

Tinjauan Pustaka: Gambaran Mikroskopik Paru Hewan Coba yang Terpapar Asap Rokok Elektrik (Vape)

Eliasyer¹, Erma Mexcorry Sumbayak², Esther Sri Majawati³

¹Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

²Departemen Histopatologi Anatomi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

³Departemen Parasitologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia

Alamat Korespondensi: erma.mexcorry@ukrida.ac.id

Abstrak

Penggunaan rokok elektrik semakin meningkat pada masa ini serta dianggap dapat menjadi alternatif yang lebih aman dibanding rokok konvensional. Studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok elektrik terhadap mikroskopis paru pada hewan coba. Metode yang digunakan dalam tinjauan pustaka ini menggunakan strategi secara komprehensif, seperti pencarian artikel dalam *database* jurnal penelitian, pencarian melalui internet, dan tinjauan ulang artikel. Pencarian *database* yang digunakan adalah *Google Scholar* dan *pubmed*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan asap rokok elektrik dapat menyebabkan berbagai kerusakan mikroskopis paru seperti degenerasi dan nekrosis pada mukosa bronkiolus, serta pada pembuluh darah dapat ditemukan kongesti, endoteliosis, kerusakan parenkim, serta hiperplasia tipe 2 pada alveolus, bahkan sampai menyebabkan kanker pada paru hewan coba. Simpulan menyatakan bahwa rokok elektrik belum bisa dikatakan sebagai pengganti rokok konvensional yang sepenuhnya aman. Penggunaan rokok elektrik sebagai alat bantu, panjang.

Kata Kunci: kerusakan, mikroskopik, paru-paru, rokok elektrik

Microscopic Description of Rat Lung Line Exposed by Electric Cigarette (Vape) Smoke: A Literature Review

Abstract

The use of e-cigarettes is increasing recently and can be a safer alternative to conventional cigarettes. This study aims to evaluate the effect of e-cigarette smoke on the microscopic lungs of experimental animals. The literature review was conducted using a comprehensive strategy, such as searching for articles in research journal databases including Google Scholar and pubmed. Exposure to e-cigarette smoke can cause various microscopic damages to the lungs, such as degeneration and necrosis of the bronchial mucosa. Congestion in blood vessels can be found, as well as endotheliosis, parenchymal damage, and type 2 hyperplasia of the alveoli, even causing lung cancer in experimental animals. Therefore, e-cigarettes cannot be said to be a safer alternative to conventional cigarettes. The use of e-cigarettes as a smoking cessation aid can be used with alcohol without nicotine, although not for long term use.

Keywords: damage, microscopic, lungs, e-cigarette

How to Cite :

Eliasyer E, Sumbayak EM, Majawati E. Tinjauan Pustaka: Gambaran Mikroskopik Paru Hewan Coba yang Terpapar Asap Rokok Elektrik (Vape). J. Kdokter Meditek. 2021;27(1):64-73. Available from: <http://ejournal.ukrida.ac.id/ojs/index.php/Meditek/article/view/1920>. DOI: <https://doi.org/10.36452/jkdoktermeditek.v27i1.1920>.

Pendahuluan

Kebiasaan merokok adalah sebuah kebiasaan yang sudah sejak lama ada pada masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia. Tetapi akhir-akhir ini kesadaran masyarakat akan bahaya merokok semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Menurut data hasil penelitian jumlah pengguna rokok konvensional dari 187 negara dari tahun 1980 sampai 2012 dengan kelompok pria berusia lebih dari 15 tahun dari sebelumnya 41,2% pada tahun 1980 menjadi 31,1% pada tahun 2012; untuk kelompok perempuan dari 10,6% menjadi 6,2%.¹ Menurut WHO, di Indonesia pada tahun 2011 terdapat 62,8 juta orang perokok.²

Merokok merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan kematian dan diperkirakan ada enam juta kematian setiap tahunnya. Untuk mencegah penyakit akibat dari merokok, peneliti mencoba membuat alternatif rokok, seperti *smokeless tobacco* (ST) dan *nicotine delivery systems* yang dikenal sebagai rokok elektrik atau *vape*. Penggunaan rokok elektrik mengalami peningkatan dari tahun 2013 ke 2015 dari angka 31% ke 37% dari pengguna rokok konvensional ke rokok elektrik.³ Hal ini dikarenakan persepsi bahwa rokok elektrik lebih aman digunakan.

Rokok elektrik dapat digunakan sebagai alat untuk membantu berhenti merokok. Dalam beberapa penelitian terakhir juga menunjukkan bahwa rokok elektrik dapat membantu perokok berhenti dari rokok konvensional.^{4,5} Keuntungan lainnya dari penggunaan rokok elektrik dibandingkan rokok konvensional bagi konsumen adalah tidak menyebabkan bau yang tidak menyenangkan, tidak adanya asap dan kotoran, dan dapat memilih dosis nikotin. Kekurangan rokok elektrik dibandingkan rokok konvensional antara lain biaya lebih mahal, serta boros baterai yang dapat menyulitkan penggunaan.⁴ Penggunaan rokok elektrik sebagai alat untuk berhenti merokok belum mendapat persetujuan oleh pusat pengendalian dan pencegahan penyakit (*Center for Disease Control and Prevention / CDC*).⁶

Rokok elektrik umumnya mengandung larutan yang memiliki empat komposisi yaitu nikotin, propilen glikol, gliserin, air dan perisa.⁷ Rokok elektrik bekerja dengan memanaskan larutan dan membentuk uap super jenuh, yang berkondensasi di sebelah tetesan halus setelah pencampuran dengan udara luar.⁸ Pada penelitian yang sudah dilakukan, rokok elektrik terbukti dapat menyebabkan kerusakan pada epitel paru, serta paparan berkelanjutan dapat menimbulkan inflamasi pada jalur nafas yang berakibat terjadi kerusakan epitel.⁷

Nikotin adalah zat yang ada di dalam rokok elektrik. Zat tersebut dapat menyebabkan perubahan pada epitel paru-paru serta meningkatkan gejala inflamasi.^{9,10} *Liquor* rokok elektrik dijual dengan kadar nikotin yang berbeda-beda.

