

Rokok Elektronik (*Electronic Cigarette*)

Reza Kurniawan Tanuwihardja, Agus Dwi Susanto

Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Rumah Sakit Persahabatan, Jakarta

Electronic Cigarette

Abstract

Tobacco is a worldwide problem. The World Health Organization (WHO) predicted that approximately 2.5 billion smokers worldwide with two-thirds are in developing countries. Indonesia is ranked third among 10 countries with highest number of smokers, after China and India. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) in 2007 showed the prevalence of adult smokers is 46.8% male and 3.1% female. The combustion of a tobacco cigarette not only harming the user but also the surroundings, called the second-hand smoker. Study showed that the exhaled cigarette smoke contains 4-6 times nicotine than those inhaled by the user. Currently WHO is fighting the epidemic of tobacco in various strategies, one of them is stop smoking by using nicotine replacement therapy (NRT) such as gum, lozenges, skin patch, inhaler, and nasal spray. Electronic cigarette or e-cigarette is a battery-driven inhaler that delivers nicotine that termed by WHO as electronic nicotine delivery systems. E-cigarette is used as a regular cigarette and consists of 3 parts: battery, atomizer and cartridge. When inhaled, the chip inside will activate the atomizer and vaporize the nicotine liquids in the cartridge. The nicotine liquids has various mixtures but only contains nicotine, propylene glycol, flavoring (to simulate the tobacco taste), and water. Without the hazardous tar and toxic chemical additives. Initially marketed as a safe alternative to tobacco smoking, with several analytic study results that favoured e-cigarette with lower nicotine consumption, unmeasurable polycyclic aromatic hydrocarbons, and no tobacco. A study found that the nicotine amount of e-cigarette decreases after 10 puffs and another study reported that due to the decreasing amount of nicotine delivered, e-cigarette user also consumes regular tobacco cigarette to compensate it. In 2009 FDA sponsored a study to evaluate e-cigarette and found that e-cigarette still contains tobacco specific nitrosamines (TSNA) and diethylene glycol (DEG) which known to be toxic and carcinogen. A counter reassessment study, funded by a manufacturer of e-cigarette, reported that TSNA was detected in a very small amount. Interestingly, TSNA was also detected on other FDA approved NRT products. Recent study comparing several e-cigarette brands noted that a certain brand significantly increased plasma carbon monoxide level and heart rate of user.

Conclusion. Available data showed that e-cigarette is not yet proven as a safe alternative to NRT and further studies are still needed to evaluate the health impact of e-cigarette on long term use.

Keywords: tobacco, nicotine, tobacco cigarette, nicotine replacement therapy, electronic cigarette.

Abstrak

Tembakau merupakan masalah dunia. World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa di seluruh dunia perokok sekitar 2,5 miliar dengan dua pertiga di negara berkembang. Indonesia berada di peringkat ketiga di antara 10 negara dengan jumlah perokok tertinggi, setelah China dan India. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2007 menunjukkan prevalensi perokok laki-laki dewasa adalah 46,8% dan perempuan 3,1%. Pembakaran rokok tembakau tidak hanya merugikan pengguna tetapi juga lingkungan sekitarnya, yang disebut perokok pasif. Studi menunjukkan bahwa asap rokok dihembuskan mengandung nikotin 4-6 kali daripada yang dihirup oleh pengguna. Saat ini WHO sedang memerangi epidemi tembakau dengan berbagai strategi, salah satunya adalah berhenti merokok dengan menggunakan terapi pengganti nikotin (NRT) seperti permen karet, tablet hisap, seditan tempel kulit, inhaler, dan semprot hidung. Sebuah rokok elektronik atau e-rokok adalah Inhaler berbasis baterai yang memberikan nikotin yang disebut oleh WHO sebagai sistem pengiriman elektronik nikotin. Rokok elektronik digunakan sebagai rokok biasa dan terdiri dari 3 bagian: baterai, alat penyemprot dan cartridge. Ketika dihirup, bagian dalam chip akan mengaktifkan alat penyemprot dan menguap cairan nikotin dalam cartridge. Cairan nikotin memiliki berbagai campuran

