

Vaping dan Kesehatan Paru dalam Perspektif Medis: Risiko dan Implikasi Jangka Panjang

Vaping and Lung Health in Medical Perspective: Risks and Long-term Implications

Nadya Nur Syafina Putri¹, Maritza Adelia Putri¹, Rizky Khaeran¹, Bagas Gunanto¹, Januar Ariyanto¹

¹Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

Korespondensi Penulis: 2310713091@mahasiswa.upnvj.ac.id

ABSTRACT

The use of electronic cigarettes (vaping) has significantly increased, especially among adolescents and young adults, due to the perception that it is a safer alternative to conventional smoking. This study aims to comprehensively review the long-term effects of vaping on lung health. A literature review method was used, analyzing scientific articles from databases such as PubMed, ScienceDirect, and others, published between 2020 and 2025. The findings reveal that vaping can lead to various respiratory issues, including pulmonary inflammation, impaired lung function, and increased risk of lung cancer. Compounds found in e-cigarette liquids, such as formaldehyde, heavy metals, and vitamin E acetate, contribute to lung structures and cardiovascular complications. Several studies also reported cases of EVALI (e-cigarette or vaping-associated lung injury) with severe symptoms and potential fatal outcomes. Moreover, the low cessation rates among affected users, particularly adolescents, highlight the urgent need for stronger evidence-based clinical and policy interventions. In conclusion, vaping is not a safe alternative and poses significant risks to lung health over the long term.

Keywords : Vaping; lung health; EVALI, long-term risk

ABSTRAK

Penggunaan rokok elektrik (vape) terus meningkat, terutama di kalangan remaja dan dewasa muda, karena dianggap sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan rokok konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara komprehensif dampak penggunaan vape terhadap kesehatan paru-paru dalam jangka panjang. Metode yang digunakan adalah tinjauan pustaka dengan mengkaji berbagai artikel ilmiah dari database seperti PubMed, ScienceDirect, dan lainnya dalam rentang tahun 2020–2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan vape dapat menyebabkan berbagai gangguan pernapasan, termasuk inflamasi paru, gangguan fungsi paru, dan potensi kanker paru. Kandungan dalam cairan vape seperti formaldehida, logam berat, dan vitamin E asetat berkontribusi terhadap kerusakan jaringan paru dan sistem kardiovaskular. Beberapa studi juga melaporkan kasus EVALI (e-cigarette or vaping-associated lung injury) dengan gejala serius dan risiko kematian. Selain itu, tantangan besar dalam terapi berhenti vaping, terutama pada remaja, memperkuat perlunya pendekatan kebijakan dan klinis berbasis bukti yang lebih kuat. Simpulan dari kajian ini adalah bahwa vaping bukanlah alternatif yang aman dan justru membawa dampak buruk bagi kesehatan paru secara signifikan.

Kata Kunci : Vaping; Kesehatan paru; EVALI; risiko jangka panjang

PENDAHULUAN

Rokok elektrik atau yang sering dikenal sebagai e-cigarette merupakan produk tembakau alternatif yang penggunaannya semakin marak di seluruh dunia, khususnya di kalangan anak muda dan dewasa muda. Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO) pada tahun 2021, lebih dari 58 juta orang di dunia menggunakan rokok elektrik, dan angka ini terus meningkat secara signifikan. Meskipun banyak yang beranggapan bahwa rokok elektrik lebih aman dibandingkan rokok konvensional, WHO menegaskan bahwa produk ini tetap mengandung nikotin dan bahan kimia lain yang berpotensi merusak kesehatan, khususnya organ paru-paru dan jantung (World Health Organization, 2021).

Di Indonesia, tren penggunaan rokok elektrik tidak kalah pesat. Data dari Global Adult Tobacco Survey (GATS) 2021 menunjukkan bahwa prevalensi pengguna rokok elektrik di Indonesia meningkat tajam dari 0,3% pada tahun 2011 menjadi 3,0% pada tahun 2021, dengan sebagian besar pengguna berada pada rentang usia 15–24 tahun (World Health Organization, 2023). Kondisi ini cukup mengkhawatirkan, mengingat kelompok usia muda merupakan kelompok emas bagi pembentukan pola hidup sehat. Belum lagi, persepsi umum yang menganggap vaping sebagai alternatif "lebih aman" turut mendorong peningkatan penggunaan produk ini tanpa disertai pemahaman risiko yang memadai.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aerosol yang dihasilkan oleh rokok elektrik mengandung nikotin, formaldehida, logam berat, serta senyawa kimia lain yang berpotensi memicu inflamasi dan kerusakan jaringan paru-paru (Chun et al., 2017; Gotts E et al., 2019). Dampak jangka pendek dari paparan ini dapat berupa batuk, iritasi pada saluran pernapasan, hingga gangguan fungsi paru yang cukup serius (Chun et al., 2017). Selain itu, kasus e-cigarette or vaping-associated lung injury (EVALI) telah dilaporkan di berbagai negara, termasuk Amerika Serikat, yang menunjukkan potensi risiko serius dari penggunaan rokok elektrik, dengan beberapa kasus bahkan berujung pada kematian akibat komplikasi paru-paru (Layden et al., 2020).

