



Pengaruh Uap Rokok Elektrik (Vape) Pada Kualitas Sperma Tikus (*Rattus Norvegicus*) Menggunakan Metode Vapor Chamber

Dave Johansen Sumendap*, Lydia Estelina Naomi Tendean, Grace Amelia Turalaki

Universitas Sam Ratulangi, Indonesia

Email: dave.j.sumendap@gmail.com*, tendeanlydia@unsrat.ac.id, gracelat@unsrat.ac.id

Abstrak:

Rokok elektrik (vape) kini banyak digunakan sebagai alternatif rokok konvensional, namun aerosol yang dihasilkan tetap mengandung senyawa toksik seperti nikotin, propilen glikol, gliserin, dan flavoring agents yang berpotensi merusak sistem reproduksi pria melalui mekanisme stres oksidatif. Dampaknya terhadap kualitas sperma masih membutuhkan penelitian lebih lanjut, terutama melalui model hewan dengan paparan terkontrol. Penelitian eksperimental dengan desain post-test only control group dilakukan pada 10 ekor tikus Wistar jantan yang dibagi menjadi dua kelompok: kontrol ($n=5$) dan perlakuan ($n=5$). Kelompok perlakuan dipapar uap rokok elektrik selama 30 menit per hari selama 40 hari menggunakan vapor chamber. Sampel sperma diambil dari kauda epididimis. Data dianalisis menggunakan uji Shapiro–Wilk, uji Independent Samples t-test, dan Mann–Whitney U. Terdapat penurunan signifikan pada motilitas progresif tikus perlakuan (18%) dibandingkan kontrol (67%) ($p = 8,26 \times 10^{-7}$). Konsentrasi sperma juga menunjukkan perbedaan signifikan, yaitu 27,3 juta/ml pada perlakuan dibandingkan 48,4 juta/ml pada kontrol ($p = 7,46 \times 10^{-7}$). Morfologi sperma abnormal meningkat secara signifikan pada kelompok perlakuan (59%) dibandingkan kontrol (18%) ($p = 1,04 \times 10^{-2}$). Paparan uap rokok elektrik dengan metode vapor chamber selama 40 hari berpengaruh signifikan terhadap penurunan kualitas sperma tikus Wistar, ditunjukkan melalui penurunan motilitas, penurunan konsentrasi, serta peningkatan persentase morfologi abnormal.

Kata Kunci: : vape, kualitas sperma, tikus Wistar, vapor chamber

Abstract:

Electronic cigarettes (vape) are widely used as an alternative to conventional smoking; however, the aerosol produced still contains toxic substances such as nicotine, propylene glycol, glycerin, and various flavoring agents. These components have the potential to impair male reproductive function through oxidative stress mechanisms. Their impact on sperm quality requires further investigation, particularly using controlled animal exposure models. This experimental study employed a post-test only control group design and included 10 male Wistar rats divided into a control group ($n = 5$) and a treatment

group (n = 5). The treatment group was exposed to electronic cigarette vapor for 30 minutes per day for 40 days using a vapor chamber. Sperm samples were collected from the cauda epididymis. Data were analyzed using the Shapiro–Wilk test, Independent Samples t-test, and Mann–Whitney U test. There was a significant decrease in progressive motility in the treatment group (18%) compared with the control group (67%) ($p = 8.26 \times 10^{-7}$). Sperm concentration also showed a significant difference, with 27.3 million/ml in the treatment group compared with 48.4 million/ml in the control group ($p = 7.46 \times 10^{-7}$). Abnormal sperm morphology increased significantly in the treatment group (59%) compared with the control group (18%) ($p = 1.04 \times 10^{-2}$). Exposure to electronic cigarette vapor using the vapor chamber method for 40 days significantly decreased sperm quality in Wistar rats, as indicated by reduced motility, decreased concentration, and increased abnormal morphology.

Keywords: *vape, sperm quality, Wistar rats, vapor chamber.*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan gaya hidup modern telah memperkenalkan rokok elektrik atau vape sebagai alternatif rokok konvensional (Niemann et al., 2020; Chen et al., 2021). Meskipun vape dianggap lebih aman karena tidak menghasilkan asap tembakau, penelitian terbaru membuktikan bahwa aerosol vape tetap mengandung senyawa toksik seperti nikotin, propilen glikol, gliserin, serta aditif lainnya yang berpotensi mengganggu sistem reproduksi pria (Santos et al., 2021; Leung et al., 2021; Martin et al., 2020).

