

MEDICINA

Open Access & Peer Reviewed
Multidisciplinary Medical Journal

Free to Access
&
Free to Publish®

Advanced Search

MEDICINA

(<https://www.medicinaudayana.org>)

Open Access & Peer Reviewed
Multidisciplinary Medical Journal

Free to Access
&
Free to Publish®

[Advanced Search \(/index.php/medicina/search/search\)](/index.php/medicina/search/search)

[Home \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index) > Aims and Scope

Medicina is open access, peer-reviewed journal aiming to communicate high-quality research articles, reviews, and general articles in the field of medicine. Medicina publishes articles that encompass all aspects of basic and clinical studies related to the field of medical sciences, as well as medical education. The journal aims to bridge and integrate the intellectual, methodological, and substantive diversity of medical scholars and to encourage a vigorous dialogue between medical scholars and practitioners. The journal welcomes contributions that promote the exchange of ideas and rational discourse between practicing educators and medical researchers all over the world.



(<http://sinta.kemdikbud.go.id/journals/detail?id=3122>)

Submit An Article (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/login>)



(<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/>)

Published by:
(<http://www.discoverysys.ca/>)

For Department of Medicine, Udayana University, Bali, Indonesia

📍 Department of Medicine, Udayana University, Bali, Indonesia

📞 +62 361 222510

MEDICINA

(<https://www.medicinaudayana.org>)

Open Access & Peer Reviewed
Multidisciplinary Medical Journal

Free to Access
&
Free to Publish®

[Advanced Search \(/index.php/medicina/search/search\)](/index.php/medicina/search/search)

[Home \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index) > Editorial Board

Editor In Chief:

Prof. Dr. dr. Ketut Suega, SpPD, K-HOM

Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

Associate Editors:

Prof. Dr. dr. Tjokorda Gde Bagus Mahadewa, Sp.BS (K) Spinal

Departemen Bedah Saraf, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

Prof. Dr.dr. I Gde Raka Widiana, Sp.PD-KGH

Departemen Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Ida Bagus Amertha Putra Manuaba, S.Ked, M.Biomed

Departemen Medical Education, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. I Gede Putu Supadmanaba, S.Ked, M.Sc

Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

Editor:

Matsumoto Kinuyo

Elisa Giovannetti

Amsterdam Gastroenterology Endocrinology Metabolism

Miriam Van Strien

University Medical Center Utrecht

Prof. dr. Sofia Mubarika Haryana, M.Med.Sc, Ph.D

Departemen Histologi dan Biologi Sel, Fakultas Kedokteran Universitas Gajah Mada

Prof. Dr. dr. Starry H. Rampengan, Sp.JP(K), FIHA, FICA, FACC, FAHA, FESC, FAPSIC, MARS

Departemen Jantung dan Pembuluh Darah, Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

Prof. Dr. drh. Wayan Tunas Artama

Departemen Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran Hewan, UGM

Prof. Dr. dr. Ida Parwati, SpPK(K), PhD

Departemen Patologi Klinis, Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran

drh. Safarina G Malik, MS., Ph.D

Eijkman Institute for Molecular Biology

dr. Christopher Ryalino, Sp.An

Departemen Ilmu Anestesiologi dan Reanimasi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. I Putu Yuda Prabawa, S.ked, M.Biomed

Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. I Made Yoga Prabawa, S.Ked

Departemen Rehabilitasi Medik, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Ardyan Sudharta Putra, S.Ked

Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Ayu Harry Sundhariati, S.Ked, M.Med

Departemen Medical Education, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Gede Wirata, S.Ked, M.Biomed

Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Dwijo Anargha Sindhugosa, S.Ked

Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

Dr. dr. IB Subanada, SpA(K)

Departemen Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. Putu Eka Widyadharma, M.Sc., SpS(K)

Departemen Ilmu Penyakit Saraf, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

dr. I Made Winarsa Ruma, S.Ked, PhD

Departemen Ilmu Biokimia. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Denpasar, Indonesia



(<http://sinta.kemdikbud.go.id/journals/detail?id=3122>)