HASIL

Sayangnya, di Indonesia data terkait dampak kesehatan jangka panjang rokok elektrik masih sangat terbatas. Di sisi lain, regulasi yang mengatur distribusi dan iklan produk ini juga masih belum cukup ketat. Kondisi ini berpotensi membuka celah bagi semakin banyaknya masyarakat, terutama generasi muda, yang terpapar risiko kesehatan tanpa perlindungan yang memadai (World Health Organization, 2023). Situasi ini perlu upaya serius dari berbagai pihak untuk meningkatkan pemahaman dan pengawasan terkait rokok elektrik. Oleh karena itu, tulisan ini bertujuan untuk menelaah secara komprehensif risiko medis penggunaan rokok elektrik terhadap kesehatan paru-paru dalam jangka panjang berdasarkan bukti-bukti ilmiah terbaru.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka atau literature review secara komprehensif mengkaji mengenai vaping terhadap kesehatan paru termasuk risiko dan implikasi jangka panjangnya terhadap tubuh. Tinjauan pustaka dilakukan dengan pencarian artikel melalui database jurnal penelitian di internet yang ditelusuri melalui beberapa database diantaranya Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, dan Scopus. Kata kunci "vaping", "lung health", "lung injury", dan "e-cigarettes" digunakan untuk melakukan pencarian dalam memperoleh artikel yang relevan dengan topik penelitian. Temuan artikel yang digunakan untuk tinjauan ulang ini diambil berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yaitu publikasi dalam rentang 5 tahun terakhir yaitu 2020-2025, artikel jurnal tersedia dalam akses penuh atau full text, serta membahas mengenai risiko dan implikasi dari vaping terhadap kesehatan tubuh. Serta kriteria eksklusi yaitu artikel penelitian dengan rentang waktu lebih dari 5 tahun terakhir, artikel yang menggunakan metode penelitian berupa literature review atau systematic review, artikel dengan akses yang terbatas, serta artikel yang tidak mengacu kepada risiko dan implikasi vape terhadap kesehatan tubuh.

Tabel 1. Artikel hasil penelusuran

Penulis/Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
Abergegg <i>et al.</i> , (2020)	<i>Clinical, Bronchoscopic, and Imaging Findings of e-Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury Among Patients Treated at an Academic Medical Center</i>	Case Series	Dari 31 pasien yang ditinjau di sebuah pusat medis di Utah, mayoritas mengalami gangguan pernapasan (97%), gangguan demam (90%), gastrointestinal mual dan muntah (90%). 91% dari 24 pasien yang menjalani bronkoskopi menunjukkan lipid lades macrophages.
Blagev <i>et al.</i> , (2022)	<i>Prospectively Assessed Long-Term Outcomes of Patients with E-Cigarette- or Vaping-associated Lung Injury</i>	Kohort Prospektif	Dari 73 pasien yang ditinjau selama 12 bulan, sebanyak 39,1% mengalami gangguan kognitif, 48,4% mengalami keterbatasan pernapasan, dan 59,4% mengalami gejala kecemasan dan/atau depresi. juga 61,9% menunjukkan gejala stress pascatrauma (PTSD).
Bittoni, M. <i>et al.</i> , (2024)	<i>Vaping, Smoking and Lung Cancer Risk</i>	Case Control	Pengguna kombinasi vape dan rokok memiliki risiko kanker paru 4 kali lebih tinggi dibandingkan perokok saja (OR = 57,8 vs. OR = 13,9) Vaping sendiri juga menunjukkan peningkatan risiko, meskipun tidak sebesar kombinasi Temuan ini konsisten di seluruh jenis kelamin dan tipe sel kanker paru utama
Rachid <i>et al.</i> , (2023).	<i>E-cigarette and Vaping-Induced Lung Injury (EVALI) Long Taken for Miliary Tuberculosis: A Rare Cause of Interstitial Lung Disease</i>	Studi Kohort	Beberapa kasus EVALI awalnya didiagnosis salah sebagai tuberkulosis miliar atau penyakit paru interstisial lainnya, menyoroti pentingnya kewaspadaan klinis terhadap gejala paru pada pengguna vape
Layden <i>et al.</i> , (2020)	<i>Pulmonary Illness Related ti E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin – Final Report</i>	Studi Observasional Deskriptif	Dari 98 pasien dengan rentang usia 15–53 tahun yang mengonsumsi produk 89% mengandung THC (<i>Dank Vapes</i>), 73% mengandung nikotin, dan 60% mengandung keduanya, 89% mengalami gejala penyakit pernapasan seperti sesak