Nikotin merupakan senyawa utama dalam vape yang bersifat vasokonstriktor sehingga mengganggu aliran darah ke organ reproduksi serta memengaruhi hormon yang mengatur spermatogenesis (Gonçalves et al., 2021; Thakur et al., 2020). Selain itu, paparan uap vape meningkatkan produksi reactive oxygen species (ROS), menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan pada sel spermatogenik (Santos et al., 2020; Leung et al., 2021; Chandra et al., 2021).

Beberapa penelitian terdahulu telah memberikan gambaran awal mengenai potensi risiko vape terhadap sistem reproduksi. Studi pada model tikus oleh Saygin et al. (2023) menunjukkan adanya perubahan histopatologis pada testis tikus yang terpapar vape, termasuk atrofi tubulus seminiferus dan penurunan jumlah sel spermatogenik. Penelitian lain oleh Rahali (2018) melaporkan bahwa paparan cairan *e-cigarette* dapat menyebabkan alterasi parameter semen dan meningkatkan stres oksidatif pada epididimis tikus dewasa. Tooy et al. (2016) juga menemukan bahwa paparan asap rokok elektrik berdampak negatif terhadap motilitas dan viabilitas spermatozoa tikus Wistar. Secara sistematis, Szumilas et al. (2020) dalam tinjauannya menyimpulkan bahwa berbagai komponen uap vape dapat memengaruhi morfologi dan fungsi sistem reproduksi pria maupun wanita, meskipun mekanisme pastinya masih perlu dikaji lebih lanjut.

Masalah infertilitas pria kini menjadi perhatian global serius, dengan kontribusi faktor pria dalam 40–50% kasus infertilitas pada pasangan subur (Sharma et al., 2020; McLachlan & Reilly, 2021). Meskipun dampak rokok konvensional terhadap fungsi reproduksi telah banyak dikaji (Sung et al., 2019; Samanic et al., 2020), efek uap rokok elektrik terhadap kualitas sperma belum diteliti secara mendalam, khususnya melalui studi eksperimental (Leung et al., 2021; Kaur & Sharma, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan tikus jantan sebagai model dan metode vapor chamber untuk meniru kondisi paparan uap pada manusia secara terkendali.

Tikus jantan dipilih untuk penelitian eksperimental karena kesamaan fisiologis sistem reproduksinya dengan manusia, serta siklus reproduksinya yang relative singkat, sehingga memungkinkan evaluasi efek jangka pendek zat toksik seperti uap vape secara efisien. Metode vapor chamber digunakan untuk mensimulasikan paparan uap secara lebih realistis dan terkontrol. Studi ini bertujuan mengevaluasi pengaruh paparan uap vape terhadap kualitas sperma tikus jantan—meliputi motilitas, morfologi, dan konsentrasi—sebagai indikasi risiko potensial terhadap fertilitas pria. Hasilnya diharapkan menjadi dasar ilmiah untuk penelitian lanjutan dan upaya edukasi serta intervensi kesehatan.

Tujuan Penelitian untuk menganalisis perbedaan antara perbedaan kualitas sperma (motilitas, morfologi, dan jumlah sperma) antara tikus yang terpapar uap vape dan yang tidak terpapar. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan khazanah keilmuan mengenai pengaruh paparan uap rokok elektrik terhadap sistem reproduksi jantan, khususnya yang berkaitan dengan kualitas sperma. Secara praktis, penelitian ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat penyelesaian tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Dokter, sekaligus memberikan pengalaman akademik dan penelitian bagi peneliti dalam mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama masa studi. Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan rujukan dan acuan bagi penelitian selanjutnya, khususnya yang membahas dampak paparan rokok elektrik (vape) terhadap kualitas sperma tikus. Selain itu, bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran mengenai potensi bahaya penggunaan rokok elektrik terhadap kesuburan pria.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian post-test only control group design. Laboratorium uji Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi dan Laboratorium Patologi-Anatomi Fakultas Kedokteran September-November 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tikus jantan Wistar (*Rattus norvegicus*). Sampel dari penelitian ini berjumlah 10 ekor tikus wistar Jantan15. Variabel Bebas pada

penelitian ini adalah paparan uap rokok elektrik, variabel terikat pada penelitian ini adalah kualitas sperma tikus.

