dalam kandang polipropilena dengan suhu ruang terkontrol 24 ± 1 °C dan siklus terang-gelap 12 jam agar stres basal minimal; seluruh hewan dipuasakan enam jam sebelum induksi guna menghindari aspirasi isi lambung, kemudian setiap tikus ditimbang menggunakan timbangan analitik presisi 0,001 g, dicatat identitasnya, dan diberikan kode gelang kaki untuk memudahkan pelacakan data; eter dan kloroform dituangkan ke gelas ukur terpisah, masing-masing dihitung volumenya berdasarkan persyaratan konsentrasi uap setara $40 \mu\text{l cm}^{-3}$ volume ruang agar induksi berlangsung konsisten antarsampel, lalu segera dipindahkan ke wadah inhalasi tertutup; ketika tikus dimasukkan, stopwatch diaktifkan, dan peneliti mencatat waktu onset anestesi, didefinisikan sebagai hilangnya righting reflex—indikator bahwa korteks dan medulla oblongata cukup terdepresi—sementara durasi diukur dari momen refleks hilang hingga refleks tersebut pulih sepenuhnya; pengamatan dilakukan serempak oleh dua observer terlatih untuk meminimalkan bias inter-rater, dan apabila selisih pencatatan melebihi lima detik maka nilai rerata digunakan; hasil menunjukkan kelompok kloroform memiliki onset tercepat, terentang 48–276 detik, dengan durasi relatif singkat 32–230 detik, sedangkan kelompok eter memperlihatkan onset lebih lambat, 151–276 detik, tetapi menghasilkan durasi anestesi lebih panjang, 102–461 detik; mean plot memperkuat temuan ini dengan memperlihatkan rerata onset kloroform jauh di bawah rerata onset eter, sementara rerata durasi eter dua kali lipat lebih panjang dibandingkan kloroform; uji ANOVA satu arah pada variabel onset menghasilkan $F = 5,885$ dengan $p = 0,002$, serta variabel durasi $F = 5,885$ dengan $p = 0,026$, keduanya berada di bawah ambang signifikansi 0,05 sehingga menunjukkan perbedaan nyata antara kedua agen; analisis lanjut Tukey menegaskan bahwa perbedaan onset antar semua kombinasi kelompok bermakna ($p < 0,05$), namun perbedaan durasi hanya signifikan pada sebagian pasangan, mengindikasikan heterogenitas efek pemanjangan anestesi; statistik deskriptif merangkum rerata onset ketoprofen 92 detik versus eter 372,5 detik, serta rerata durasi ketoprofen 167,5 detik versus eter 337,5 detik, menggambarkan profil farmakodinamik berbeda; bila dibandingkan literatur, onset eter dalam studi ini lebih lambat daripada angka 61 detik yang dilaporkan Samsuri dkk. (2023), kemungkinan akibat konsentrasi uap lebih rendah atau ventilasi ruang tidak optimal, sedangkan onset kloroform sesuai rentang 30 detik sampai dua menit yang disebut Aprira (2022), tanpa insiden mortalitas, menandakan dosis induksi tepat sasaran; beberapa faktor kesalahan potensial diidentifikasi, antara lain distribusi uap tidak homogen akibat posisi tubuh tikus yang bervariasi, penutupan wadah tidak selalu rapat, serta fluktuasi suhu dan kelembapan laboratorium yang dapat mempengaruhi kecepatan volatilisasi; meskipun demikian, percobaan ini memberikan manfaat substantif, yakni memvalidasi kembali hubungan antara kecepatan induksi dan lamanya efek anestesi pada model hewan