Tinjauan pustaka ini ditulis untuk mempelajari pengaruh rokok elektrik terhadap mikroskopik paru-paru dengan mempelajari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Tinjauan pustaka ini juga dibuat untuk mengetahui apakah rokok elektrik dapat digunakan sebagai alat pengganti rokok konvensional yang aman.

Paru-paru Manusia

Paru-paru manusia adalah organ yang berpasangan dan terdapat di rongga dada dipisahkan oleh jantung dan struktur lainnya di mediastinum. Paru-paru berfungsi sebagai tempat pertukaran gas oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂).¹¹

Sel tubuh menggunakan O₂ untuk tetap hidup dengan melepaskan energi melalui proses metabolisme. Pada saat yang bersamaan proses metabolisme menghasilkan CO₂. Jika CO₂ terdapat berlebihan maka dapat menimbulkan dampak yang tidak baik, sehingga kelebihan CO₂ harus dibuang. Pertukaran gas ini memiliki fungsi selain untuk menyediakan O₂ bagi tubuh untuk metabolisme, juga dapat menjaga keseimbangan asam basa dalam tubuh.¹¹

Di dalam paru-paru, terdapat bronkus yang merupakan percabangan dari trakea. Bronkus terus bercabang menjadi bronkus sekunder yang kemudian bercabang menjadi bronkus tersier. Bronkus tersier akan bercabang juga menjadi bronkiolus yang berlanjut sampai bronkiolus terminalis yang merupakan cabang paling distal dari bronkiolus. Bronkus terminalis berakhir dengan terbagi menjadi bronkiolus respiratorius dan akhirnya sampai alveolus. Pertukaran gas mulai terjadi di bronkiolus respiratorius sampai alveolus.¹²

Rokok Elektrik (*Vape*)

Rokok elektrik (*vape*) adalah sebuah alat yang dibuat dengan bentuk mirip dengan rokok konvensional, yang digunakan untuk menyalurkan nikotin dalam bentuk uap dengan cara memanaskan nikotin dalam bentuk cairan. Setiap *vape* memiliki *cartridge* yang menampung nikotin dalam bentuk cairan, *atomizer* untuk memanaskan

cairan menjadi uap, mikroprosesor dengan sensor atau tombol untuk mengaktifkan *vape* untuk memanaskan cairan, baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable*). Kandungan utama dalam rokok elektrik adalah nikotin, propilen glikol dan gliserin. Komponen lainnya dalam cairan tersebut ada air, etanol, dan zat-zat lainnya yang isinya berbeda-beda tergantung dari merknya. *Cartridge* tersedia dengan berbagai rasa seperti stroberi, apel, tembakau, mentol, coklat, vanilla, dan lain-lain.

Pada umumnya juga terdapat label mengenai kandungan nikotinnya seperti *extra strong/very high, strong/high, regular/medium, light/low, ultra light/very low*, atau *zero/no nicotine* jika tidak ada nikotin. Kandungan nikotin ditentukan oleh pabrik atau produsen sehingga setiap merk memiliki kandungan yang berbeda-beda.¹³ Untuk lebih jelas mengenai bagian-bagian *vape*, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen Rokok Elektrik¹⁴

Perbandingan Komposisi Rokok Elektrik (*Vape*) dengan Rokok Konvensional

Cairan *vape* memiliki komposisi gliserin dan propilen glikol ($\geq 75\%$), air ($\leq 18\%$) dan nikotin ($\leq 2\%$), dan bahan-bahan lainnya termasuk perasa 7%. Sedangkan pada rokok konvensional dapat ditemukan air sampai 30% dan nikotin ($\leq 5\%$). Perbedaan paling signifikan antara rokok elektrik dan rokok konvensional adalah sekitar 65% dari partikel udaranya (TPM= *Total Particulate Matter*) berasal dari hasil pembakaran produk. Pada *vape* tidak ditemukan karbon monoksida, sedangkan pada rokok konvensional menghasilkan lebih dari 20 mg CO perbatang rokok. Komposisi nikotin pada rokok elektrik lebih rendah dari pada rokok konvensional. Pada rokok elektrik memiliki nikotin 8 $\mu\text{g/puff}$ sampai 33 $\mu\text{g/puff}$ yang berarti lebih rendah daripada rokok konvensional yang memiliki kandungan nikotin 194-232 $\mu\text{g/puff}$. Asap yang dikumpulkan pada rokok konvensional adalah 7-9 puff per rokok, dan *vape* 99 puff.¹⁵

Nikotin

Nikotin adalah alkaloid dari tanaman, yang ditemukan pada tembakau, dan merupakan stimulan adiktif sistem saraf pusat yang menyebabkan stimulasi ganglionik dalam dosis rendah atau penghalang ganglionik pada dosis tinggi. Aktivitas stimulasi sistem saraf pusat (SSP) nikotin dapat dimediasi melalui pelepasan beberapa neurotransmitter, termasuk asetilkolin, beta-endorphin, dopamin, norepinefrin, serotonin, dan ACTH (*Adrenocorticotrophic hormone*). Akibatnya, vasokonstriksi perifer, takikardia, dan tekanan darah tinggi dapat diamati pada penggunaan nikotin.¹⁶

Pengaruh Nikotin terhadap Sistem Respirasi

Pengaruh nikotin terhadap sistem respirasi dapat melalui dua cara. Pertama, yaitu dari paparan langsung melalui merokok atau nikotin yang terhirup, dan yang kedua melalui mekanisme sistem saraf pusat. Nikotin berperan dalam pembentukan emfisema pada perokok, dengan mengurangi elastin pada parenkim paru dan meningkatkan volume alveolus. Nikotin menstimulasi refleks vagal dan ganglia parasimpatis sehingga menyebabkan peningkatan tahanan udara dengan menyebabkan

bronkokonstriksi dan apnea meningkatkan ketegangan trakea sehingga menyebabkan beberapa gangguan pernafasan.¹⁷

