

Dampak Penggunaan Rokok Elektrik (Vape) terhadap Risiko Penyakit Paru

Donna Diva Widyantari^{1*}, Rina Lestari²

^{1*} Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

² Staf Pengajar Bagian Pulmonologi, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

DOI: 10.29303/lmj.v2i1.2477

Article Info

Received : 14 April 2023

Revised : 26 April 2023

Accepted : 26 Mei 2023

Abstract: In recent years, electronic cigarettes have rapidly gained popularity as an alternative to conventional cigarettes, aiming to avoiding the harmful effects of traditional smoking. In addition to the increasing use of electronic cigarettes over the past few decades, lung diseases caused by e-cigarettes have been reported since 2019. The e-liquid contains several harmful compounds when inhaled by humans over an extended period. Generally, e-liquids consist of three main ingredients: psychoactive agents, solvents, and flavoring compounds, all of which have the potential to pose health risks either directly or through their combination with specific substances. The most common acute respiratory illness associated with the use of electronic cigarettes is known as E-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI). Other respiratory disorders that can occur due to e-cigarette use include chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and lung cancer.

Keywords: EVALI, vaping use-associated lung injury, vape, e-cigarette, e-liquid

Pendahuluan

Rokok elektrik atau vape merupakan perangkat berdaya listrik dengan bermacam desain yang berfungsi memanaskan aerosol *e-liquid* yang mengandung nikotin, propilena, glikol, gliserin, dan berbagai perasa aditif untuk menghasilkan aerosol untuk dapat dihirup. Rokok elektrik populer karena klaim yang menyatakan rokok elektrik merupakan perangkat yang lebih aman dan sehat dibandingkan dengan rokok konvensional (Besaratinia & Tommasi, 2020; Tsai et al., 2020). Beberapa tahun terakhir, rokok elektronik beredar pesat sebagai alternatif penggunaan rokok dengan tujuan menghindari dampak bahaya penggunaan rokok konvensional (Ramadhanti, 2020). Sejak kemunculan rokok elektronik, daya tarik dan popularitas rokok elektrik meningkat secara signifikan terutama pada kalangan remaja yang belum pernah merokok dan perokok dewasa yang mencari pengganti tembakau (Besaratinia & Tommasi, 2020). Survei oleh the National Youth Tobacco mengungkapkan

peningkatan penggunaan rokok elektrik terjadi pada tahun 2011 – 2013 pada remaja tanpa riwayat merokok sebelumnya (Fan et al., 2020). Data terkait studi penggunaan rokok di Indonesia menunjukkan angka 2.1% responden menggunakan rokok elektronik dengan usia 25 – 45 tahun sebesar 47% (Elsa & Nadjib, 2019). Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) menunjukkan penggunaan rokok elektrik di Indonesia sebanyak 4.419.622 orang. Bersamaan dengan peningkatan penggunaan rokok elektrik selama beberapa dekade terakhir, penyakit paru yang disebabkan oleh rokok elektrik telah dilaporkan sejak tahun 2019. Penyakit pernapasan akut paling banyak yang berkaitan dengan penggunaan rokok elektrik ini dikenal dengan *E-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI)*. Beberapa gangguan pernapasan lain yang dapat terjadi akibat penggunaan rokok elektrik adalah penyakit paru obstruktif dan kanker paru (Smith et al., 2021).

Email: donnadivaw@gmail.com (*Corresponding Author)

Copyright © 2023, The Author(s).

This article is distributed under a [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Metode

Strategi pencarian

Kajian literatur ini merupakan tinjauan Pustaka. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah dengan pencarian literatur relevan sesuai kata kunci. Sumber artikel diperoleh melalui database pubmed (10 - 15 desember 2022). Pencarian artikel menggunakan kata kunci "EVALI", "Vaping use-associated lung injury", "E-cigarette", "Vape", dan "E-liquid". Penulis meninjau literatur yang relevan dengan melihat abstrak artikel dengan kesesuaian topik bahasan.