tetapi hanya mengandung nikotin, propilen glikol, penyedap (untuk mensimulasikan rasa tembakau), dan air. Tanpa tar berbahaya dan aditif kimia beracun. Awalnya dipasarkan sebagai alternatif yang aman pengganti merokok tembakau, dengan hasil studi analitik menunjukkan beberapa e-rokok mengandung konsumsi nikotin yang lebih rendah, polisiklik hidrokarbon aromatik, dan tidak ada tembakau. Sebuah studi menemukan bahwa jumlah nikotin rokok elektronik setelah 10 puff dan studi lain melaporkan bahwa karena penurunan jumlah nikotin pengguna rokok elektronik juga mengkonsumsi rokok tembakau biasa untuk mengkompensasinya. Pada tahun 2009 FDA mensponsori penelitian untuk mengevaluasi rokok elektronik dan menemukan bahwa rokok elektronik masih mengandung nitrosamine tembakau tertentu (TSNA) dan diethylene glycol (DEG) yang diketahui menjadi racun dan karsinogen. Sebuah studi penilaian ulang, didanai oleh produsen rokok elektronik, melaporkan bahwa TSNA terdeteksi dalam jumlah yang sangat kecil. Menariknya, TSNA juga terdeteksi di produk NRT lain yang disetujui FDA. Studi terbaru membandingkan beberapa rokok elektronik mencatat bahwa merek tertentu meningkat secara signifikan kadar plasma karbon monoksida dan tingkat denyut jantung pengguna.

Kesimpulan: Data yang tersedia menunjukkan bahwa rokok elektronik ini belum terbukti sebagai alternatif yang aman untuk NRT dan studi lebih lanjut masih diperlukan untuk mengevaluasi dampak kesehatan dari rokok elektronik pada penggunaan jangka panjang.

Kata kunci: tembakau, nikotin, rokok tembakau, terapi pengganti nikotin, rokok elektronik.

PENDAHULUAN

Rokok merupakan masalah kesehatan dunia. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan jumlah perokok di dunia sebanyak 2,5 milyar orang dengan dua pertiganya berada di negara berkembang. Paling sedikit satu dari empat orang dewasa adalah perokok di negara berkembang. Prevalens perokok lebih tinggi di negara dengan pendapatan perkapita yang rendah dan terbanyak pada kelompok penduduk dewasa muda dengan perbandingan 27% laki-laki dan 21% perempuan. Prevalens perokok di Amerika Serikat sebesar 26% laki-laki dan 21% perempuan sedangkan di Inggris sekitar 27% laki-laki dan 25% perempuan.^{1,2}

Indonesia menduduki peringkat ketiga dari 10 negara dengan tingkat perokok tertinggi di dunia setelah Cina dan India serta berada di atas peringkat Rusia dan Amerika.¹⁻³ Berdasarkan data dari Riset Kesehatan Dasar tahun 2007, prevalens perokok aktif pada kelompok penduduk dewasa di Indonesia adalah 46,8% laki-laki dan 3,1% perempuan.⁴ Berdasarkan data *Global Youth Tobacco Survey* tahun 2006, Indonesia memiliki prevalens perokok pada kelompok penduduk remaja usia 13-15 tahun sebesar 23,9% laki-laki dan 1,9% perempuan.⁵

Laporan WHO tahun 2009 berjudul *The Global*

Tobacco Epidemic menyebutkan bahwa rokok tembakau diperkirakan turut menyebabkan kematian lebih dari 5 juta orang setiap tahun di seluruh dunia dan umumnya terjadi di negara-negara dengan pendapatan perkapita rendah hingga sedang.⁶ Jika dibiarkan, pada tahun 2030 rokok diperkirakan akan membunuh lebih dari 8 juta orang setiap tahun di seluruh dunia dan 80% terjadi pada negara-negara dengan pendapatan perkapita rendah hingga sedang. Pada laporan tersebut, WHO juga menekankan bahwa rokok yang dibakar selain membahayakan si perokok, asap rokok yang dihasilkan juga membahayakan orang-orang di sekitarnya sebagai perokok pasif atau *second-hand smoker*. Penelitian oleh Susanna dkk.⁷ tahun 2003 tentang kadar nikotin dalam asap rokok menemukan bahwa asap rokok yang dihembuskan oleh perokok memiliki kadar nikotin 4-6 kali lipat lebih tinggi dibandingkan asap yang masuk ke perokok.