Propilen Glikol dan Gliserin

Propilen glikol adalah senyawa alkohol alifatik yang digunakan sebagai pelarut dalam banyak obat dan perasa, dan dalam alat penguap untuk pengiriman obat melalui penghirupan. Propilen glikol juga diakui sebagai aditif makanan yang aman. Gliserin dalam cairan rokok elektrik juga merupakan bahan makanan yang aman.¹⁸

Zat Perasa pada Cairan Rokok Elektrik

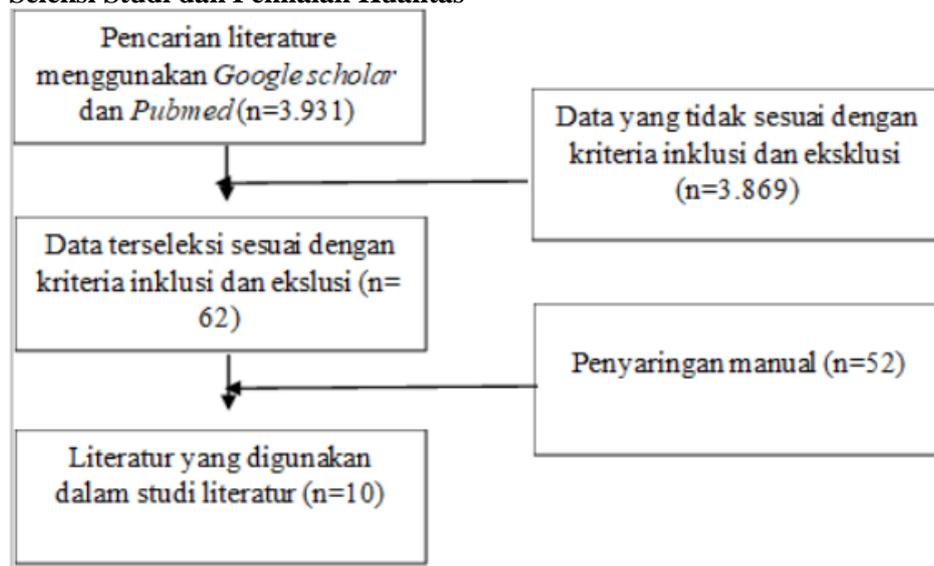
Zat perasa yang terdapat pada cairan rokok elektrik disetujui sebagai perisa makanan dan digunakan secara luas tanpa bukti efek samping. Sebagian besar zat perasa tidak ada bukti membahayakan, tetapi terdapat pengecualian pada zat diasetil dan sinamaldehyd. Diasetil adalah senyawa organik dengan rumus kimia $(CH_3CO)_2$. Ini adalah cairan kuning atau hijau dengan rasa mentega yang kuat. Zat ini terdapat pada minuman beralkohol dan ditambahkan juga pada beberapa makanan lain untuk memberikan rasa mentega. Diasetil diketahui menyebabkan penyakit paru-paru bronchiolitis obliterans pada orang-orang yang terpapar. Sinamaldehyd adalah senyawa organik dengan rumus $C_6H_5CH = CHCHO$.

Terdapat secara alami sebagai isomer trans (E), zat ini memberi kayu manis rasa dan baunya. Zat ini terbukti memberikan efek toksik pada beberapa jenis sel yang dikultur, termasuk sel epitel paru.^{19,20}

Metodologi

Metode yang digunakan dalam tinjauan pustaka ini menggunakan strategi secara komprehensif, seperti pencarian artikel dalam *database* jurnal penelitian, pencarian melalui internet, tinjauan ulang artikel. Pencarian *database* yang digunakan adalah *Google Scholar* dan *Pubmed*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian artikel yaitu *effects of electronic cigarette vapour*, *animal lung microscopic*, rokok elektrik, dan mikroskopis paru hewan coba. Terdapat 3.931 artikel yang diperoleh dan 10 artikel dianalisis melalui kesesuaian topik, metode penelitian yang digunakan, ukuran sampel, hasil dari setiap artikel serta keterbatasan yang terjadi. Sebagai kriteria inklusi adalah penelitian mengenai pengaruh asap rokok elektrik terhadap paru hewan coba, jurnal penelitian dipublikasikan dalam kurun waktu 2010-2020, jurnal atau artikel ilmiah menggunakan Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, jurnal dan *text book* memiliki inti dan hasil yang sama dengan inti tinjauan pustaka. Sebagai kriteria eksklusi adalah tema literatur berbeda dengan tema tinjauan pustaka, jurnal tidak ditampilkan secara keseluruhan (*full text*) atau hanya pratinjau.

Seleksi Studi dan Penilaian Kualitas



Sintesis Data

Pada sintesis data, dipilih judul jurnal dan artikel ilmiah yang sesuai, metode penelitian yang digunakan, besar dan subjek yang digunakan dan hasil atau *outcome* akhir dari penelitian dalam artikel.

Hasil

Pencarian literatur awal diperoleh 3.931 artikel. Penapisan melalui judul menghasilkan 62 artikel yang relevan dengan tujuan studi ini. Dari 62 artikel tersebut, ditemukan 10 artikel yang memenuhi syarat untuk studi literatur seperti yang dirinci pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Review Jurnal Pemaparan Asap Rokok Elektrik pada Hewan Coba