Kriteria dan hasil pencarian

Sumber literatur yang ditemukan dari hasil pencarian disaring dengan kriteria inklusi yakni: artikel menggunakan Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia, artikel dapat diakses, merupakan artikel yang dipublikasi maksimal lima tahun terakhir. Kriteria eksklusi adalah judul yang tidak sesuai dan isi teks artikel yang tidak sesuai dengan pokok bahasan *keyword*. Total artikel yang terpilih adalah sebanyak 15 artikel.

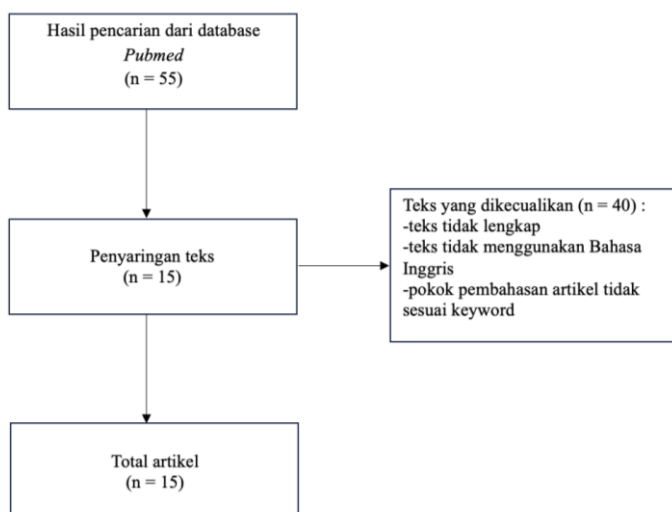


Figure 1. Diagram pencarian sumber literatur

Hasil dan Diskusi

Definisi dan Penggunaan Rokok Elektrik

Rokok elektrik atau vape adalah perangkat elektronik yang terdiri dari *cartridge* yang diisi dengan cairan (*e-liquid*), pemanas untuk memanaskan cairan untuk membuat uap yang nantinya akan dihirup melalui corong, dan sumber daya/baterai. Rokok elektrik menggunakan baterai isi ulang sebagai daya listriknya. Cairan rokok elektrik biasanya mengandung

humektan, perasa, dan dapat mengandung nikotin serta zat aditif lainnya seperti *cannabinoid* dan *tetrahydrocannabinol* (THC). Uap dari cairan elektrik yang dipanaskan memberikan sensasi serupa dengan merokok secara konvensional. Penggunaan rokok elektrik seringkali dianggap aman dan tidak berbahaya karena uap dalam rokok elektrik tidak melalui proses pirolisis tembakau. Namun, komposisi berbahaya telah dilaporkan sebagai akibat dari dekomposisi senyawa yang mungkin berbahaya bagi tubuh manusia (Besaratina & Tommasi, 2020; Marques et al., 2021). Analisis kimia cairan dan uap rokok elektrik telah menunjukkan banyak racun dan karsinogenik yang sama seperti yang ditemukan dalam asap tembakau meskipun dalam konsentrasi yang lebih rendah (Besaratina & Tommasi, 2020).

Cairan yang ditambahkan ke rokok elektrik untuk diuapkan disebut sebagai *e-liquid*. Cairan *E-liquid* umumnya mengandung tiga bahan utama yaitu agen psikoaktif, pelarut, dan senyawa perasa yang semuanya memiliki potensi risiko kesehatan baik secara langsung atau melalui kombinasi zat tertentu (Overbeek et al., 2020).