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan utama, antara lain vapor chamber sebagai ruang tertutup untuk mengekspos tikus terhadap uap rokok elektrik secara terkontrol dan merata, serta e-liquid dan vape device sebagai sumber penghasil uap rokok elektrik. Pengukuran durasi paparan dilakukan menggunakan stopwatch. Pengamatan dan perhitungan sperma dilakukan dengan bantuan mikroskop cahaya, kaca objek sebagai media preparat, serta haemocytometer untuk menghitung jumlah sperma. Penilaian morfologi dan viabilitas sperma dilakukan menggunakan pewarnaan eosin–nigrosin. Pengambilan dan penanganan sampel sperma menggunakan pipet mikro, sedangkan larutan NaCl fisiologis 0,9% digunakan untuk menjaga viabilitas sperma selama proses pengenceran dan preparasi sampel. Formalin digunakan sebagai reagen untuk mematikan sel sperma agar dapat dihitung pada kamar hitung. Selain itu, proses pengambilan sampel sperma dari epididimis dilakukan menggunakan peralatan bedah hewan kecil yang terdiri atas skalpel, gunting, dan pinset.

Penelitian ini diawali dengan memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas serta melakukan sterilisasi vapor chamber sebelum digunakan. Hewan coba kemudian dirandomisasi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok kontrol ($n = 5$) dan kelompok perlakuan ($n = 5$). Kelompok kontrol dimasukkan ke dalam chamber selama 30 menit per hari tanpa paparan uap rokok elektrik (perangkat tidak dinyalakan), sedangkan kelompok perlakuan dimasukkan ke dalam chamber dan dipaparkan aerosol rokok elektrik selama 30 menit per hari selama 40 hari berturut-turut. Parameter paparan diatur dengan frekuensi puff setiap 60 detik (± 30 puff per sesi), aliran udara sedang, serta suhu ruangan dijaga pada kisaran 22–25 °C. Selama periode penelitian, hewan coba dipantau secara rutin melalui pengukuran berat badan mingguan dan penilaian skor kesejahteraan hewan setiap hari, dengan penerapan humane endpoint apabila diperlukan. Pada hari ke-41 dilakukan terminasi hewan coba melalui prosedur eutanasia sesuai pedoman yang berlaku, dilanjutkan dengan pengambilan sampel sperma melalui isolasi cauda epididymis. Jaringan cauda epididymis diiris tipis dan direndam dalam 1 mL larutan penyangga selama 5–10 menit untuk membebaskan spermatozoa. Penilaian kualitas sperma meliputi konsentrasi sperma yang dihitung menggunakan haemocytometer setelah pengenceran sesuai kebutuhan dengan pemeriksaan pada dua kamar hitung dan pengambilan nilai rerata, motilitas sperma yang dinilai dari tetesan sampel segar pada kaca objek yang dihangatkan dengan pengamatan minimal 200 sel per hewan dan diklasifikasikan menjadi progresif serta non-progresif atau tidak bergerak, serta morfologi sperma yang dinilai menggunakan pewarnaan eosin–nigrosin dengan pengamatan minimal 200 sel per hewan untuk menentukan proporsi sperma normal dan abnormal.

Pengumpulan data dalam penelitian ini difokuskan pada penilaian kualitas sperma yang meliputi motilitas, morfologi, dan konsentrasi sperma. Penilaian motilitas sperma dilakukan dengan mengamati minimal 200 spermatozoa per tikus di bawah mikroskop cahaya, kemudian dicatat jumlah sperma dengan motilitas progresif, non-progresif, dan immotil untuk selanjutnya dihitung dalam bentuk persentase. Penilaian morfologi sperma dilakukan menggunakan pewarnaan eosin–nigrosin dengan pengamatan minimal 200 spermatozoa per tikus, di mana jumlah sperma dengan morfologi normal dan abnormal dicatat dan dihitung persentase sperma normal. Sementara itu, konsentrasi sperma ditentukan dengan cara mengencerkan suspensi sperma yang diperoleh dari cauda epididymis, kemudian dihitung menggunakan haemocytometer, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan juta sperma per mililiter.