Peneliti	Metode	Subjek	Hasil
Husari <i>et al</i> (2016) ²¹	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 3 kelompok kontrol, rokok elektrik (18 mg/mL), dan rokok konvensional (tar 9,4 mg dan nikotin 0,729 mg per batang) yang dipaparkan selama 3 hari berturut-turut, 2 kali sehari selama 3 jam per sesi pada jam 9 pagi dan 1 siang.	33 ekor tikus	Setelah 3 hari pemaparan, kelompok rokok elektrik terlihat normal hanya saja terdapat inflamasi, sedangkan pada kelompok rokok konvensional ditemukan penebalan dinding, kongesti kapiler dan inflamasi.
Garcia-Arcos <i>et al.</i> (2016) ²²	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 3 kelompok antara lain kelompok yang dipaparkan <i>phosphate biffer saline</i> (PBS), asap rokok elektrik dengan nikotin 0 mg, dan 18 mg. pemaparan dilakukan selama 4 bulan, 5 hari per minggu.	Tikus A/J berusia 12 minggu	Pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik dengan nikotin didapatkan pelebaran ruang udara alveolar yang signifikan, sedangkan pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik tanpa nikotin tidak didapatkan kelainan yang signifikan. Sedangkan makrofag terdapat pada ruang udara alveolus setiap kelompok.
Larcombe <i>et al</i> (2017) ²³	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 6 kelompok yaitu kontrol (dipapar dengan udara), rokok konvensional, dan kelompok rokok elektrik yang dibagi menjadi 4 kelompok berdasarkan aerosol propilen glikol dan gliserol tanpa nikotin (0-PG,0-VG), dan dengan nikotin 12 mg (12-PG,12-VG) dipaparkan 1 jam sehari, 5 hari seminggu dari usia tikus 4 minggu sampai 10 minggu, yang kemudian dilanjutkan lagi selama 2 minggu dengan 2 sehari pemaparan selama 1 jam selama 5 hari per minggu.	Mencit BALB/c betina berusia 4 minggu	Pada kelompok yang dipaparkan asap rokok konvensional ditemukan inflamasi lebih banyak dibandingkan kelompok lainnya. Pada kelompok VG ditemukan gangguan fungsi paru yang sama dengan rokok konvensional, sedangkan kelompok PG lebih sedikit menyebabkan gangguan. Pada kelompok rokok elektrik, gangguan fungsi paru tanpa adanya peningkatan inflamasi, dan perubahan struktur paru. sel penghasil mukus terdeteksi lebih sedikit pada kelompok 0-VG, dan 0-PG dibandingkan dengan kelompok kontrol. penggunaan rokok elektrik menurunkan fungsi paru.
Monica <i>et al</i> (2018) ¹⁰	<i>Post-Test Only Control Group</i> , dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola <i>Split in Time</i> (3 kali waktu pengamatan)	Mencit jantan (n=24)	Pada kelompok kontrol ditemukan bronkiolus mulus, epitel tidak ada nekrosis, sedangkan pada kelompok perlakuan ditemukan degenerasi dan nekrosis pada mukosa bronkiolus, serta pada pembuluh darah ditemukan kongesti, trombosis, endoteliosis dan nekrosis pada endotel, serta ditemukan penebalan mukosa.
Reinikovaite <i>et al</i> (2018) ²⁴	<i>Post-Test Only Control Group</i> , yang dibagi menjadi 4 kelompok yang dipaparkan dengan udara ruangan, injeksi subkutaneus nikotin (2 mg/Kgbb 2x sehari), asap rokok elektrik dengan dosis nikotin 12 mg/mL, asap rokok konvensional (4 jam sehari, 2x2 jam dengan periode istirahat 1 jam) pemaparan dilakukan selama 5 minggu	Tikus jantan galur <i>sprague dawley</i> (32 dibagi ke dalam 4 kelompok)	Ditemukan pelebaran ruang udara alveolar pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik dan rokok konvensional dibandingkan dengan kelompok yang dipaparkan udara ruangan. Jumlah pembuluh kapiler pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik dan rokok konvensional lebih sedikit dibandingkan kelompok yang di udara ruangan. Sedangkan hasil pada kelompok asap rokok elektrik dan asap rokok konvensional didapatkan hasil yang sama.
Glynos <i>et al</i> (2018) ²⁵	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 5 kelompok antara lain dipaparkan dengan udara, rokok konvensional, rokok elektrik propilen glikol/ gliserol PG:VG, PG:VG dengan nikotin 18 mg, dan PG:VG-N+F yang sama dengan kelompok sebelumnya dengan nikotin dan dengan perasa. Subjek dipaparkan selama 3 hari atau 4 minggu. Pemaparan dilakukan 4x sehari dengan interval istirahat 30 menit.	Tikus C57BL6 jantan berusia 8 sampai 12 minggu	Setelah 3 hari pemaparan rokok elektrik tidak didapatkan perubahan signifikan pada skoring dibandingkan dengan kontrol, sedangkan pada kelompok rokok konvensional menunjukkan skoring kerusakan yang signifikan. Setelah dilanjutkan 4 minggu, didapatkan peningkatan skoring perubahan histologi pada kelompok rokok elektrik.

Triantara <i>et al</i> (2019) ²⁶	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kontrol, rokok elektrik dengan nikotin 0 mg, rokok elektrik dengan kadar nikotin 3 mg, rokok konvensional dengan nikotin 2,4 mg. dipaparkan selama 20 menit untuk setiap kelompok pada pagi dan sore selama 35 hari.	Tikus putih (32 yang dibagi menjadi 4 kelompok)	Ditemukan peningkatan makrofag alveolar pada kelompok yang di paparkan asap rokok elektrik dan rokok konvensional dibandingkan kelompok kontrol. (Kv>E3>E0>Kn), sedangkan berdasarkan skoring pelebaran lumen alveolus dan penebalan dinding alveolus banyak ditemukan pada kelompok E3 dan Kv.
Putra <i>et al.</i> (2019) ²⁷	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 3 kelompok kontrol, dipaparkan dengan rokok elektrik 3 mg/mL nikotin (P1), dan rokok djarum 76 nikotin 2,4 mg. pemaparan dilakukan selama 15 hari	21 ekor mencit (<i>Mus musculus</i>) galur <i>swiss webster</i>	Pada kelompok kontrol memiliki skor kerusakan alveolus paling rendah dibanding P1 dan P2. Sedangkan tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antara P1 dan P2.
Tang <i>et al</i> (2019) ²⁸	<i>Post-Test Only Control Group</i> . Subjek dibagi menjadi 3 kelompok. Kelompok pertama (n = 45) dipaparkan asap rokok elektrik dengan kadar nikotin 36 mg. kelompok kedua (n = 20) dipaparkan asap dari alat mesin (<i>isopolypropylene glycol</i> dan <i>vegetable glycerin</i> 1:1) kelompok ketiga (n = 20) dibiarkan di ruang hewan dan dibiarkan di udara yang sudah difilter. Pemaparan dilakukan selama 4 jam per hari, 5 hari perminggu selama 54 minggu.	85 tikus FVB/N berusia 6-8 minggu.	Ditemukan 9 dari 40 (22,5%) tikus pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik terdapat adenokarsinoma
Warwyk-Gawda <i>et al</i> (2020) ²⁹	<i>Post-Test Only Control Group</i> , subjek dibagi menjadi 3 kelompok, kelompok A dipaparkan rokok elektrik tanpa bau, kelompok B dipaparkan asap rokok konvensional, kelompok C sebagai kontrol yang diberikan paparan asap tanpa nikotin kelompok A dan B dipaparkan dengan kadar nikotin yang sama. Pemaparan dilakukan selama 10 menit sehari dengan interval 5 menit pemaparan dan diselingi 20 menit tanpa pemaparan. Siklus dilakukan 1x sehari, 5x seminggu, selama 6 minggu.	30 ekor tikus galur wistar dengan berat 187,82±12,56 g	Pada kelompok kontrol tidak ditemukan adanya kelainan, pada kelompok perlakuan ditemukan runtuhnya parenkim, serta hiperplasia pneumosit tipe 2, serta peningkatan jumlah makrofag pada kelompok rokok elektrik didapatkan eosinofil, dan infiltrasi sel mononuklear, serta penebalan septa alveolus, dan peningkatan jumlah mukus, sedangkan pada kelompok rokok konvensional terdapat peradangan, vakuolisasi, dan gambaran ke arah emfisema