a. Nikotin

Bahan psikoaktif yang paling umum dalam *e-liquid* adalah nikotin. Nikotin merupakan alkaloid alami yang sangat adiktif. Nikotin dalam *e-liquid* dapat berbentuk satu zat atau melalui kombinasi dua zat formulasi kimia. Nikotin basis bebas adalah nikotin yang tidak terprotonasi dan sering disebut nikotin murni yang dengan mudah dapat diuapkan melalui panas untuk diserap ke dalam paru. Namun, konsentrasi nikotin bebas yang tinggi sangat tidak baik untuk dikonsumsi sehingga formulasi nikotin dalam bentuk lain dikembangkan sebagai alternatif, yaitu garam nikotin. Garam nikotin yang dilarutkan dalam *e-liquid* bersama dengan garam asam benzoat dapat menjadikan formulasi *e-liquid* dengan konsentrasi yang lebih tinggi hingga 50 mg/mL (Overbeek et al., 2020).

b. Propilen Glikol

Bahan pelarut utama dalam *e-liquid* adalah propilen glikol (PG) dan gliserin nabati (VG). Pelarut berfungsi sebagai pengencer konsentrasi nikotin. Propilen glikol ketika diuapkan dapat menyebabkan iritasi pernapasan yang signifikan dan bahkan meningkatkan kejadian asma. Produk pemecahan saat pemanasan propilen glikol dan gliserol salah satunya adalah formaldehida dan hemiasetal seperti asetaldehida. Formaldehida adalah karsinogen grup 1 yang berkontribusi 5 - 15 kali lebih tinggi terhadap risiko kanker. Hemiasetal terlibat dalam menyebabkan iritasi hidung, efek kardiovaskular, dan kerusakan

mukosa paru (Laucks & Salzman, 2020; Overbeek et al., 2020).

c. Vitamin E Asetat

Vitamin E asetat adalah zat berminyak yang digunakan sebagai pengental. Vitamin E awalnya dianggap aman secara biologis, tetapi pada kenyataannya vitamin E asetat berkaitan dengan cedera paru terkait vaping. Vitamin E asetat telah terbukti dapat merusak lapisan fosfolipid bilayer dan dapat menurunkan efektivitas surfaktan paru. Dekomposisi termal vitamin E menghasilkan gas ketena yang sangat beracun dan mengiritasi. Gangguan ini ditandai cedera paru umum dengan infiltrat *ground glass* dan pneumonia lipoid dengan makrofag berbusa (Bracken-Clarke et al., 2021; Overbeek et al., 2020; Striley & Nutley, 2020).

d. Perasa

Lebih dari 7.000 senyawa perasa *e-liquid* tersedia secara komersial. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perasa yang dimasukkan ke dalam rokok elektrik memiliki efek sitotoksik. *Diacetyl* adalah senyawa organik yang umum digunakan bersamaan dengan campuran perasa dalam *e-liquid* yang bersifat aditif. *Diacetyl* termasuk dalam kelas senyawa organik yang disebut diketones dan dikenal dengan rasa mentega yang khas. Beberapa temuan epidemiologi dan studi pada hewan mengidentifikasi bahwa *diacetyl* adalah salah satu kemungkinan penyebab bronkiolitis obliterans atau dikenal dengan nama "*popcorn lung*". Senyawa *diacetyl* pernah terlibat dalam pneumonia pada pekerja pabrik yang terpapar *diacetyl* dalam jumlah besar. Senyawa *diacetyl* sering ditemukan di beberapa bahan makanan sebagai agen penyedap sintetis dalam mentega, kakao, karamel, kopi, susu, dan minuman beralkohol. Walaupun senyawa *diacetyl* dikatakan aman dikonsumsi dan terregistrasi di Food and Drug Administration (FDA) sebagai bahan konsumsi oral, namun belum diketahui kemanan jika senyawa tersebut dipanaskan dan diuapkan untuk dihirup. Untuk profil toksologi senyawa perasa *e-liquid* masih belum diketahui secara jelas (Landman et al., 2019; Laucks & Salzman, 2020; Overbeek et al., 2020).