Laporan WHO tersebut juga menyebutkan bahwa sebenarnya tidak ada batas ambang aman bagi perokok pasif dan diperkirakan sepertiga penduduk dunia sudah menjadi perokok pasif.^{6,7} Pada akhir abad ini, rokok akan membunuh lebih dari 1 milyar orang jika tidak ada usaha untuk menanggulangnya. Oleh karena itu, WHO membentuk *WHO Framework Convention on Tobacco Control* (WHO-FCTC) sebagai upaya

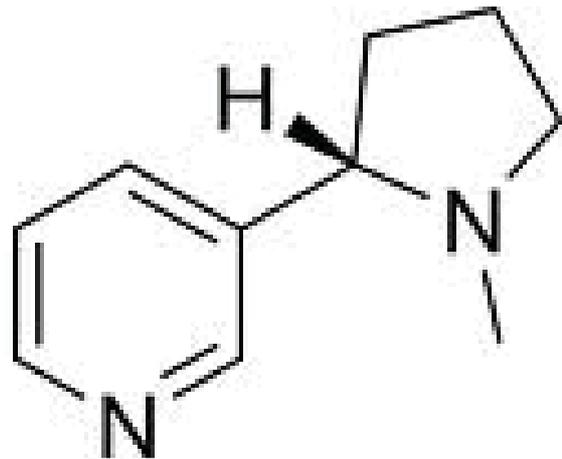
menjawab dan menyediakan solusi untuk masalah epidemi tembakau yang telah mendunia.^{dikutip dari 6} Hingga saat ini WHO terus mendorong masyarakat berhenti merokok untuk mengurangi bahaya tembakau dengan berbagai metode, salah satunya adalah menggunakan *nicotine replacement therapy* (terapi pengganti nikotin).

TEBAKAU DAN ROKOK

Komponen terpenting dalam tembakau adalah nikotin yang merupakan alkaloid alam (1 metil-2 {3-piridil} piroolidin) berbentuk cairan, tidak berwarna dan merupakan suatu basa lemah yang mudah menguap serta dapat melewati sawar darah otak. Struktur nikotin seperti terlihat pada gambar 1. Nikotin pertama kali diisolasi dari tanaman tembakau *Nicotana tabacum* oleh Posselt dan Reiman pada tahun 1828. Kadar nikotin dalam tembakau hanya berkisar 1-2%, memiliki sifat toksik dan sangat menimbulkan ketergantungan psikis.⁸ Nikotin dapat diserap dari jalan napas, rongga mulut dan kulit. Metabolisme nikotin terutama di hati dan dapat juga dimetabolisme di paru dan ginjal. Nikotin yang masuk per-oral akan diabsorpsi sedikit di lambung karena sifatnya sebagai basa kuat, namun absorpsi di usus cukup untuk menyebabkan keracunan. Nikotin yang diinhalasi dimetabolisme di paru dan dapat mencapai otak hanya dalam waktu 6 detik.^{8,9}

Rokok menggunakan tembakau sebagai bahan utama dan ditambah berbagai senyawa kimia lainnya untuk memberikan rasa tertentu. Berdasarkan penelitian, sebuah rokok tembakau yang dibakar dapat mengeluarkan sekitar 4000 senyawa kimia, 50 senyawa diantaranya dikenal sebagai karsinogen dan sekitar 400 senyawa lainnya termasuk golongan racun, seperti tar, karbon monoksida, formaldehid, amonia, hidrogen sianida dan *dichlorodiphenyltrichloroethane* (DDT).¹⁰ Tahun 1994, lima produsen rokok terbesar di Amerika menguraikan 599 zat tambahan pada sebuah rokok tembakau hasil produksi mereka.¹¹ Setiap batang rokok tembakau yang dibakar akan mengeluarkan asap yang mengandung berbagai zat racun, seperti pada gambar 2.

Saat ini gangguan kesehatan karena rokok banyak dikaitkan dengan efek pembakaran tembakau dan senyawa berbahaya lainnya dalam rokok yang berbahaya pada perokok dan lingkungannya. Sehingga di berbagai negara termasuk Indonesia telah memberlakukan zona bebas asap rokok di tempat-tempat umum dan menerapkan peraturan-peraturan untuk membatasi rokok. Program berhenti merokok pun digalakkan oleh badan-badan kesehatan namun memberikan hasil yang belum memuaskan.^{1,3,6} Sebuah penelitian tentang berhenti merokok dilakukan di 4 negara yang melibatkan populasi perokok yang berniat berhenti merokok mendapatkan hanya 52% subyek bertahan hingga akhir walaupun diberikan insentif secara berkala.¹² Hasil tersebut menggambarkan bahwa ketergantungan nikotin sangat sulit diatasi. Cara lain adalah dengan menghilangkan pembakaran rokok tembakau tetapi para perokok tetap mendapatkan nikotin yang diinginkan dengan menggunakan *nicotine replacement therapy* (terapi pengganti nikotin).