Pembahasan

Pengaruh Asap Rokok Elektrik terhadap Mikroskopik Paru

Rokok elektrik semakin populer dan dipasarkan sebagai alternatif yang lebih aman dibandingkan rokok konvensional dan juga sebagai alat untuk membantu berhenti merokok. tidak ada standar atau regulasi untuk rokok elektrik, sehingga dapat berisiko membahayakan konsumen.³⁰ Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, rokok elektrik dapat menyebabkan pengaruh terhadap paru-paru. Di pasaran rokok elektrik terdapat komponen seperti propilen glikol, gliserin, dan nikotin dengan kadar yang berbeda-beda.

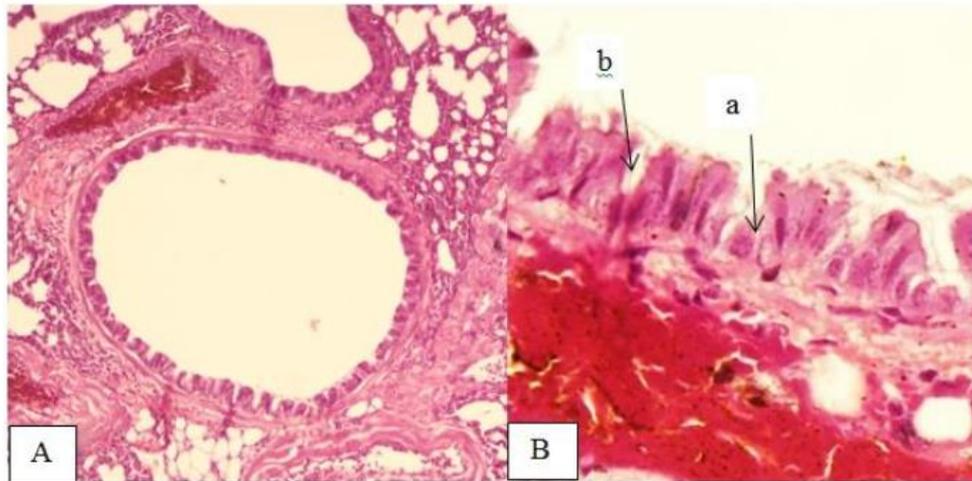
Asap rokok elektrik dihasilkan tanpa melalui proses pembakaran tembakau, rokok elektrik juga tidak menghasilkan banyak zat racun seperti yang terdapat pada rokok konvensional, seperti karbon monoksida. Walaupun beberapa bahan kimia lain seperti logam berat dan partikel silikat dari perangkat pemanas rokok elektrik masih ada dalam jumlah kecil. Paparan toksin yang lebih rendah menjadi alasan persepsi rokok elektrik lebih aman daripada rokok konvensional, tetapi dampak

terhadap paru-paru masih menjadi perhatian yang serius. Selain nikotin, zat-zat lain dalam rokok elektrik juga dapat berbahaya seperti kandungan gliserol dan propilen glikol yang dikatakan aman dikonsumsi secara oral belum di evaluasi dari segi inhalasi, zat-zat tersebut dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan.³¹ Paparan zat-zat tersebut juga dapat menyebabkan reaksi inflamasi yang menyebabkan meningkatnya aktivasi neutrofil dan produksi mukus, dan mengurangi pembersihan mukosiliar.^{32,33} Zat perasa pada rokok elektrik seperti asetil dan sinamaldehyd juga dikatakan dapat menyebabkan kerusakan, tetapi menurut percobaan yang sudah pernah dilakukan menyatakan zat perasa yang ada pada cairan rokok elektrik tidak menyebabkan disfungsi maupun kerusakan pada paru pada paparan akut.³⁴

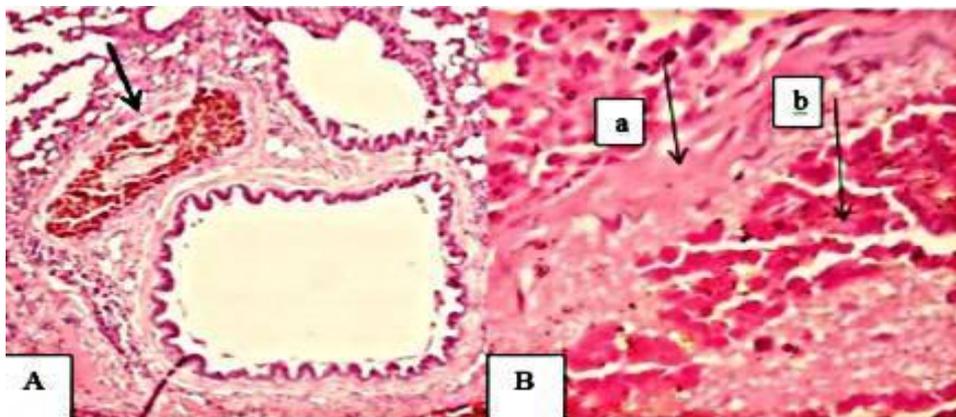
Paparan asap rokok elektrik terhadap paru-paru dapat menyebabkan kerusakan yang dapat dilihat dari mikroskopis paru-paru. Kerusakan dapat berupa degenerasi dan nekrosis pada mukosa bronkiolus, serta pada pembuluh darah dapat ditemukan kongesti, serta endoteliosis. Seperti yang ditemukan pada percobaan Monica *et al.* (2018) (Gambar 2 dan 3).¹⁰ Kerusakan lainnya yaitu berupa pelebaran ruang udara alveolar, dan kerusakan kapiler yang bahkan didapati jika