			napas, nyeri dada, dan batuk. Vape dikaitkan dengan cedera paru akut.
Kabéle et al., (2025)	<i>Nicotine in E-cigarette aerosol may lead to pulmonary inflammation</i>	Studi Eksperimental Klinis	Terjadi peningkatan signifikan pada 3 dari 6 biomarker inflamasi paru para peserta (3 lainnya juga meningkat tetapi tidak signifikan), yaitu ACE ($p = 0.021$), ALDH3B1 ($p = 0.032$), dan PLUNC ($p = 0.003$). Hal ini menunjukkan nikotin dalam vape memicu respons inflamasi paru-paru akut.
Burrowes et al., (2024)	<i>Vaping causes an acute BMI-dependent change in pulmonary blood flow</i>	Studi Eksperimental	Vaping menyebabkan peningkatan detak jantung (dari 68,1 ke 71,3 bpm, $p = 0,020$) dan resistensi saluran napas ($p < 0,001$), yang bisa menandakan gangguan awal di saluran napas kecil. Tidak ada perubahan signifikan pada ventilasi dan perfusi paru, namun peserta dengan BMI rendah mengalami peningkatan aliran darah paru, sedangkan BMI tinggi justru menurun ($p = 0,003$).
Dai et al., (2024)	<i>Long-term effects of chronic exposure to electronic cigarette aerosol on the cardiovascular and pulmonary system in mice: A comparative study to cigarette smoke</i>	Studi Eksperimental	Terjadi peningkatan resistensi saluran napas, perubahan pola pernapasan, dan penurunan volume udara yang dihirup. Ditemukan juga tanda-tanda peradangan kronis, seperti naiknya kadar IL-6, TNF- α , dan MPO, serta kerusakan struktur alveoli.

Berdasarkan analisis dari delapan artikel, ditemukan bahwa *vaping* memiliki risiko dan implikasi jangka pendek maupun panjang terhadap kesehatan paru seseorang. Aberegg et al., (2020) menyatakan bahwa dari 31 pasien dengan pengguna vape yang ditinjau di sebuah pusat medis di Utah, mayoritas mengalami gangguan pernapasan (97%), gangguan demam (90%), gastrointestinal mual dan muntah (90%). 91% dari 24 pasien yang menjalani bronkoskopi menunjukkan lipid lades macrophages. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Blagev et al., (2022) yaitu dari 73 pasien yang ditinjau selama 12 bulan, sebanyak

39,1% mengalami gangguan kognitif, 48,4% mengalami keterbatasan pernapasan, dan 59,4% mengalami gejala kecemasan dan/atau depresi.

Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh Dai et al., (2024) menyatakan bahwa *vaping* dapat menyebabkan resistensi saluran napas, perubahan pola pernapasan, dan penurunan volume udara yang dihirup. Pernyataan tersebut didukung dengan penelitian Burrowes et al., (2024) dimana *vaping* dapat menyebabkan peningkatan detak jantung (dari 68,1 ke 71,3 bpm, $p = 0,020$) dan resistensi saluran napas ($p < 0,001$) yang memicu gangguan awal di

saluran napas kecil serta ditemukan juga tanda-tanda peradangan kronis, seperti naiknya kadar IL-6, TNF- α , dan MPO, serta kerusakan struktur alveoli.

Penelitian oleh Bittoni M et al., (2024) menunjukkan bahwa pengguna yang menggabungkan vape dengan rokok memiliki risiko kanker paru hingga empat kali lebih tinggi dibandingkan perokok saja (OR = 57,8 vs. OR = 13,9). Vaping sendiri juga menunjukkan adanya peningkatan risiko meskipun tidak sebesar kombinasi dengan rokok. Di sisi lain, studi yang dilakukan oleh Rachid et al., (2023) menyoroiti dampak lain dari penggunaan vape, yaitu terkait kejadian EVALI. Dalam laporan tersebut, beberapa kasus EVALI awalnya didiagnosis keliru sebagai tuberkulosis milier atau penyakit paru interstitial lainnya. Hal ini berarti bahwa gejala klinis dari penggunaan vape dapat menyerupai penyakit paru-paru lainnya, sehingga diperlukan kewaspadaan diagnostik yang tinggi dalam hal penanganannya.