Gambar 1. Struktur nikotin

Dikutip dari (9)



Gambar 2. Berbagai zat racun yang terkandung pada rokok dan asap rokok
Dikutip dari (6)



Gambar 3. Nicotine skin patch

Dikutip dari (16)

Nicotine Replacement Therapy (terapi pengganti nikotin)

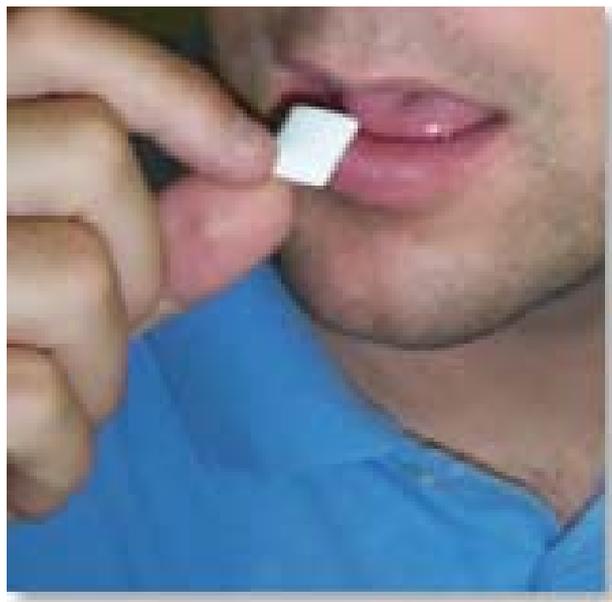
Nicotine replacement therapy (NRT) adalah metode yang menggunakan suatu media untuk memberikan nikotin yang diperlukan oleh perokok tanpa pembakaran tembakau yang merugikan. Alat-alat yang sudah dikenal dan beredar secara komersial adalah *gum* (permen karet), *inhaler*, *lozenges* (tablet hisap), *nasal spray* (semprot hidung) dan *skin patch*.¹³ Walaupun NRT hanya ditujukan untuk menghilangkan pembakaran tembakau dan sarana alternatif pemberian nikotin tetapi pada prakteknya sering dipakai sebagai alat bantu dalam program berhenti merokok (smoking cessation program) untuk mencegah *withdrawal effect* nikotin dengan cara menurunkan dosis nikotin secara bertahap.¹⁴ Metode NRT lain diperkenalkan tahun 2004 dan berkembang dengan cepat di seluruh dunia adalah *electronic cigarette* (rokok elektronik) atau *e-cigarette* yang berbentuk mirip seperti rokok.¹⁵ Berikut ini akan diuraikan secara singkat mengenai berbagai NRT khususnya mengenai *e-cigarette*.¹⁶

1. *Nicotine Skin Patch*

- Dipakai setiap hari dan diganti setiap 24 jam
- Lekatkan pada area kulit tidak berambut yang berbeda-beda di antara pinggang hingga leher untuk mencegah iritasi kulit
- Contoh produk: Nicoderm CQ (Gambar 3)

2. *Nicotine Gum* (Gambar 4) dan *Lozenges* (Gambar 5).

- Contoh produk *nicotine gum*: Nicorette dan *lozenges*: Commit
- *Nicotine gum* dan *lozenges* dikunyah 1-2 buah setiap jam hingga maksimal 20 buah sehari.
- Kadar nikotin darah meningkat setelah 2 jam.



Gambar 4. *Nicotine gum*

Dikutip dari (16)

3. *Nicotine Inhaler*

- *Nicotine inhaler* berbentuk seperti pada gambar 6.
- *Nicotine cartridges* yang berisi nikotin dimasukkan ke dalam *inhaler* dan diupkan selama 20 menit



Gambar 6. Nicotine Inhaler

Dikutip dari (16)

- Penggunaan *nicotine inhaler* maksimal hingga 16 kali sehari.
- Pemberian nikotin dalam bentuk inhaler memiliki onset cepat. Uap nikotin dihisap ke mulut lalu diabsorpsi di mulut dan paru serta meningkatkan kadar nikotin darah dalam waktu 20 menit.
- Contoh produk: Nicotrol *inhaler*



Gambar 7. Nicotine nasal spray

Dikutip dari (16)

4. Nicotine Nasal Spray (Gambar 7)

- Alat *nasal spray* atau semprot hidung dapat memberikan dosis nikotin lebih cepat dibandingkan alat-alat lain.
- Kadar nikotin meningkat dalam 5-10 menit setelah pemakaian
- Dapat dikombinasi dengan NRT lain yang memiliki onset lebih lambat seperti *patch* atau *gum*.
- Contoh produk: Nicorette NS