e. Logam Berat

Perangkat rokok elektrolit yang kontak pada *e-liquid* dapat melarutkan logam ke dalamnya. Logam berat seperti kadmium, arsenik, merkuri, timbal, kromium, aluminium, besi, timah dan nikel yang terkandung dalam rokok elektrik dapat menjadi agen onkogenik (Bracken-Clarke et al., 2021; Cao et al., 2020). Kontaminasi paparan logam berat terutama terjadi

pada mobilisasi ion saat pemanasan. Senyawa anorganik dapat bereaksi secara langsung atau dengan membentuk kompleks dengan aldehid dan keton. Mekanismenya dapat terjadi akibat stress oksidatif melalui radikal bebas, genotoksisitas langsung oleh logam/ion, dan perubahan fungsi sel induk atau ekspresi gen (Bracken-Clarke et al., 2021).

f. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons adalah senyawa organik yang terdiri dari beberapa cincin aromatik mengandung karbon dan hidrogen. PAHs dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna senyawa organik. Paparan PAHs dapat mengaktifkan reseptor aryl hidrokarbon (AhR) yang dapat menginduksi ekspresi enzim metabolisme xenobiotik (XME) seperti sitokrom P450 1A1 dan 1B1. Sitokrom ini berperan penting dalam metabolisme sebagian besar PAHs. Sebagian besar PAHs bersifat karsinogenik salah satunya adalah naftalena yang paling melimpah. Naftalena dapat menjadi racun pernapasan serta karsinogenik bagi manusia (Traboulsi et al., 2020).

Dampak Rokok Elektrik

1. E-cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury (EVALI)

Pada bulan November 2019, Center for Disease Control and Prevention memverifikasi 1.479 kasus penyakit paru yang parah terkait penggunaan rokok elektrik di 49 negara bagian Amerika Serikat (Center for Disease Control, 2019). Penyakit paru terkait dengan penggunaan rokok elektrik disebut dengan *e-cigarette or vaping product use-associated lung injury* (EVALI). Kasus EVALI mengalami peningkatan tajam di bulan Agustus 2019 dan mencapai puncak pada september 2019. Kasus kematian akibat EVALI yang dirawat di rumah sakit mencapai 2.807 kasus berasal dari lima puluh negara bagian melalui pencatatan Center of Disease Control (CDC). Analisis data dari laporan pasien dan pengujian sampel mengungkapkan bahwa emulsi tetrahydrocannabinol dan vitamin E asetat pada rokok elektrik sangat terkait dengan kejadian EVALI. Hal ini dibuktikan dengan sampel cairan paru pasien EVALI yang terdeteksi terdapat vitamin E asetat pada *bronchoalveolar lavage* (BAL). Normalnya pada paru orang yang sehat, vitamin E asetat tidak ditemukan (Besaratina & Tommasi, 2020). Kasus EVALI diidentifikasi berdasarkan kriteria diagnostik CDC, yaitu riwayat penggunaan aktif rokok elektrik, infiltrat pada pencitraan dada dan ketiadaan tanda-tanda infeksi. Laporan terkait temuan patologis dari EVALI menunjukkan temuan pneumonitis fibrinosa dan kerusakan alveolar difus yang

menandakan cedera paru akut akibat toksik (Overbeek et al., 2020). Temuan radiografi pasien dengan EVALI menggambarkan tanda-tanda difus ground glass bilateral, area konsolidasi, nodul sentrilobular, penebalan septum, efusi pleural, *crazy paving*, *the atol* atau *reverse halo sign*. Temuan radiografi tersebut tidak spesifik untuk kasus EVALI namun dapat membantu dalam diagnostik bersama dengan gejala klinis dan temuan anamnesis (Overbeek et al., 2020).