Penelitian oleh Layden et al., (2020) dan Kabéle et al., (2025) menunjukkan hasil yang sejalan mengenai potensi cedera paru akut akibat vape. Layden melaporkan bahwa dari 98 pasien yang sebagian besar menggunakan produk mengandung nikotin dan THC, 89% mengalami gejala pernapasan berat seperti sesak napas, nyeri dada, dan batuk. Sementara itu, Kabéle secara eksperimental membuktikan bahwa paparan uap vape dengan nikotin menyebabkan peningkatan signifikan pada biomarker inflamasi paru seperti ACE, ALDH3B1, dan PLUNC. Temuan ini mengindikasikan bahwa nikotin yang dihirup dari vape dapat langsung memicu respons inflamasi akut di paru-paru. Keduanya memperlihatkan bahwa baik dari sisi klinis populasi umum maupun uji laboratorium terkontrol, vaping dapat menyebabkan kerusakan paru secara akut.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kimia dalam cairan vape berperan signifikan dalam menimbulkan gangguan pernapasan, baik akut maupun kronis. Variasi kandungan antar produk, seperti adanya vitamin E asetat, senyawa aldehida, dan pelarut glikol atau gliserol, dapat menjelaskan perbedaan tingkat kerusakan paru-paru yang dialami oleh

pengguna. Vitamin E asetat, khususnya, telah banyak dikaitkan dengan kasus cedera paru-paru akut, termasuk EVALI (cedera paru-paru terkait rokok elektrik atau vaping), karena kemampuannya mengganggu fungsi alveolar melalui akumulasi lipid dalam jaringan paru-paru (Aldy et al., 2020). Interaksi kimia antara pelarut dan perasa saat dipanaskan dapat menghasilkan senyawa beracun baru seperti formaldehida dan asetaldehida, yang berpotensi menyebabkan stres oksidatif dan mengganggu fungsi endotel paru. Reaksi termal ini tidak hanya memicu iritasi saluran pernapasan tetapi juga memperburuk proses peradangan yang terjadi setelah terhirup (Jin et al., 2021). Selain itu, rasa tertentu seperti benzaldehida dalam aroma buah telah terbukti memiliki efek merugikan pada surfaktan paru-paru yang menjaga stabilitas alveolar selama respirasi, sehingga paparan berulang terhadap aerosol dari rasa ini dapat mempercepat kolaps alveolar (Martin et al., 2024).

Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan vape jangka panjang dapat menyebabkan perubahan pada proteom epitel bronkial manusia, termasuk peningkatan ekspresi protein yang terlibat dalam mekanisme stres sel dan peradangan kronis. Kondisi ini memperkuat hipotesis bahwa paparan berulang terhadap aerosol vape dapat menyebabkan efek yang mirip dengan penyakit paru obstruktif menahun (PPOK), terutama melalui remodeling jaringan dan peningkatan resistensi saluran napas (Masso-Silva et al., 2021).

Tidak semua hasil mendukung pandangan bahwa semua produk vape memiliki potensi bahaya yang sama. Dalam beberapa penelitian eksperimental dengan paparan jangka pendek, tidak ditemukan perubahan signifikan pada fungsi difusi paru-paru atau tanda-tanda jelas cedera struktural. Namun, konsistensi data yang menunjukkan peningkatan sitokin pro-inflamasi, gangguan homeostasis lipid, dan penurunan kapasitas pertahanan imun bawaan terhadap infeksi virus menunjukkan bahwa meskipun efeknya tidak langsung terlihat, kerusakan sel telah mulai terbentuk sejak tahap awal penggunaan (Masso-Silva et al., 2021). Menariknya, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa paparan aerosol vape tanpa nikotin tetap dapat mengurangi

integritas penghalang epitel, yang menunjukkan bahwa risikonya tidak hanya berasal dari kandungan nikotin, tetapi juga dari pelarut dan senyawa pembakaran. Hal ini didukung oleh penelitian yang menemukan perubahan dalam ekspresi sambungan ketat pada model epitel manusia setelah paparan propilen glikol dan aerosol perasa (Jin et al., 2021).

Penggunaan vaping sering kali dipromosikan sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan rokok konvensional. Beberapa studi terkini memang menunjukkan bahwa vape menghasilkan paparan zat toksik yang lebih rendah dibandingkan asap rokok. Dalam penelitian ditemukan aerosol dari vape hanya mengandung 5 dari 93 senyawa toksik utama yang ditemukan dalam asap rokok, dan bahkan kadar toksiknya 9–450 kali lebih rendah (Sobczak et al., 2020). Namun, ini hanya berlaku jika pengguna benar-benar beralih sepenuhnya dari rokok konvensional ke rokok elektrik atau vape. Penggunaan ganda (*dual use*) tidak menunjukkan penurunan risiko yang signifikan, justru dalam beberapa studi menunjukkan risiko yang lebih tinggi terhadap pernapasan dan kardiovaskular (Pisinger & Bergman Rasmussen, 2022). Temuan ini diperkuat oleh studi pada hewan yang menunjukkan bahwa baik paparan asap rokok maupun vape mengakibatkan perubahan histopatologi serius pada paru-paru, seperti penebalan dinding alveolar dan inflasi limfosit (Jebur et al., 2023).