ROKOK ELEKTRONIK (*ELECTRONIC CIGARETTE*)

Electronic cigarette (rokok elektronik) atau *e-cigarette* merupakan salah satu NRT yang menggunakan listrik dari tenaga baterai untuk memberikan nikotin dalam bentuk uap dan oleh WHO disebut sebagai *Electronic Nicotine Delivery System* (ENDS).¹⁷ *Electronic cigarette* dirancang untuk memberikan nikotin tanpa pembakaran tembakau dengan tetap memberikan sensasi merokok pada penggunaannya.¹⁸ *Electronic cigarette* diciptakan di Cina lalu dipatenkan tahun 2004 dan dengan cepat menyebar ke seluruh dunia dengan berbagai merek seperti NJOY, EPuffer, blu cigs, green smoke, smoking everywhere, dan lain-lain. Secara umum sebuah *e-cigarette* terdiri dari 3 bagian yaitu: *battery* (bagian yang berisi baterai), *atomizer* (bagian yang akan memanaskan dan menguapkan larutan nikotin) dan *cartridge* (berisi larutan nikotin) seperti terlihat pada gambar 8 di bawah ini.¹⁹



Gambar 8. Struktur e-cigarette

Dikutip dari (19)

Cara penggunaan *e-cigarette* seperti merokok biasa, saat dihisap lampu indikator merah pada ujung *e-cigarette* akan menyala layaknya api pada ujung rokok, lalu hisapan tersebut membuat *chip* dalam *e-cigarette* mengaktifkan baterai yang akan memanaskan larutan nikotin dan menghasilkan uap yang akan dihisap oleh pengguna.^{18,19} Larutan nikotin tersebut memiliki komposisi yang berbeda-beda dan secara umum ada 4 jenis campuran, seperti pada tabel 1.^{19,20}

Tabel 1. Komposisi berbagai larutan nikotin

Senyawa	Campuran 1	Campuran 2	Campuran 3	Campuran 4
Propilen glikol	85%	80%	90%	80%
Nikotin	6%	4%	2%	0,1%
Gliserol	2%	5%	-	5%
Aroma tembakau	-	4%	4,5%	1%
Penambah rasa	2%	-	1%	1%
Asam organik	1%	-	-	2%
Zat anti oksidan	1%	-	-	-
Butil valerat	-	1%	-	-
Isopentil heksanoat	-	1%	-	-
Lauril laurat	-	0,6%	-	-
Benzil benzoat	-	0,4%	-	-
Metil oktinikat	-	0-5%	-	-
Etil heptilat	-	0,2%	-	-
Heksil heksanoat	-	0,3%	-	-
Geranil butirrat	-	2%	-	-
Mentol	-	0,5%	-	-
Asam sitrat	-	0,5%	2,5%	-
Air	-	-	-	2,9%
Alkohol	-	-	-	8%

Electronic cigarette juga pernah digunakan sebagai alat bantu program berhenti merokok dengan cara mengurangi kadar nikotin *e-cigarette* secara bertahap namun praktek tersebut kini sudah tidak dianjurkan oleh *Electronic Cigarette Association* (ECA) dan *Food and Drug Association* (FDA).^{18,19} Meskipun demikian berdasarkan hasil survei di Amerika, mayoritas (65% responden) memilih alasan menggunakan *e-cigarette* adalah untuk berhenti merokok.²¹

Dampak *e-cigarette* pada kesehatan

Pada awal munculnya *e-cigarette*, produk tersebut dikatakan aman bagi kesehatan karena larutan nikotin yang terdapat pada *e-cigarette* hanya terdiri dari campuran air, propilen glikol, zat penambah rasa, aroma tembakau dan senyawa-senyawa lain yang tidak mengandung tar, tembakau atau zat-zat toksik lain yang umum terdapat pada rokok tembakau.^{14,18,19} Penelitian analitis di Amerika menyebutkan bahwa rata-rata perokok mengkonsumsi 14 batang rokok per hari dengan kadar nikotin 1-1,5 mg per batang rokok sehingga asupan nikotin sehari rata-rata 14-21 mg. Sedangkan kadar nikotin pada *e-cigarette* berkisar 0-16 mg per batang jika digunakan sampai habis (300 kali hisap). Rata-rata hisapan *e-cigarette* adalah 62,8 kali sehingga rata-rata asupan nikotin dari *e-cigarette* adalah 3,36 mg per hari yang jauh lebih rendah dari rokok tembakau.²²