Interpretasi hasil didasarkan pada nilai signifikansi (p-value) yang diperoleh dari analisis inferensial. Dasar pengambilan keputusannya Adalah Jika nilai $p < 0,05$: Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada kualitas sperma (motilitas, morfologi, atau konsentrasi) antara tikus yang terpapar uap vape dan tikus yang tidak terpapar. Dengan demikian, hipotesis alternatif (H1) diterima dan hipotesis nol (H0) ditolak. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan uap rokok elektrik memiliki pengaruh terhadap kualitas sperma tikus.

Jika nilai $p \geq 0,05$: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada kualitas sperma antara kedua kelompok. Dengan demikian, hipotesis nol (H0) diterima dan hipotesis alternatif (H1) ditolak. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan uap rokok elektrik tidak memiliki pengaruh terhadap kualitas sperma tikus.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Oktober-November di Laboratorium Uji Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi sebagai tempat perlakuan Vapor Chamber serta pemeriksaan sperma dilakukan di Laboratorium Bidang Ilmu Biologi Fakultas Kedokteran Unsrat. Subjek penelitian terdiri dari 10 ekor tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar jantan, berusia rata-rata 12 minggu, dengan berat awal 150-160 gram yang dibagi menjadi dua kelompok:

1. Kelompok Kontrol ($n = 5$): tidak diberikan perlakuan Vapor Chamber.
2. Kelompok Perlakuan ($n = 5$): diberikan Uap Vape menggunakan Vapor Chamber selama 30 menit/hari selama 40 hari.

Seluruh tikus dipelihara dalam kondisi lingkungan terkontrol, mendapatkan pakan standar dan air minum ad libitum. Setelah 40 hari perlakuan, tikus determinasi secara fisik dan kemudian sampel sperma diambil melalui diseksi kauda epididimis. Hasil pemeriksaan kualitas sperma dibagi menjadi 3 bagian sebagai berikut:

Motilitas sperma pada kedua kelompok tikus diperiksa menggunakan mikroskop cahaya pada pembesaran 400x, kemudian diklasifikasikan menjadi motil progresif,

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tikus pada kelompok kontrol memiliki persentase motil progresif yang lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan, sedangkan kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan persentase sperma motil non-progresif dan tidak motil. Mencari rerata data menggunakan rumus $\bar{x} = \Sigma x / n$ x = nilai sampel, dan n = jumlah sampel.

Tabel 1. Perbandingan Persentase Motilitas Sperma antara Kelompok Kontrol dan Perlakuan

	Kelompok Progresif (%)	Non-Progresif (%)	Imotil (%)
Kontrol	67	20	13
Perlakuan	18	26	56

Sumber: Data primer, (2025)

Konsentrasi sperma diperiksa menggunakan kamar hitung Neubauer dengan metode pengenceran NaCl fisiologis. Sampel diambil dari kauda epididimis tikus, kemudian dihomogenkan dan diencerkan sesuai prosedur standar sebelum dilakukan perhitungan. Pemeriksaan dilakukan dengan mengamati jumlah sel sperma dalam ruang hitung yang telah ditentukan, kemudian nilai konsentrasi dihitung menggunakan rumus standar untuk kamar hitung hemositometer.

Mencari rerata data menggunakan rumus $\bar{x} = \Sigma \bar{x} / n$

$\bar{x} = \Sigma x / n$, x = nilai sampel, dan n = jumlah sampel

$\bar{x}$ perlu dicari untuk menemukan rerata jumlah sperma di kamar hitung dengan 5 kotak yang berbeda untuk mengetahui konsentrasi dengan lebih akurat sebelum menghitung konsentrasi rerata dari 5 sampel uji.

Morfologi sperma diperiksa melalui pembuatan preparat ulas (smear) dari suspensi sperma kauda epididimis yang telah diencerkan. Preparat kemudian dikeringkan dan diwarnai menggunakan pewarnaan standar untuk evaluasi sel sperma. Pengamatan dilakukan pada pembesaran 400x untuk menilai bentuk kepala, leher, dan ekor sperma. Setiap sampel diamati minimal 200 sel sperma, kemudian diklasifikasikan menjadi sperma dengan morfologi normal dan morfologi abnormal. Kategori abnormal mencakup kelainan pada kepala (misalnya kepala membesar, mengecil, atau berbenjol), kelainan leher, serta kelainan ekor seperti ekor bengkok atau terlipat. Mencari rerata data menggunakan rumus $\bar{x} = \Sigma x / n$ x = nilai sampel, dan n = jumlah sampel.