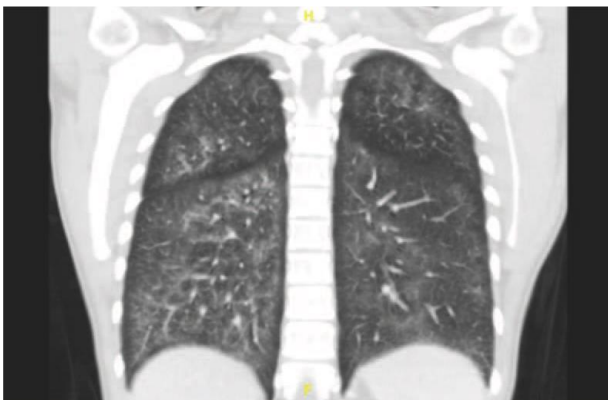


Figure 2. CT Scan infiltrate alveolar difus bilateral pada pasien EVALI (Fan et al., 2020)

Gambaran klinis pasien dengan Evali adalah sesak nafas, batuk, nyeri dada, diare, sakit perut, demam, dan kelelahan. Gejala dapat terjadi setiap waktu. Tes laboratorium pasien EVALI dapat menunjukkan peningkatan sedimentasi eritrosit dan protein c reaktif, transaminitis, dan leukositosis. Kasus EVALI memiliki kriteria konfirmasi diagnosis yaitu pasien harus memiliki (Smith et al., 2021) :

- riwayat vaping dalam waktu 90 hari sebelum timbulnya gejala
- terdapat infiltrat bilateral pada pencitraan dada
- tidak ada tanda infeksi
- tidak jelas diagnosis dan penyebabnya

2. Penyakit Paru Obstruktif

Rokok elektrik terbukti dapat memperburuk penyakit paru obstruktif termasuk asma. Dalam sebuah studi pada 2.086 partisipan remaja, didapatkan remaja yang menggunakan rokok elektrik dua kali lebih mungkin mengalami gejala bronkitis dibandingkan dengan partisipan yang tidak pernah menggunakan rokok elektrik. Rokok elektrik dapat menyebabkan perubahan fungsi paru dan peradangan pada pasien asma. Penelitian pada hewan coba tikus menunjukkan peningkatan hiperaktivitas saluran pernafasan, produksi musin, ekspresi sitokin, ekspresi protease, dan pembesaran saluran nafas distal pada tikus yang

terpapar rokok elektrik. Selain sebagai perokok aktif, perokok pasif juga dapat menimbulkan peningkatan eksaserbasi asma. Paparan pasif terhadap asap rokok menginduksi peradangan (Overbeek et al., 2020).

Bronkiolitis obliterans merupakan sindrom klinis yang terkait dengan penyempitan saluran napas yang disebabkan oleh paparan zat tertentu, infeksi, obat-obatan, dan juga transplantasi sel paru. Gejala klinis bronkiolitis biasanya adalah sesak, keterbatasan aliran udara yang tidak *reversible*, dan radiografi dada yang menunjukkan hiperinflasi. Bronkiolitis lebih jarang terjadi namun merupakan keadaan yang dapat menimbulkan komplikasi serius (Landman et al., 2019).

3. Kanker Paru

Agen perasa pada rokok elektrik dapat menimbulkan efek toksik secara langsung pada paru dan jaringan lain sebagai potensi onkogenik. Zat perasa menthol dapat mengaktifkan cold reseptor endogen dan reseptor transien M8 (TRPM8) untuk memberikan sensasi mint. Menthol memberikan efek onkogenik melalui dua jalur utama yaitu modulasi metabolisme nikotin dan efek onkogenitas/proinflamasi langsung. Menthol dapat mengaktifkan reseptor nikotin sehingga paparan sel endogen terhadap nikotin semakin banyak dan memperbesar kerusakan DNA. Menthol dapat menginduksi sel proinflamasi dengan aktivasi monosit dan sitokin pro-inflamasi (IL-6, IL-8, PGE2), peningkatan ekspresi superoksida dismutase (SOD), dan peningkatan oksigen reaktif. Aktivasi proinflamasi melalui TRPM8 mengakibatkan influx kalsium pada BEAS-2B mengakibatkan induksi neoplasma pada kanker paru (Bracken-Clarke et al., 2021).