Sebuah penelitian mencoba menilai kadar Polisiklik Hidrokarbon Aromatik (PHA) pada *e-*

cigarette.²³ Polisiklik Hidrokarbon Aromatik umum ditemui pada asap rokok tembakau dan kadar yang tinggi sering dikaitkan dengan kejadian kardiovaskular karena menyebabkan apoptosis sel-sel endotel arteri koroner.²⁴ Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kadar PHA pada uap *e-cigarette* sangat rendah dan tidak dapat diukur. Penelitian analitis lain yang didanai produsen *e-cigarette* oleh Laugesen dkk.²⁵ mengatakan bahwa *e-cigarette* lebih aman daripada rokok tembakau karena kadar nikotin yang lebih rendah dan tanpa pembakaran tembakau. Berdasarkan data-data tersebut *e-cigarette* dengan gencar dipasarkan ke seluruh dunia sebagai alternatif rokok tembakau yang seolah lebih aman bagi kesehatan dan tidak melanggar peraturan bebas rokok.

Penelitian lain yang membandingkan berbagai merek *e-cigarette* dengan rokok tembakau menemukan bahwa secara umum *e-cigarette* membutuhkan hisapan yang lebih dalam terutama setelah 10 hisapan. Kadar uap nikotin yang dihasilkan berkurang setelah 10 hisapan, berbeda dengan kadar nikotin rokok tembakau yang tetap stabil.¹⁴ Selain itu dikatakan bahwa kadar nikotin yang diukur setelah merokok lebih rendah pada pengguna *e-cigarette* daripada perokok tembakau sehingga *e-cigarette* dikatakan lebih aman dari rokok tembakau.^{14,26} Penelitian oleh Strasser dkk.²⁷ terhadap perilaku pengguna *e-cigarette* menemukan bahwa akibat dari penurunan kadar nikotin tersebut menyebabkan pengguna *e-cigarette* juga mengkonsumsi rokok tembakau sebagai kompensasi kebutuhan nikotin yang tak terpenuhi sehingga tetap terpajan oleh zat toksik dan karsinogen yang berbahaya dari rokok tembakau. Sebuah penelitian yang dilaksanakan di Itali meneliti penggunaan *e-cigarette* dalam program berhenti merokok pada 40 orang perokok aktif dan mendapatkan bahwa dalam 6 bulan, terjadi penurunan jumlah konsumsi rokok 50% dan bahkan berhenti merokok pada 55% subyek dengan rerata konsumsi rokok perhari menurun 88% dari jumlah awal.²⁸

Maraknya penggunaan *e-cigarette* di masyarakat tanpa tersedianya data obyektif yang cukup membuat FDA di Amerika memprakarsai sebuah penelitian pada

tahun 2009 tentang *e-cigarette*.²⁹ Penelitian tersebut menyatakan bahwa *e-cigarette* mengandung *tobacco specific nitrosamines* (TSNA) yang bersifat toksik dan *diethylene glycol* (DEG) yang dikenal sebagai karsinogen. Hal tersebut membuat FDA mengeluarkan peringatan kepada publik tentang bahaya zat toksik dan karsinogen yang terkandung dalam *e-cigarette* sehingga mengakibatkan pembatasan distribusi dan penjualan *e-cigarette* di Amerika dan beberapa negara lain.

Menganggapi hal itu salah satu produsen *e-cigarette* mendanai sebuah penelitian untuk mengkaji ulang laporan FDA tersebut yang juga melibatkan NRT lain sebagai kontrol. Penelitian tersebut mengatakan bahwa senyawa TSNA yang terdapat pada *e-cigarette* kadarnya sangat rendah. Hal yang menarik adalah TSNA juga dideteksi pada produk NRT lain seperti Nicoderm *skin patch* dan Nicorette *gum*, padahal kedua produk tersebut telah mendapat pengakuan FDA. Sedangkan DEG pada *e-cigarette* tidak terdeteksi pada penelitian ini (lihat gambar 9).³⁰ Berdasarkan hasil penelitian ini, para produsen *e-cigarette* meminta FDA untuk mengkaji ulang produk-produk NRT lain dan mempertimbangkan lagi peringatan FDA tentang *e-cigarette*.