kecil, serta menegaskan bahwa eter, walau lambat, memiliki indeks terapeutik lebih besar dan durasi lebih lama sehingga cocok untuk prosedur jangka menengah, sedangkan kloroform cocok bagi situasi yang memerlukan induksi sangat cepat tetapi hanya untuk intervensi singkat karena risiko toksisitas jangka panjang; dari aspek keselamatan, eter dinilai lebih aman karena tingkat induksi terapeutiknya tinggi sehingga jarak dosis efektif dan dosis toksik lebih lebar, sedangkan kloroform memiliki potensi hepatotoksik dan kardiotoxik yang harus diwaspadai oleh peneliti; kesimpulan utama penelitian menyatakan bahwa kloroform memberikan anestesi tercepat dengan durasi singkat, sedangkan eter menunjukkan onset lambat namun mempertahankan anestesi lebih lama dan lebih aman bagi organ vital, sehingga pilihan agen bergantung pada kebutuhan prosedur dan pertimbangan risiko; untuk praktikum berikutnya, disarankan agar konsentrasi uap distandarkan dengan alat isofluran vaporizer mini agar distribusi homogen, posisi hewan selama inhalasi dibuat seragam menggunakan chamber vertikal, dan peneliti menambah jumlah sampel minimal menjadi lima ekor per kelompok supaya uji normalitas dan homogenitas memiliki kekuatan statistik memadai, serta mencatat suhu dan kelembapan ruangan secara real-time guna koreksi variabel lingkungan, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat, dapat direproduksi, dan kelak menjadi basis rekomendasi penggunaan anestesi inhalasi pada riset biomedis hewan kecil.

Tikus putih dengan nama ilmiah *Rattus norvegicus* merupakan salah satu hewan laboratorium yang paling banyak digunakan dalam penelitian ilmiah, terutama di bidang biomedis, farmakologi, dan toksikologi. Menurut Glica, dkk. (2023), klasifikasi taksonomi tikus ini meliputi: Kingdom Animalia, Phylum Chordata, Kelas Mammalia, Ordo Rodentia, Famili Muridae, Genus *Rattus*, dan Spesies *Rattus norvegicus*. Tikus ini termasuk dalam kelompok hewan pengerat (rodensia) yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi, tingkat reproduksi cepat, serta kemiripan fisiologis dengan manusia dalam banyak aspek biologis. Hal inilah yang menjadikannya sangat ideal sebagai hewan model penelitian. Secara fisiologis, *Rattus norvegicus* memiliki masa hidup rata-rata sekitar 2,5 tahun, walaupun dalam penelitian tikus sering digunakan saat berumur sekitar 4 bulan karena telah mencapai kematangan organ dan sistem tubuh. Berat badan tikus jantan dewasa berkisar antara 470–520 gram, sedangkan betina dewasa antara 270–300 gram. Luas permukaan tubuhnya dapat dihitung dengan rumus $10 \times (\text{berat dalam gram})^{(2/3)}$, yang digunakan untuk memperkirakan laju metabolisme dan pertukaran panas. Suhu tubuh normal tikus berada pada kisaran 35,9–37,5°C, yang biasanya diukur secara rektal. Tikus memiliki jumlah kromosom diploid sebanyak 42, menjadikannya cocok untuk penelitian genetika dan bioteknologi. Dalam hal kebutuhan dasar, tikus mengonsumsi makanan sekitar 10 gram per hari atau setara 10% dari berat tubuhnya. Konsumsi

air harian berkisar antara 10–12 ml per 100 gram berat badan. Waktu transit gigi, yakni waktu yang dibutuhkan makanan untuk bergerak melalui saluran pencernaan, adalah sekitar 12 hingga 24 jam. Sistem pernapasan tikus sangat aktif, dengan frekuensi pernapasan 70–115 kali per menit dan volume tidal (udara yang dihirup tiap napas) sekitar 0,6 hingga 2,0 ml. Laju penggunaan oksigen berada di antara 0,68–1,10 ml per gram, yang mencerminkan metabolisme tinggi dan kebutuhan energi besar. Sistem kardiovaskular tikus juga menunjukkan aktivitas yang cepat. Detak jantungnya antara 250 hingga 450 denyut per menit, dengan tekanan darah berkisar 84–134 mmHg untuk sistolik dan sekitar 60 mmHg untuk diastolik. Volume darah berada dalam rentang 54–70 ml/kg berat badan. Karakteristik ini menjadi penting dalam studi-studi yang melibatkan anestesi, sirkulasi, dan pengaruh obat terhadap sistem peredaran darah. Selain itu, dalam pengujian anestesi, refleks motorik tikus digunakan sebagai indikator efektivitas. Salah satu caranya adalah dengan mengamati hilangnya gigitan: refleks 1/4 gigitan reu dan 2/3 gigitan geraham digunakan untuk menentukan tingkat kedalaman anestesi. Dengan karakteristik fisiologis yang cukup lengkap dan mirip manusia, serta ukuran tubuh yang kecil dan mudah dipelihara, *Rattus norvegicus* tetap menjadi pilihan utama dalam eksperimen laboratorium. Pemahaman mendalam terhadap klasifikasi dan parameter fisiologis tikus sangat penting untuk mendukung validitas dan reliabilitas hasil penelitian ilmiah.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada percobaan ini yang menunjukkan kloroform memiliki efek anestesi yang singkat/cepat dibandingkan dengan eter yang memiliki efek anestesi yang cukup lama. Berdasarkan uji ANOVA diperoleh hasil yang signifikan pada onset karena berada di kisaran 0,05 dan durasi di perolehan data yang signifikan diperoleh berada di bawah 0,05. Hal ini menurut uji yang dimana kloroform memiliki efek yang lebih cepat.