Meskipun begitu, bukan berarti vape tidak berisiko. Studi-studi menunjukkan bahwa pengaturan tegangan baterai dan pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan pembentukan formaldehida dalam jumlah yang signifikan atau sebanding dengan asap rokok biasa. Selain itu, berbagai senyawa perasa seperti benzaldehida (dari varian *cherry*) dan diacetyl (dari varian manis seperti *toffee*) telah dikaitkan dengan iritasi saluran napas dan bahkan penyakit paru obstruktif seperti "*popcorn lung*". Risiko terhadap sistem kardiovaskular juga timbul dari efek nikotin yang mengaktifkan sistem simpatik dan meningkatkan tekanan darah serta denyut jantung, meskipun secara keseluruhan efeknya tetap lebih ringan dibandingkan rokok biasa. Selain itu, ledakan kasus cedera paru-paru akut atau yang dikenal sebagai EVALI (*e-cigarette or vaping-*

associated lung injury) pada 2019 menyoroti potensi risiko besar dari produk pasar gelap yang mengandung THC dan vitamin E asetat. Kasus-kasus ini menunjukkan adanya pneumonia lipid dan kerusakan alveolar pada pengguna, memperkuat urgensi regulasi dan edukasi publik (Sobczak et al., 2020).

Dalam konteks polusi udara, baik rokok elektrik maupun konvensional menyumbang partikulat halus (PM) ke dalam ruangan, yang mana paparan kronis terhadap PM_{2.5} dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker paru dan penyakit jantung (Constantin & Mihăițan, 2025). Meskipun PM dari vaping jauh lebih rendah (<100 µg/m³) dibandingkan rokok konvensional, tetap saja melampaui batas aman WHO untuk PM_{2.5} (<15 µg/m³), apalagi jika terjadi di ruang tertutup tanpa ventilasi yang memadai (Peruzzi et al., 2020). Paparan pasif ini juga berdampak pada kelompok rentan seperti anak-anak, di mana ditemukan peningkatan kadar nikotin dan biomarker inflamasi dalam tubuh mereka (Constantin & Mihăițan, 2025).

Potensi risiko kanker paru dalam jangka panjang lebih mengkhawatirkan. Meskipun vaping tidak melibatkan pembakaran, uap yang dihasilkan tetap mengandung zat kimia berbahaya seperti formaldehida, logam berat, dan senyawa aromatik polisiklik yang bersifat karsinogenik. Beberapa senyawa ini juga ditemukan dalam polusi udara akibat kendaraan dan industri, dan paparan gabungan antara vaping dan polutan lingkungan diduga memiliki efek sinergistik yang meningkatkan risiko kanker paru secara signifikan. Penelitian juga menyebutkan bahwa jalur molekuler yang terlibat dalam karsinogenesis akibat vaping mencakup stres oksidatif, kerusakan DNA mitokondria, dan peradangan kronis (Shehata et al., 2023).

Penggunaan rokok elektrik atau vaping telah meningkat drastis dalam dekade terakhir, terutama pada kalangan remaja dan dewasa muda. Meskipun awalnya dipromosikan sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan rokok konvensional, bukti-bukti klinis menunjukkan bahwa vaping memiliki dampak jangka panjang yang signifikan terhadap kesehatan fisik dan mental (Blagev et al., 2022). Sebuah studi menunjukkan sekitar 45% pasien EVALI

tetap mengalami gejala seperti kelelahan dan dyspnea beberapa minggu hingga bulan setelah keluar dari rumah sakit, serta sebagian kecil bahkan mengalami rawat inap ulang atau komplikasi lanjutan seperti pneumonia (Triantafyllou et al., 2021).

Sayangnya, meskipun telah mengalami kondisi kesehatan yang serius, sebagian besar pasien tidak berhenti menggunakan vape. Sebuah studi di New York menunjukkan bahwa hanya 15–29% dari pasien EVALI yang benar-benar berhenti vaping dalam jangka panjang, sementara sebagian pasien lainnya tetap menggunakan produk nikotin atau cannabinoid (Tannert Niang et al., 2025). Hal ini menunjukkan adanya tantangan besar dalam hal kecanduan dan efektivitas pendekatan klinis yang ada. Salah satu faktor penyulit atau tantangan dalam penatalaksanaan klinis adalah tidak adanya protokol atau pedoman berbasis bukti yang ditujukan khusus untuk remaja pengguna vape. Hingga saat ini, masih belum ada uji klinis terkontrol yang menilai efektivitas terapi berhenti vaping pada populasi remaja. Pendekatan yang digunakan biasanya mengadaptasi intervensi untuk perokok dewasa, seperti terapi pengganti nikotin (NRT), bupropion, maupun terapi perilaku seperti CBT dan motivasi wawancara. Namun, bukti menunjukkan bahwa efektivitas metode ini rendah pada remaja dan sering kali disertakan efek samping (Adams et al., 2021).