Gambar 9. Sparging apparatus untuk menguji kadar nikotin dan kandungan gas lainnya dari rokok tembakau dan *e-cigarette*
Dikutip dari (29)

Vansickel dkk.³¹ melakukan penelitian mengenai efek akut beberapa merek *e-cigarette* terhadap tubuh manusia dan mengatakan bahwa salah satu merek *e-*

cigarette meningkatkan kadar plasma nikotin secara signifikan dalam 5 menit penggunaannya selain itu juga meningkatkan kadar plasma karbon monoksida dan frekuensi nadi secara signifikan yang dapat mengganggu kesehatan terutama dalam penggunaan jangka panjang. Hasil penelitian tersebut menekankan bahwa tidak semua *e-cigarette* memberikan hasil yang sama dan pengujian terhadap setiap merek *e-cigarette* diperlukan untuk mendapatkan hasil yang obyektif. Sebuah penelitian terbaru tentang efek akut *e-cigarette* pada paru menunjukkan bahwa setelah penggunaan *e-cigarette* lebih dari lima menit, kadar Nitrit Oksida udara ekshalasi menurun secara signifikan dan tahanan jalan napas meningkat signifikan, efek tersebut merupakan respon yang sama seperti pada penggunaan rokok tembakau.³²

Sebagai penutup, *e-cigarette* sepertinya menjanjikan sebagai suatu alternatif pengganti rokok tembakau yang lebih aman namun pada kenyataannya tidaklah demikian. Kadar asupan nikotin yang berkurang membuat pengguna *e-cigarette* masih menggunakan rokok tembakau selain itu *e-cigarette* masih mengandung zat-zat yang tergolong toksik bagi manusia seperti TSNA, DEG dan karbon monoksida. Data-data lebih lanjut tentang dampak *e-cigarette* pada kesehatan masih diperlukan, terutama pada penggunaan jangka panjang. Oleh sebab itu para petugas kesehatan harus mengingatkan bahwa *e-cigarette* hingga saat ini belum terbukti aman sebagai alternatif untuk rokok tembakau dan penggunaannya sebagai strategi untuk mengurangi efek merugikan dari rokok tembakau tidak dianjurkan.

KESIMPULAN

1. *Nicotin Replacement Therapy* (NRT) merupakan salah satu alternatif untuk membantu berhenti merokok.
2. *Electronic cigarette* atau *e-cigarette* adalah suatu *electronic nicotine delivery system* (ENDS) yang awalnya dibuat sebagai NRT.
3. *Electronic cigarette* memiliki kadar nikotin yang

lebih rendah dari rokok tembakau dan tidak memiliki campuran kimia yang berbahaya seperti tar atau zat toksik lain akibat pembakaran tembakau.

4. Hasil penelitian membuktikan bahwa *e-cigarette* mengandung zat-zat berbahaya seperti *tobacco specific nitrosamines* (TSNA), *diethylene glycol* (DEG) dan karbon monoksida.
5. *Electronic cigarette* memiliki efek akut pada paru seperti pada rokok tembakau.
6. Masih perlu data-data penelitian lebih lanjut tentang dampak *e-cigarette* pada kesehatan dalam penggunaan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