Tabel 2. Perbandingan Persentase Morfologi Normal dan Abnormal Sperma antara Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Kelompok	Normal (%)	Abnormal (%)
Kontrol	82	18
Perlakuan	41	59

Sumber: Data primer, (2025)

Uji Normalitas

Sebelum dilakukan uji komparasi antara kelompok table421 dan kelompok perlakuan, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas pada setiap table421e penelitian untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan menggunakan Uji Shapiro–Wilk, karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50 ($n < 50$).

Dasar pengambilan keputusan uji normalitas adalah sebagai berikut: Jika nilai $p > 0,05$, maka data dinyatakan berdistribusi normal. Jika nilai $p \leq 0,05$, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal.

Table 3. Hasil Uji Normalitas Data Menggunakan Uji Shapiro–Wilk

Variabel	Kontrol (p)	Perlakuan (p)	Hasil
Motilitas Progresif	0,8139	0,8139	Normal
Konsentrasi Sperma	0,3260	0,9573	Normal
Morfologi Normal	0,0064	0,3140	Tidak Normal

Sumber: Analisis statistik menggunakan SPSS versi 26 (2025)

Variabel motilitas progresif dan konsentrasi sperma berdistribusi normal pada kedua kelompok, sehingga uji komparasi dilakukan menggunakan uji parametrik (Independent Samples t-test).

Variabel morfologi sperma memiliki salah satu kelompok yang tidak normal, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik (Mann–Whitney U Test).

Uji komparasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kualitas sperma antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Jenis uji yang digunakan bergantung pada hasil uji normalitas masing-masing variabel. Dasar pengambilan keputusan:

Jika $p < 0,05$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Jika $p \geq 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4. Hasil Uji Perbandingan (Uji Hipotesis) antara Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Variabel	Jenis Uji	p-value	Hasil
Motilitas Progresif	Independent t-test	$8,26 \times 10^{-7}$	Signifikan
Konsentrasi Sperma	Independent	$7,46 \times 10^{-7}$	Signifikan

	t-test		
Morfologi Normal	Mann–Whitney U	$1,04 \times 10^{-2}$	Signifikan

Sumber: Analisis statistik menggunakan SPSS versi 26 (2025)

Interpretasi hasil penelitian dilakukan berdasarkan analisis statistik yang telah disajikan pada bagian sebelumnya, yaitu uji normalitas dan uji komparasi antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan terhadap tiga parameter kualitas sperma: motilitas progresif, konsentrasi sperma, dan morfologi sperma. Uji hipotesis pada penelitian ini bertujuan untuk menguji kebenaran hipotesis berikut:

1. Hipotesis Nol (H_0): Tidak terdapat pengaruh paparan uap rokok elektrik (vape) melalui metode vapor chamber terhadap kualitas sperma tikus Wistar.
2. Hipotesis Alternatif (H_1): Terdapat pengaruh paparan uap rokok elektrik (vape)
3. melalui metode vapor chamber terhadap kualitas sperma tikus Wistar.

Interpretasi Variabel Motilitas Sperma

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data motilitas progresif berdistribusi normal pada kedua kelompok sehingga analisis dilanjutkan menggunakan Independent Samples t-test. Nilai $p = 8,26 \times 10^{-7}$ ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Makna biologis hasil:

1. Kelompok kontrol memiliki motilitas progresif yang jauh lebih tinggi (67%) dibandingkan kelompok perlakuan (18%).
2. Penurunan drastis ini menunjukkan bahwa paparan uap vape memberikan gangguan signifikan terhadap kemampuan gerak sperma.

Kesimpulan sementara:

H_0 ditolak, H_1 diterima. Paparan uap rokok elektrik berpengaruh signifikan dalam menurunkan motilitas sperma.

Interpretasi Variabel Konsentrasi Sperma

Variabel konsentrasi sperma juga berdistribusi normal sehingga dilakukan uji menggunakan Independent Samples t-test. Nilai $p = 7,46 \times 10^{-7}$ ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Kelompok kontrol memiliki konsentrasi sperma rata-rata 48,4 juta/ml, sedangkan kelompok perlakuan hanya 27,3 juta/ml.