kerusakan akibat asap rokok elektrik sama dengan yang diakibatkan rokok konvensional setelah sama-sama dipaparkan selama lima minggu seperti yang ditemukan pada percobaan yang dilakukan Reinikovaite *et al.* (2018) (Gambar 4).²⁴ Hal serupa juga didapat pada percobaan yang dilakukan oleh Putra *et al.* (2019) yang mendapati perbedaan skoring kerusakan alveolus pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik dengan nikotin dan

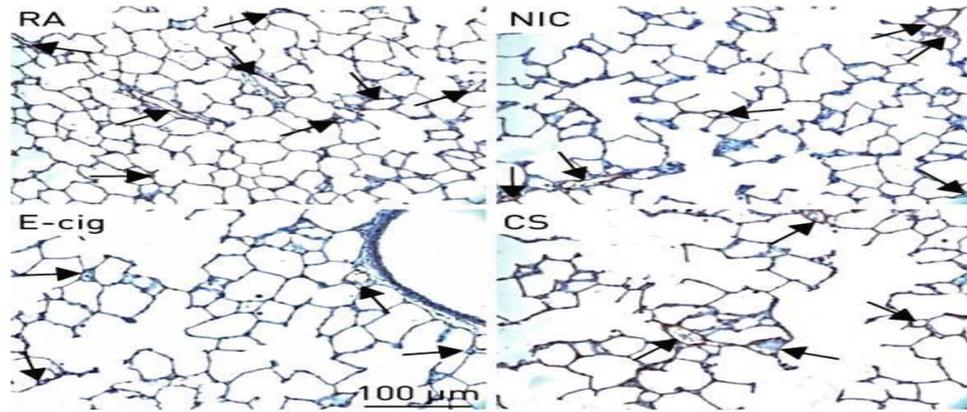
rokok konvensional tidak signifikan.²⁷ Skoring yang dipakai adalah berdasarkan parameter kerusakan paru Hansel dan Barnes. Kerusakan serupa juga didapat pada percobaan Waryk-gawda *et al.* (2020), yang ditambah adanya kerusakan parenkim, dan hiperplasia tipe 2 pada alveolus, serta penebalan septa alveolus (Gambar 5).²⁹ Gambar kerusakan mikroskopis paru akibat rokok elektrik dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4 dan 5.



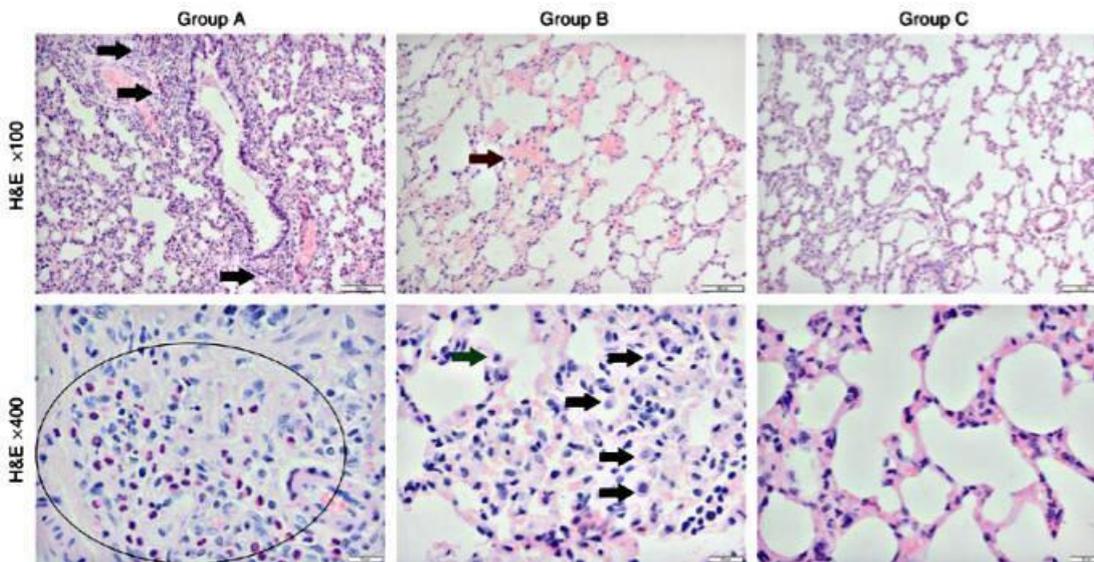
Gambar 2. Gambaran Histopatologi Bronkiolus Mencit 2 Minggu Setelah Perlakuan (A: HE,200x, B: HE,400x). Ket. A. Mengalami Degenerasi B. Mengalami Nekrosis.¹⁰



Gambar 3. Histopatologi Pembuluh Darah Paru Mencit 3 Minggu Setelah Perlakuan (A: HE,200x, B: HE, 400x). (a) Nekrosis Endotel dan (b) Mengalami Thrombosis.¹⁰



Gambar 4. Morfologi Paru dan Pembuluh Darah Paru (Pewarnaan untuk faktor von Willebrand). (*E-cig*), *nicotine* (*NIC*), *Cigarette Smoke* (*CS*), *Room Air* (*RA*). Panah Menunjukkan Pembuluh Kapiler. Pada Kelompok Rokok Elektrik dan Rokok Konvensional Ditemukan Adanya Pelebaran Ruang Udara.²⁴