Kesimpulan

Rokok elektrik memiliki dampak negatif karena uap *e-liquid* yang mengandung beberapa zat berbahaya bagi tubuh dan dapat menimbulkan dampak bagi paru melalui proses inflamasi, iritasi, dan karsinogenik. Penyakit paru yang dapat ditimbulkan akibat penggunaan rokok elektrik adalah *E-cigarette or vaping product use-associated lung injury* (EVALI), penyakit paru obstruktif, bronkitis obliterans atau *popcorn lung*, dan kanker paru.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih untuk seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan dan terbitnya artikel ini.

Referensi

- Besaratinia, A., & Tommasi, S. (2020). Vaping epidemic: challenges and opportunities. *Cancer Causes & Control*, 31(7), 663-667. <https://doi.org/10.1007/s10552-020-01307-y>

- Bracken-Clarke, D., Kapoor, D., Baird, A. M., Buchanan, P. J., Gately, K., Cuffe, S., & Finn, S. P. (2021). Vaping and lung cancer – A review of current data and recommendations. *Lung Cancer*, 153(September 2020), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2020.12.030>
- Cao, D. J., Aldy, K., Hsu, S., McGetrick, M., Verbeck, G., De Silva, I., & Feng, S. yi. (2020). Review of Health Consequences of Electronic Cigarettes and the Outbreak of Electronic Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury. *Journal of Medical Toxicology*, 16(3), 295–310. <https://doi.org/10.1007/s13181-020-00772-w>
- Center for Disease Control. (2019). *States update number of cases of lung injury associated with use of e-cigarette, or vaping.* <https://www.cdc.gov/media/releases/2019/s1017-update-%0Anumber-lung-injury-cases.html>
- Elsa, M. S., & Nadjib, M. (2019). Determinan rokok elektrik di Indonesia. *Journal of Community Medicine and Public Health*, 35(2), 41.
- Fan, T., DuBose, L., Wayne, C., & Sisniega, C. (2020). E-cigarette, or Vaping, Associated Lung and Hepatic Injury. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 71(3), e98–e100. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002744>
- Landman, S. T., Dhaliwal, I., MacKenzie, C. A., Martinu, T., Steele, A., & Bosma, K. J. (2019). Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth. *Cmaj*, 191(48), E1321–E1331. <https://doi.org/10.1503/cmaj.191402>
- Laucks, P., & Salzman, G. A. (2020). The Dangers of Vaping. *Science of Medicine, April*.
- Marques, P., Piqueras, L., & Sanz, M.-J. (2021). An updated overview of e-cigarette impact on human health. *Respiratory Research*, 22(1), 151. <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01737-5>
- Overbeek, D. L., Kass, A. P., Chiel, L. E., Boyer, E. W., & Casey, A. M. H. (2020). A review of toxic effects of electronic cigarettes/vaping in adolescents and young adults. *Critical Reviews in Toxicology*, 50(6), 531–538. <https://doi.org/10.1080/10408444.2020.1794443>
- Ramadhanti, A. (2020). Pendekatan Diagnosis Terbaru Vaping Associated Pulmonary Injury (VAPI). *Journal of Health Science and Physiotherapy*, 2(1), 74–80. <https://doi.org/10.35893/jhsp.v2i1.38>
- Smith, M. L., Gotway, M. B., Alexander, L. E. C., & Hariri, L. P. (2021). *Vaping-related lung injury*. 81–88.
- Striley, C. W., & Nutley, S. K. (2020). World vaping update. *Current Opinion in Psychiatry*, 33(4), 360–368. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000617>
- Traboulsi, H., Cherian, M., Rjeili, M. A., Preteroti, M., Bourbeau, J., Smith, B. M., Eidelman, D. H., & Baglole, C. J. (2020). Inhalation toxicology of vaping products and implications for pulmonary health. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10). <https://doi.org/10.3390/ijms21103495>
- Tsai, M., Byun, M. K., Shin, J., & Crotty Alexander, L. E. (2020). Effects of e-cigarettes and vaping devices on cardiac and pulmonary physiology. *The Journal of Physiology*, 598(22), 5039–5062. <https://doi.org/10.1113/JP279754>