Interpretasi Variabel Morfologi Sperma

Pada variabel morfologi, salah satu kelompok menunjukkan data yang tidak terdistribusi normal sehingga analisis dilanjutkan menggunakan Mann–Whitney U Test. Nilai $p = 1,04 \times 10^{-2}$ ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Makna biologis hasil:

1. Kelompok kontrol memiliki sperma bermorfologi normal sebesar 82%, sedangkan kelompok perlakuan hanya 41%.
2. Proporsi sperma abnormal meningkat tajam pada kelompok perlakuan (59%), termasuk kelainan pada kepala, leher, maupun ekor.

H_0 ditolak, H_1 diterima. Paparan uap rokok elektrik berpengaruh signifikan dalam meningkatkan persentase sperma bermorfologi abnormal.

Berdasarkan hasil uji statistik pada seluruh variabel kualitas sperma (motilitas, konsentrasi, dan morfologi), seluruh analisis menunjukkan nilai $p < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Dengan demikian: Hipotesis Nol (H_0) ditolak. Hipotesis Alternatif (H_1) diterima. Kesimpulan akhir:

Paparan uap rokok elektrik (vape) menggunakan metode vapor chamber selama 40 hari terbukti berpengaruh signifikan terhadap penurunan kualitas sperma tikus Wistar, ditunjukkan melalui penurunan motilitas, penurunan konsentrasi, dan peningkatan morfologi sperma abnormal.

Penelitian ini menganalisis pengaruh paparan uap rokok elektrik (vape) melalui vapor chamber terhadap kualitas sperma tikus Wistar. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan bermakna pada seluruh parameter kualitas sperma, yaitu motilitas, konsentrasi, dan morfologi, antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Penurunan motilitas progresif pada kelompok perlakuan disebabkan oleh peningkatan stres oksidatif akibat paparan senyawa berbahaya dalam aerosol vape seperti nikotin, propilen glikol, dan aldehida. Stres oksidatif dapat merusak fungsi mitokondria dan menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel sperma, sehingga menghambat produksi ATP yang diperlukan untuk pergerakan progresif. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa paparan

uap vape dapat menurunkan integritas dan kemampuan gerak sperma.

Penurunan konsentrasi sperma pada kelompok perlakuan menunjukkan gangguan pada proses spermatogenesis. Senyawa toksik vape dapat menekan aksis hipotalamus–hipofisis–gonad, menurunkan sekresi LH dan testosteron, dan mengganggu fungsi sel Sertoli dan Leydig. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa paparan vape dapat meningkatkan apoptosis sel germinal serta merusak tubulus seminiferus, sehingga mengurangi jumlah sperma yang dihasilkan.

Peningkatan persentase sperma abnormal pada kelompok perlakuan mengindikasikan adanya gangguan pada tahap spermiogenesis. Stres oksidatif

dapat mengganggu pematangan kromatin, pembentukan akrosom, dan struktur kepala, leher, serta ekor sperma. Selain itu, komponen flavoring tertentu dalam e-liquid diketahui memiliki sifat sitotoksik yang dapat meningkatkan kerusakan morfologi sperma. Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa paparan vape dapat meningkatkan kelainan morfologi sperma. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa paparan uap rokok elektrik memberikan dampak negatif terhadap kualitas sperma tikus Wistar. Motilitas dan konsentrasi mengalami penurunan, sementara kelainan morfologi meningkat secara signifikan pada kelompok perlakuan. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti jumlah sampel yang kecil serta tidak dilakukannya pemeriksaan hormonal dan analisis histopatologi, sehingga penelitian lanjutan diperlukan untuk memahami mekanisme kerusakan reproduksi secara lebih mendalam.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan uap rokok elektrik menggunakan metode vapor chamber terhadap kualitas sperma tikus Wistar (*Rattus norvegicus*), dapat disimpulkan bahwa paparan uap vape memberikan perubahan pada seluruh parameter kualitas sperma yang diperiksa. Motilitas progresif pada kelompok perlakuan tampak lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol, disertai peningkatan jumlah sperma tidak motil. Konsentrasi sperma kelompok perlakuan juga menunjukkan penurunan dibandingkan kelompok kontrol. Selain itu, proporsi morfologi sperma abnormal lebih tinggi pada kelompok perlakuan. Secara keseluruhan, hasil ini memberikan gambaran bahwa paparan uap rokok elektrik berpengaruh terhadap penurunan kualitas sperma tikus Wistar pada aspek motilitas, konsentrasi, dan morfologi.