Gambar 5. Struktur Histologis Paru-paru yang Diuji (*modified*) (A. Rokok Elektrik dengan Nikotin, B. Rokok Konvensional, C. Rokok Elektrik tanpa Nikotin). Pada kelompok A dan B terdapat penebalan septa alveolus, tanda panah hitam dan hijau menunjukkan makrofag. Pada kelompok B terdapat hemorrage (panah hitam). Pada kelompok C hanya terdapat makrofag.²⁹

Peningkatan jumlah makrofag dapat ditemukan pada kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik tanpa nikotin maupun dengan nikotin. peningkatan lebih tinggi pada kelompok yang dipaparkan rokok elektrik dengan nikotin, namun jika dibandingkan dengan rokok konvensional maka lebih tinggi pada kelompok yang dipaparkan rokok konvensional. Hal ini menunjukkan pengaruh perbedaan kadar nikotin pada *liquor* rokok elektrik yang dipakai dalam pemaparan. Pengaruh kadar nikotin juga dapat dilihat dari pelebaran lumen alveolus dan penebalan dinding alveolus pada kelompok rokok elektrik dengan nikotin dan rokok konvensional; yang lebih banyak dibandingkan dengan pada kelompok kontrol dan kelompok yang dipaparkan asap rokok elektrik tanpa nikotin yang dipaparkan masing-

masing selama 35 hari seperti yang didapatkan pada percobaan yang dilakukan oleh Triantara *et al.* (2019).²⁶ Hasil serupa juga didapati pada percobaan yang dilakukan oleh Garcia-Arcos *et al.* (2016).²² Pada pemaparan akut, efek rokok elektrik dengan nikotin belum terlalu berpengaruh terhadap mikroskopis paru-paru sedangkan pada rokok konvensional sudah dapat ditemukan penebalan dinding, kongesti kapiler dan inflamasi walau pemaparan masing-masing kelompok baru dilakukan selama 3 hari seperti yang didapat pada percobaan yang dilakukan oleh Husari *et al.* (2016). Perbedaan efek tersebut dapat diakibatkan oleh karena adanya zat-zat beracun lainnya yang banyak terdapat pada rokok konvensional sebagai radikal bebas yang akhirnya meningkatkan stres oksidatif.²¹ Hal serupa juga didapati pada

percobaan yang dilakukan oleh Glynos *et al.* (2018).²⁵

Pada rokok elektrik terdapat zat propilen glikol dan gliserol sebagai bahan liquornya. Gliserol menyebabkan kerusakan paru yang lebih parah dibandingkan propilen glikol. Rokok elektrik juga didapati dapat menurunkan fungsi paru seperti yang didapati pada penelitian yang dilakukan oleh Larcombe *et al.* (2017).²³

Paparan asap rokok elektrik dengan nikotin yang lama juga dapat menyebabkan kanker seperti pada rokok konvensional, seperti yang ditemukan pada percobaan yang dilakukan oleh Tang *et al.* (2019). yang menyatakan setelah tikus dipaparkan asap rokok elektrik dengan nikotin 36 mg selama 54 minggu ditemukan 22,5% subjek pada kelompok tersebut terdapat adenokarsinoma.²⁸

Simpulan

Rokok elektrik (*vape*) dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru seperti kongesti, endoteliosis, trombosis, kerusakan parenkim, sampai nekrosis. Zat-zat dalam rokok elektrik selain nikotin seperti propilen glikol dan gliserin serta zat perasa juga memiliki efek terhadap paru-paru tetapi jauh lebih ringan. Sehingga rokok elektrik juga belum bisa dikatakan sebagai pengganti rokok konvensional yang sepenuhnya aman. Penggunaan rokok elektrik sebagai alat bantu berhenti merokok dapat digunakan dengan mengurangi dosis nikotin secara bertahap sampai menggunakan *liquor* tanpa nikotin dan bukan untuk jangka panjang karena masih dapat menyebabkan inflamasi sehingga perlu dicari pengganti lain yang lebih aman juga. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan karena belum terdapat standar untuk rokok elektrik sehingga untuk mengetahui kadar nikotinnya hanya dari tulisan pada kemasan. Sehingga penelitian lebih lanjut dapat dilakukan. Pengawasan dan standarisasi dari penggunaan rokok elektrik (*vape*) juga perlu diadakan untuk keamanan konsumen.

Daftar Pustaka

1. Ng M, Freeman MK, Fleming TD, Robinson M, Dwyler-Lindgren L, Thomson B, Wollum A, et al. Smoking prevalence and cigarette consumption in 187 countries, 1980-2012. *JAMA*. 2014;311(2):183-92.
2. Reimondos A, Utomo ID, McDonald P, Hull T, Suparno H, Utomo A. The 2010 greater Jakarta transition to adulthood survey policy background no.2 smoking and young adults in Indonesia. ADSRI 2012. Disitasi pada tanggal 21 Februari 2020. Diakses pada http://chr.ui.ac.id/wp-content/uploads/downloads/2013/06/policy_background_2_smoking.pdf
3. Elsa MS, Nadjib M. Determinan rokok elektrik di Indonesia: data SUSENAS (Survei Sosial Ekonomi Nasional) tahun 2017. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 2019;35(2):41-8.
4. Lorensia A, Yudiarto A, Herwansyah FR. Persepsi, efektifitas, dan keamanan penggunaan rokok elektrik (*e-cigarette*) oleh perokok aktif sebagai terapi dalam *smoking cessation: mixed methods* dengan pendekatan studi kuantitatif dan kualitatif. *J. Trop. Pharm. Chem.* 2017;4(2):66-8.
5. Hartmann-Boyce J, McRobbie H, Bullen C, Begh R, Stead LF, Hajek P. Electronic cigarettes for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;9(9):CD010216.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Adult smoking cessation—the use of e-cigarettes. Disitasi pada tanggal 5 Maret 2020. Diakses pada https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/2020-smoking-cessation/fact-sheets/adult-smoking-cessation-e-cigarettes-use/index.html#:~:text=Some%20research%20suggests%20that%20using,cessation%20than%20less%20frequent%20use. Accessed October 3, 2020
7. Alasmari F, Alexander LEC, Drummond CA, et al. A computerized exposure system for animal models to optimize nicotine delivery into the brain through inhalation of electronic cigarette vapors or cigarette smoke. *Saudi Pharm J.* 2018;26(5):622-8.
8. Sosnowski TR, Jabłczyńska K, Odziomek M, et al. Physicochemical studies of direct interactions between lung surfactant and components of electronic cigarettes liquid mixtures. *Inhalation Toxicology.* 2018;30(4-5):159-68.
9. Shields PG, Berman M, Brasky TM, et al. A review of pulmonary toxicity of electronic cigarettes in the context of smoking: a focus on inflammation. *Cancer Epidemiol Biomark Prev.* 2017;26:1175–91.
10. Monica M, Adi AAAM, Winaya IBO. Histopatologi bronkiolus dan pembuluh darah paru mencit jantan pasca terpapar asap rokok elektrik. *Buletin Veteriner Udayana.* 2018;11(2):157-65.
11. Tortora GJ, Derrickson B. Principles of anatomy & physiology. 14th ed. Hoboken: Wiley; 2014. p.841-74.
12. Singh I. Textbook of histology. 6th ed. New delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2011. p.223-6.
13. Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, Knysak J, Kosmider L. Nicotine levels in electronic cigarettes. *Nicotine and Tobacco Research.* 2013;15(1):158-66.