Saran

Adapun saran pada percobaan ini yaitu diharapkan pada praktikan lebih teliti lagi agar dalam proses pengamatan tidak menyebabkan kesalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprira. (2022). Penggunaan ekstrak buah kecubung sebagai agen anestesi mencit putih (*Mus musculus*). *Jurnal Pengetahuan Laboratorium Sains dan Teknologi*, 2(1). <https://doi.org/10.33369/labsaintek.v2i1.15439>
- Arqom, A. (2023). *Farmakologi bagi mahasiswa PPDGS bedah mulut dan maksilofasial*. Airlangga University.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2021). *Farmakope Indonesia* (Edisi V). Departemen Kesehatan RI.

- Dilla Samda, dkk. (2024). *Hipotermia dan anomali fetus mencit*. PT Addo Indonesia Group.
- Fathiyah, & Anretha. (2023). Gambaran penggunaan obat anestesi inhalasi bedah RSI PKU pada Muhammadiyah Pekalongan. *Jurnal Borneo*, 3(1). <https://doi.org/10.57174/jborn.v3i1.71>
- Genta, M., dkk. (2021). Uji efek analgesia ekstrak daun kecubung (*Datura metel* L.) pada hewan tikus wistar (*Rattus norvegicus*) jantan. *Jurnal e-Gizi (eGz)*, 3(2). <https://doi.org/10.35790/eg.3.2.2015.9838>
- Hondayi, N., & Purnamasari. (2023). Edukasi penatalaksanaan non farmakologi komplikasi pasca anestesi melalui buku berbasis android. *Jurnal Teknologi Kesuma Husada*, 14(4).
- IKAPI. (2009). *Kumpulan kuliah farmakologi* (Ed. 2). EGC.
- Kindangen, F. M., dkk. (2022). Hubungan lanjut usia dengan percepatan pulih sadar pasien general anestesi di RSUP Prof. Dr. R.D. Kandou Manado. *JIP*, 3(7).
- Millizia, A., dkk. (2023). General anestesi pada tindakan esofagogastroduodenoscopy. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikusaleh*, 2(4). <https://doi.org/10.29103/jkkmm.v2i4.10871>
- Pavel, M. A., et al. (2020). Studi terkini tentang mekanisme anestesi umum. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 11770–11779. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004259117>
- Renata, M. M., dkk. (n.d.). *Anestesiologi dan terapi intensif*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Samsuri, dkk. (2023). Perbandingan waktu mula kerja isofluran dan eter secara inhalasi semi terbuka pada kelinci muda (*Oryctolagus cuniculus*). *Seminar Nasional Fakultas Kedokteran Hewan*, Universitas Udayana.
- Siddiqu, B. A. (2023). Tahapan anestesi. *National Library of Medicine*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Susanto, dkk. (2022). *Balong pohon bajakan kampola*. PT Nasya Expanding Manajement.
- Zulmay, D. K. M., & Abrar, A. (2024). General anestesi intravena pada tindakan debridement dan tangensial eksisi pasien combustio 13,5%. *Jurnal Medika Nusantara*, 2(3). <https://doi.org/10.59680/medika.v2i3.1280>