Daftar Pustaka

- Chen, C., Yang, L., & Zhang, L. (2021). Toxicological assessment of e-cigarette aerosol and its impact on health: A systematic review. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 24(5), 283–299.
<https://doi.org/10.1080/15287394.2021.1876346>
- Chandra, P., Kumar, A., & Gupta, P. (2021). E-cigarette exposure and its effects on male reproductive health: A comprehensive review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 80, 103457.
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2021.103457>
- Gonçalves, A. C., Sousa, A., & Nogueira, P. (2021). The impact of nicotine on reproductive function: A review of the mechanisms and evidence. *Environmental Health Perspectives*, 129(4), Article 045001.
<https://doi.org/10.1289/EHP7471>
- Kaur, K., & Sharma, S. (2021). The effects of e-cigarette vapor on male

- reproductive health: A review of recent findings. *Toxicology Reports*, 8, 565–574. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.04.003>
- Leung, J. M., Sin, D. D., & Wong, G. W. (2021). The impact of e-cigarette exposure on sperm quality and male fertility: A systematic review. *Andrology*, 9(4), 854–860. <https://doi.org/10.1111/andr.12968>
- Martin, A. M., Sznitman, S. R., & Boudreau, G. (2020). E-cigarettes and male reproductive health: A review of the risks associated with vaping. *Environmental Health Perspectives*, 128(9), Article 095001. <https://doi.org/10.1289/EHP7090>
- McLachlan, R. I., & Reilly, M. P. (2021). Male infertility: The role of smoking, alcohol, and environmental toxins. *Fertility and Sterility*, 115(2), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2020.10.011>
- Niemann, B. C., Kermani, T. E., & Yung, T. (2020). The health effects of vaping: Assessing the risks associated with e-cigarettes. *Journal of Public Health*, 42(2), 157–163. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz075>
- Rahali, D. (2018). Semen parameter alteration, histological changes and role of oxidative stress in adult rat epididymis on exposure to electronic cigarette refill liquid. *Chinese Journal of Physiology*, 61(2), 75–84. <http://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?DocID=03044920-201804-201805030001-201805030001-75-84>
- Samanic, C., Mitra, A., & Pereira, G. (2020). The effects of smoking on male fertility: Implications for reproductive health. *Reproductive Toxicology*, 91, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.01.002>
- Santos, A. M., Silva, L., & Lima, A. (2020). Nicotine-induced oxidative stress in human sperm: Implications for male fertility. *Toxicology in Vitro*, 64, 104752. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2020.104752>
- Santos, A. M., Silva, L., & Lima, A. (2021). Nicotine-induced oxidative stress in human sperm: Implications for male fertility. *Toxicology in Vitro*, 68, 104748. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2021.104748>
- Saygin, H., Korgali, E., Koç, T., & Doğan, K. (2023). The effect of smoking and electronic cigarettes on rat testicles. *Revista Internacional de Andrologia*, 21(3), Article 100365. <https://doi.org/10.1016/j.androl.2023.100365>
- Sharma, R., Biedenharn, K. R., & Fedor, J. M. (2020). Impact of lifestyle factors on reproductive health in men: A comprehensive review. *Human Reproduction Update*, 26(4), 455–472. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmaa024>
- Szumilas, K., Szumilas, P., Grzywacz, A., & Wilk, A. (2020). The effects of e-cigarette vapor components on the morphology and function of the male and female reproductive systems: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176158>
- Thakur, S., Patil, R., & Sharma, A. (2020). The effect of nicotine on the male

reproductive system: Mechanisms and implications for infertility. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 18(1), 49–58.
<https://doi.org/10.1186/s12958-020-00572-1>

Tooy, M., Tendean, L., & Satiawati, L. (2016). Perbandingan kualitas spermatozoa tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) yang diberi paparan asap rokok dengan asap rokok elektronik. *Jurnal e-Biomedik*, 4(2).
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/14632>