14. Badan POM. Kajian rokok elektrik di Indonesia. Direktorat Pengawasan Narkotika, Psikotropika dan Zat Adiktif Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2017. Disitasi pada tanggal 6 Februari 2021. Diakses pada <https://komnaspt.or.id/wp-content/uploads/2019/10/Kajian-Rokok-Elektronik-di-Indonesia-2017-BPOM.pdf>
15. Tayyarah R, Long GA. Comparison of select analytes in aerosol from e-cigarettes with smoke from conventional cigarettes and with ambient air. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2014;70(3):704-10.
16. National Center for Biotechnology Information PubChem Database. Nicotine. Disitasi pada tanggal 27 Februari 2020. Diakses pada <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Nicotine>
17. Mishra A, Chaturvedi P, Datta S, Sinukumar S, Joshi P, Garg A. Harmful effect of nicotine. *Indian J Med Paediatr Oncol*. 2015;36(1):24-31.
18. Philips B, Titz B, Kogel U. Toxicity of the main electronic cigarette components, propylene glycol, glycerin, and nicotine, in Sprague-Dawley rats in a 90-day OECD inhalation study complemented by molecular endpoints. *Food Chem. Toxicol*. 2017;109(1):315-32.
19. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 637511, Cinnamaldehyde Disitasi pada tanggal 1 Februari 2021. Diakses pada <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cinnamaldehyde>
20. Kreiss K. Recognizing occupational effects of diacetyl: What can we learn from this history?. *Toxicology*. 2017;388:48-54.
21. Husari A, Shihadeh A, Talih S, Hashem Y, El Sabban M, Zaatari G. Acute exposure to electronic and combustible cigarette aerosols: effects in an animal model and in human alveolar cells. *Nicotine Tob Res*. 2016;18(5):613-19.
22. Garcia-Arcos I, Geraghty P, Baumlin N, et al. Chronic electronic cigarette exposure in mice induces features of COPD in a nicotine-dependent manner. *Thorax*. 2016;71(12):1119-29.
23. Larcombe AN, Janka MA, Mullins BJ, et al. The effects of electronic cigarette aerosol exposure on inflammation and lung function in mice. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2017;313(1):L67-L79.
24. Reinikovaite V, Rodriguez IE, Karoor V, et al. The effects of electronic cigarette vapour the lung: direct comparison to tobacco smoke. *Eur Respir J*. 2018;51:1701661.
25. Glynos C, Bibli SI, Katsaounou P, et al. Comparison of the effects of e-cigarette vapor with cigarette smoke on lung function and inflammation in mice. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2018;315(5):L662-72.
26. Triantara YA, Almira I, Kusumo SA, et al. Perbandingan pengaruh asap rokok elektrik dan konvensional terhadap histopatologi paru tikus putih (*Rattus norvegicus*). *J Respir Indo*. 2019;39(2):88-91.
27. Putra AI, Hanriko R, Kurniawaty E. Pengaruh efek paparan asap rokok elektrik dibandingkan paparan asap rokok konvensional terhadap gambaran histopatologi paru mencit jantan (*Mus musculus*). *Majority*. 2019;8(1):90-4.
28. Tang MS, Wu XR, Lee HW, et al. Electronic-cigarette smoke induces lung adenocarcinoma and bladder urothelial hyperplasia in mice. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2019;116(43):21727-31.
29. Wawryk-Gawda E, Chylińska-Wrzos P, K Zarobkiewicz M, Chłapek K, Jodłowska-Jędrych B. Lung histomorphological alterations in rats exposed to cigarette smoke and electronic cigarette vapour. *Exp Ther Med*. 2020;19(4):2826-32.
30. Cooke A, Ferguson J, Bulkhi A, Casale TB. The electronic cigarette: The good, the bad, and the ugly. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2015;3(4):498-505.
31. Clapp PW, Jaspers I. Electronic cigarettes: Their constituents and potential links to Asthma. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2017;17(11):79.
32. Reidel B, Radicioni G, Clapp P, et al. E-cigarette use causes a unique innate immune response in the lung involving increased neutrophilic activation and altered mucin secretion. *Am J Respir Crit Care Med* 2018;197:492-501.
33. Laube BL, Afshar-Mohajer N, Koehler K, et al. Acute and chronic in vivo effects of exposure to nicotine and propylene glycol from an E-cigarette on mucociliary clearance in a murine model. *Inhal Toxicol*. 2017; 29:197-205.
34. Wölkart G, Kollau A, Stessel H, et al. Effects of flavoring compounds used in electronic cigarette refill liquids on endothelial and vascular function. *PLOS ONE*. 2019;14(9): e0222152.