Selain itu, remaja yang vaping cenderung terpapar risiko lebih besar untuk menggunakan zat lain secara bersamaan (*polysubstance use*), termasuk THC dari ganja yang dimodifikasi dalam cairan vape. Sekitar 82% pasien EVALI melaporkan penggunaan produk THC dan sebagian besar mendapatkannya dari sumber informal yang tidak teregulasi, hal ini meningkatkan risiko paparan senyawa toksik seperti vitamin E asetat yang dikaitkan dengan cedera paru (Adams et al., 2021). Komplikasi lain yang timbul adalah fenomena penggunaan vape dan rokok konvensional secara bersamaan (*dual use*) yang terbukti meningkatkan kadar paparan toksin dan memperburuk gejala kecanduan (Buettner-Schmidt K et al., 2024).

Dari perspektif kebijakan dan klinis, tantangan ini menuntut pendekatan interdisipliner yang lebih terstruktur dan *evidence-based*, termasuk pengembangan

alat skrining yang tepat untuk klinisi, intervensi berhenti yang dirancang khusus untuk kelompok usia muda, serta edukasi berkelanjutan tentang bahaya vaping yang sering disalahpahami sebagai alternatif yang lebih aman dari rokok biasa atau konvensional (Becker & Rice, 2022). Sebagai tambahan, studi longitudinal terhadap pengguna jangka panjang menunjukkan bahwa meskipun beberapa pengguna mengalami penurunan ketergantungan nikotin, sebagian tetap terikat pada kebiasaan ini karena persepsi bahwa vaping “lebih aman” dan memberikan kesenangan pribadi (Etter, 2024).

SIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa meskipun rokok elektrik (vape) sering dianggap sebagai alternatif yang lebih aman daripada rokok konvensional, berbagai bukti ilmiah membantah persepsi tersebut. Penggunaan vape terbukti menimbulkan risiko kesehatan paru yang serius, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Efeknya mencakup inflamasi paru, gangguan pernapasan, perubahan fungsi dan struktur paru, hingga potensi kanker paru. Kombinasi penggunaan vape dan rokok justru meningkatkan risiko penyakit lebih parah. Kandungan kimia dalam cairan vape seperti formaldehida, logam berat, nikotin, dan zat aditif lainnya berperan besar dalam menimbulkan kerusakan paru dan sistem kardiovaskular.

Kasus EVALI (*vaping-associated lung injury*) menyoroti bahaya akut dari vape, khususnya yang mengandung THC dan vitamin E asetat, dengan gejala serius seperti sesak napas, nyeri dada, dan batuk. Penggunaan jangka panjang juga dikaitkan dengan gangguan kognitif dan mental seperti kecemasan dan PTSD. Meski begitu, tingkat penghentian penggunaan vape di kalangan pasien yang sudah terdampak tetap rendah, menunjukkan tantangan besar dalam mengatasi kecanduan. Remaja menjadi kelompok paling rentan, baik dari segi adiksi maupun risiko penggunaan zat lain seperti ganja. Sayangnya, belum tersedia protokol terapi yang efektif khusus untuk remaja pengguna vape. Ini menunjukkan kebutuhan mendesak akan kebijakan yang lebih ketat, intervensi klinis berbasis bukti, serta edukasi yang luas mengenai bahaya vaping agar masyarakat,

hususnya generasi muda, tidak terjebak dalam persepsi keliru tentang keamanannya.