1. The MPOWER package. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic. World Health Organization 2008.
2. Center of Disease Control and prevention. State-specific prevalence of current smoking among adult. *Morb Mortal Wkly Rep.*2004;52:1277-330.
3. Sepuluh negara dengan jumlah perokok terbesar di dunia [cited March 13, 2011]. Available from: <http://nusantaranews.wordpress.com/2009/05/31/10-negara-jumlah-perokok-terbesar-di-dunia/>.
4. Laporan hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Nasional. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan. Departemen Kesehatan RI 2007.
5. Aditama TY, Pradono J, Rahman K, Warren CW, Jones NR, Asma S, et al. Global Youth Tobacco Survey (GYTS) Indonesia. World Health Organization 2006.
6. Implementing smoke-free environments. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic. World Health Organization 2009.
7. Susanna D, Hartono B, Fauzan H. Penentuan kadar nikotin dalam asap rokok. *Makara Kesehatan.*2003;7:38-41.
8. Tobacco smoking [cited March 13, 2011]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Tobacco_smoking.
9. Jain R, Mukherjee K. Biological basis of nicotine addiction. *Indian J of Pharmacol.*2003;35:281-9.
10. Balfour D, Benowitz N, Fagerstrom K, Kunze M, Keil U. Diagnosis and treatment of nicotine dependence with emphasis on nicotine replacement therapy. *Eur Heart J.*2000; 21:438-45.
11. List of Additives in cigarette [cited March 15, 2010]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_additives_in_cigarettes.
12. West R, Gilman A, Coste F, Zhou X, Brouard R, Nennemaker J, et al. The ATTEMPT cohort: A multi-national longitudinal study of predictors, patterns and consequences of smoking cessation. *Addiction.*2006;101:1352-61.
13. Moore D, Aveyard P, Connock M, Wang D, Fry-Smith A, Barton P, et al. Effectiveness and safety of nicotine replacement therapy assisted reduction to stop smoking: systematic review and meta-analysis. *Brit Med J.*2009;338:1024-33.
14. Trtchounian A, William M, Talbot P. Conventional and electronic cigarettes (e-cigarettes) have different smoking characteristics. *Nicot Tobac Res.*2010;12:905-12.
15. Yamin CK, Bitton A, Bates DW. E-cigarettes: A Rapidly Growing Internet Phenomenon. *Ann Intern Med.*2010;153:607-9.
16. Nicotine Replacement Therapy [cited March 15, 2010]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Nicotine_replacement_therapy.
17. World Health Organization Study Group on Tobacco Regulation. Report on the Scientific Basis of Tobacco Product Regulation: Third Report of a WHO Study Group. World Health Organization 2009.
18. Cobb NK, Byron MJ, Abrams DB, Shields PG. Novel Nicotine Delivery Systems and Public Health: The Rise of "E-cigarette". *Am J Public Health.*2010;12:2340-2.
19. The facts about Electronic Cigarettes. Electronic Cigarette Association. Washington 2009.
20. Leondiadis L. Results of chemical analyses in solutions of substitution of electronic cigarette

- tobacco. National Center for Scientific Research, Mass Spectrometry, and Dioxin Analysis Lab 2010.
21. Etter JF. Electronic cigarettes: a survey of users. *BMC J Public Health* 2010;10:231.
 22. Bullen C, McRobbie H, Thornley S, Glover M, Lin R, Langesen M. Effect of an electronic nicotine delivery device (e-cigarette) on desire to smoke and withdrawal, user preferences and nicotine delivery: Randomize cross-over trial. *Tobac Cont.*2010;19:98–103.
 23. Stepanov I, Villalta PW, Knezevich A, Jensen J, Hatsukami D, Hecht SS. Analysis of 23 polycyclic aromatic hydrocarbons in smokeless tobacco by gas chromatography - mass spectrometry. *Chem Res Toxicol.*2010;23:66-73.
 24. Tithof PK, Elgayyar M, Cho Y, Guan W, Fisher AB, Peters-Golden M. Polycyclic aromatic hydrocarbons present in cigarette smoke cause endothelial cell apoptosis by a phospholipase A2-dependent mechanism. *J Fed Am Societ Experiment Biol.*2002;16:1463-4.
 25. Laugesen M. Safety report on the Ruyan e-cigarette cartridge and inhaled aerosol. Health New Zealand Ltd 2008.
 26. Eissenberg T. Electronic nicotine delivery devices: Ineffective nicotine delivery and craving suppression after acute administration. *Tobac Cont.*2010;19:87-8.
 27. Strasser AA, Lerman C, Sanborn PM, Pickworth WB, Feldman EA. New lower nicotine cigarettes can produce compensatory smoking and increased carbon monoxide exposure. *Drug Alcohol Depend.*2007;86: 294-300.
 28. Polosa R, Caponetto P, Morjaria JB, Campagna D, Russo C. Effect of an Electronic Nicotine Delivery Device (e-Cigarette) on Smoking Reduction and Cessation: A Prospective 6-month Pilot Study. *BMC Public Health.*2011;11:786-9
 29. Westenberger BJ. Evaluation of e-cigarettes. US Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research, Division of Pharmaceutical Analysis. US Food and Drug Administration 2009.
 30. Lindsay JC. Technical review and analysis of FDA report: "evaluation of e-cigarettes". Exponent Health Sciences, Toxicology and Mechanistic Biology Division 2009.
 31. Vansickel AR, Cobb CO, Weaver MF, Eissenberg TE. A clinical laboratory model for evaluating the acute effects of electronic "cigarettes": nicotine delivery profile and cardiovascular and subjective effects. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*2010;19:1945-53.
 32. Vardavas CI, Anagnostopoulos N, Kougias M, Evangelopoulou V, Connolly GN, Behrakis PK. Acute pulmonary effects of using an e-cigarette: impact on respiratory flow resistance, impedance and exhaled nitric oxide. *Chest.*2011;11:2443-9.