SARAN

Saran untuk penelitian lebih lanjut harus difokuskan pada pengumpulan bukti jangka panjang tentang dampak kesehatan rokok elektrik melalui studi longitudinal yang mengikuti pengguna vape selama bertahun-tahun untuk mengamati perkembangan penyakit paru-paru kronis, kanker, dan gangguan kardiovaskular. Selain itu, penting untuk mengembangkan dan mengevaluasi intervensi klinis yang dirancang khusus untuk pengguna vape remaja, mengingat pendekatan saat ini masih rendah efektivitasnya dan tidak sesuai dengan karakteristik kelompok usia ini. Penelitian tentang interaksi antara paparan aerosol vape dan polusi lingkungan juga penting, karena kombinasi keduanya diduga meningkatkan risiko penyakit paru-paru secara signifikan. Di sisi lain, penelitian tentang dampak paparan pasif terhadap kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia masih sangat terbatas, sehingga perlu dipahami dampak tidak langsung dari vaping di lingkungan tertutup. Yang tak kalah pentingnya, studi toksikologi komprehensif diperlukan pada produk vaping ilegal dan pasar gelap untuk mengidentifikasi senyawa berbahaya yang sering luput dari pengawasan, terutama yang terkait dengan kasus EVALI. Dengan memperkuat bidang ini, penelitian masa depan dapat memberikan landasan yang lebih kuat untuk perumusan kebijakan kesehatan masyarakat dan pendekatan klinis yang lebih efektif dan tepat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberegg, S. K., Cirulis, M. M., Maddock, S. D., Freeman, A., Keenan, L. M., Pirozzi, C. S., Raman, S. M., Schroeder, J., Mann, H., & Callahan, S. J. (2020). Clinical, Bronchoscopic, and Imaging Findings of e-Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury among Patients Treated at an Academic Medical Center. *JAMA Network Open*, 3(11). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.19176>
- Adams, Z. W., Kwon, E., Aalsma, M. C., Zapolski, T. C. B., Dir, A., & Hulvershorn, L. A. (2021). Treatment of Adolescent e-Cigarette Use: Limitations of Existing Nicotine Use Disorder Treatment and Future Directions for e-Cigarette Use Cessation. In *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* (Vol. 60, Issue 1, pp. 14–16). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2020.07.007>
- Aldy, K., Cao, D. J., Weaver, M. M., Rao, D., & Feng, S. Y. (2020). E-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI) features and recognition in the emergency department. In *JACEP Open* (Vol. 1, Issue 5, pp. 1090–1096). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/emp2.12112>
- Becker, T. D., & Rice, T. R. (2022). Youth vaping: a review and update on global epidemiology, physical and behavioral health risks, and clinical considerations. In *European Journal of Pediatrics* (Vol. 181, Issue 2, pp. 453–462). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04220-x>
- Bittoni M, Carbone D, & Harris R. (2024). Vaping, Smoking and Lung Cancer Risk. *Journal of Oncology Research and Therapy*, 9(3). <https://doi.org/10.29011/2574-710x.10229>
- Blagev, D. P., Callahan, S. J., Harris, D., Collingridge, D. S., Hopkins, R. O., Eve, J. R., Waddoups, L., Aston, V., Brown, S., & Lanspa, M. J. (2022). Prospectively Assessed Long-Term Outcomes of Patients with E-Cigarette- or Vaping-associated Lung Injury. *Annals of the American Thoracic Society*, 19(11), 1892–1899. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202201-0490C>
- Buettner-Schmidt K, Schaeffer Fraese K, Barnacle M, Peltier A, Saarinen H, Brody M, & Turrubiates N. (2024). A review of vaping's health effects, treatment, and policy implications: Nursing's call to action (Vol. 49, Issue 9). www.tnpj.com
- Burrowes, K. S., Seal, M., Noorababae, L., Pontré, B., Dubowitz, D., Sá, R. C., & Prisk, G. K. (2024). Vaping causes an acute BMI-dependent change in pulmonary blood flow. *Physiological*

- Reports*, 12(20), e70094. <https://doi.org/10.14814/phy2.70094>
- Chun, L. F., Moazed, F., Calfee, C. S., Matthay, M. A., & Gotts, J. E. (2017). Pulmonary toxicity of e-cigarettes. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 313, 193–206. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00071.2017.-Electronic>
- Constantin, A. A., & Mihălțan, F. D. (2025). E-Cigarette and Environment. In *Environments - MDPI* (Vol. 12, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/environments12030072>
- Dai, Y., Yang, W., Song, H., He, X., Guan, R., Wu, Z., Jiang, X., Li, M., Liu, P., & Chen, J. (2024). Long-term effects of chronic exposure to electronic cigarette aerosol on the cardiovascular and pulmonary system in mice: A comparative study to cigarette smoke. *Environment International*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108521>
- Etter, J. F. (2024). An 8-year longitudinal study of long-term, continuous users of electronic cigarettes. *Addictive Behaviors*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2023.107891>
- Gotts E, Jordt S, McConnell R, & Tarran R. (2019). What are the respiratory effects of e-cigarettes? *BMJ*.
- Jebur, H. B., Bahlok Jebur, H., Abd, B., Al Saray, A.-K., Ikareim Idbeis, H., Akhter, J., Afzal, S. M., Khan, N., Abdelsalam, K. G., Qadim, W. Q., & Muhaisen, A. (2023). Bulletin of Pharmaceutical Sciences LUNG HISTOPATHOLOGICAL CHANGES AND SODS GENE EXPRESSION IN WISTER RATS EXPOSED TO CONVENTIONAL AND ELECTRONIC CIGARETTES. In *Bull. Pharm. Sci., Assiut University* (Vol. 46, Issue 102). <http://bpsa.journals.ekb.eg/>
- Jin, L., Lynch, J., Richardson, A., Lorkiewicz, P., Srivastava, S., Theis, W., Shirk, G., Hand, A., Bhatnagar, A., Srivastava, S., & Conklin, D. J. (2021). Electronic cigarette solvents, pulmonary irritation, and endothelial dysfunction: role of acetaldehyde and formaldehyde. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 320(4), H1510–H1525. <https://doi.org/10.1152/AJPHEART.00878.2020>
- Kabéle, M., Lyytinen, G., Bosson, J. A., Hedman, L., Antoniewicz, L., Lundbäck, M., & Mobarrez, F. (2025). Nicotine in E-cigarette aerosol may lead to pulmonary inflammation. *Respiratory Medicine*, 242. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2025.108101>
- Layden, J. E., Ghinai, I., Pray, I., Kimball, A., Layer, M., Tenforde, M. W., Navon, L., Hoots, B., Salvatore, P. P., Elderbrook, M., Haupt, T., Kanne, J., Patel, M. T., Saathoff-Huber, L., King, B. A., Schier, J. G., Mikosz, C. A., & Meiman, J. (2020). Pulmonary Illness Related to E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin — Final Report. *New England Journal of Medicine*, 382(10), 903–916. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1911614>
- Martin, A., Tempra, C., Yu, Y., Liekkinen, J., Thakker, R., Lee, H., de Santos Moreno, B., Vattulainen, I., Rossios, C., Javanainen, M., & Bernardino de la Serna, J. (2024). Exposure to Aldehyde Cherry e-Liquid Flavoring and Its Vaping Byproduct Disrupt Pulmonary Surfactant Biophysical Function. *Environmental Science and Technology*, 58(3), 1495–1508. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c07874>
- Masso-Silva, J. A., Byun, M. K., & Crotty Alexander, L. E. (2021). Acute and chronic effects of vaping electronic devices on lung physiology and inflammation. In *Current Opinion in Physiology* (Vol. 22). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2021.06.001>
- Peruzzi, M., Cavarretta, E., Frati, G., Carnevale, R., Miraldi, F., Biondi-Zoccai, G., Sciarretta, S., Versaci, F., Cammalleri, V., Avino, P., Protano, C., & Vitali, M. (2020). Comparative indoor pollution from glo, iqos, and juul, using traditional combustion cigarettes as benchmark: Evidence from the randomized sur-vapes air trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–13.

- <https://doi.org/10.3390/ijerph17176029>
- Pisinger, C., & Bergman Rasmussen, S. K. (2022). Real-World Dual Use of Electronic and Conventional Cigarettes versus the Health Effects of Exclusive Smoking of Conventional Cigarettes: A Systematic Review The Health Effects of Real-World Dual Use of Electronic and Conventional Cigarettes versus the Health Effects of Exclusive Smoking of Conventional Cigarettes: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *19*, 13687. <https://doi.org/10.3390/ijerph>
- Rachid, C., Fikri, O., & Amro, L. (2023). E-cigarette and Vaping-Induced Lung Injury (EVALI) Long Taken for Miliary Tuberculosis: A Rare Cause of Interstitial Lung Disease. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.47948>
- Shehata, S. A., Toraih, E. A., Ismail, E. A., Hagra, A. M., Elmorsy, E., & Fawzy, M. S. (2023). Vaping, Environmental Toxicants Exposure, and Lung Cancer Risk. In *Cancers* (Vol. 15, Issue 18). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/cancers15184525>
- Sobczak, A., Kośmider, L., Koszowski, B., & Goniewicz, M. (2020). E-cigarettes and their impact on health: From pharmacology to clinical implications. In *Polish Archives of Internal Medicine* (Vol. 130, Issues 7–8, pp. 668–675). Medycyna Praktyczna Cholerzyn. <https://doi.org/10.20452/pamw.15229>
- Tannert Niang, K. M., Grasso, A. B., Debchoudhury, I., Bushman, D., Jasek, J. P., Fairclough, M. A., Van Oss, K. R., Chamany, S., LaSane, K. D., Franklin, S. M., & Talati, A. K. (2025). Prospective follow-up of New York City residents with e-cigarette, or vaping product use-associated lung injury—2020–2021. *PLOS One*, *20*(4), e0304918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304918>
- Triantafyllou, G. A., Tiberio, P. J., Zou, R. H., Lynch, M. J., Kreit, J. W., McVerry, B. J., Morris, A., & Rose, J. J. (2021). Long-term outcomes of EVALI: a 1-year retrospective study. In *The Lancet Respiratory Medicine* (Vol. 9, Issue 12, pp. e112–e113). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00415-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00415-X)
- World Health Organization. (2021). *WHO REPORT ON THE GLOBAL TOBACCO EPIDEMIC, 2021 Addressing new and emerging products fresh and alive*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032095>
- World Health Organization. (2023). *Global Adult Tobacco Survey (GATS) Indonesia report 2021*. Country Office for Indonesia. <https://iris.who.int/handle/10665/378343>