Submit An Article (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/login>)



(<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/>)

MEDICINA

(<https://www.medicinaudayana.org>)

Open Access & Peer Reviewed
Multidisciplinary Medical Journal

Free to Access
&
Free to Publish®

[Advanced Search \(/index.php/medicina/search/search\)](/index.php/medicina/search/search)

[Home \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/index) > [Archives \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/issue/archive\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/issue/archive) > Vol. 55 No. 2 (2024)

Vol. 55 No. 2 (2024)

ORIGINAL ARTICLE

Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba
(<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1013>)

Rivan Virlando Suryadinata, Bambang Wirjatmadi, Merryana Adriani

Online First: Jul 25, 2024 |



[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1013/510\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1013/510)

ORIGINAL ARTICLE**Hubungan antara kejadian sepsis neonatorum terhadap sepsis related anemia di RSUD Wangaya Kota Denpasar (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1312>)**

I Gede Indradika Pratama Putra, I Putu Satrya Indrawangsa, Putu Siska Suryaningsih, I Wayan Bikin Suryawan

Online First: May 24, 2024 |

[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1312/501\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1312/501)

CASE REPORT**Ketoasidosis diabetik dengan komplikasi sindrom koroner akut: Laporan kasus (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1175>)**

Wira Gotera, Ida Bagus Aditya Nugraha

Online First: Jun 25, 2024 |


[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1175/507\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1175/507)

CASE REPORT

Diabetes mellitus tipe 2 dengan Drug Reaction with Eosinophilia and Systemic Symptoms (DRESS) syndrome akibat klindamisin: laporan kasus (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1315>)

Deo Sanjaya, Ihwan Arifianto, Ardan Mulyarajasa Hanifullah

Online First: Jun 5, 2024 |

 Abstract

 pdf (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1315/504>)

CASE REPORT

Epilepsi akibat hemimegalensefali pada bayi berusia tiga bulan: Sebuah laporan kasus (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1317>)

I Gede Indradika Pratama Putra Dika, I Putu Satrya Indrawangsa, Made Ratna Dewi

Online First: Jun 28, 2024 |

 Abstract

 pdf (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1317/508>)

CASE REPORT

Abses otak akibat Streptococcus intermedius pada seorang pria muda: laporan kasus (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1318>)

Dwi Purnama Sari, Ni Nengah Dwi Fatmawati

Online First: May 29, 2024 |



[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1318/502\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1318/502)

CASE REPORT

Meningoensefalitis yang disebabkan oleh Streptococcus pneumoniae: Laporan kasus (https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1319)

James Setyadi Handono, Ni Nengah Dwi Fatmawati

Online First: Jun 6, 2024 |

[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1319/505\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1319/505)

CASE REPORT

Gangguan halusinosis organik pada pasien spinal cord injury: laporan kasus (https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1322)

Ida Ayu Kartika Widiadnyani, Ida Aju Kusuma Wardani, Lely Setyawati Kurniawan

Online First: Jun 25, 2024 |

[Abstract](#)[pdf \(https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1322/506\)](https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1322/506)

CASE REPORT

Sindrom overlap dermatomiositis juvenil dan lupus eritematosus sistemik: laporan kasus (https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/ 

[article/view/1325](#))

Ketut Dewi Kumara Wati, Putu Yuniadi Antari

Online First: Jul 25, 2024 |

 Abstract

 pdf (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/article/view/1325/509>)



(<http://sinta.kemdikbud.go.id/journals/detail?id=3122>)

Submit An Article (<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/login>)



(<https://www.medicinaudayana.org/index.php/medicina/>)



Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba

by Rivan Virlando Suryadinata

Submission date: 26-Jul-2024 08:41AM (UTC+0700)

Submission ID: 2422517720

File name: Pengaruh_rokok_elektrik_terhadap_antioksidan.pdf (315.93K)

Word count: 2569

Character count: 15917

Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journals.innovareacademics.in Internet Source	2%
2	ejournal.almaata.ac.id Internet Source	1%
3	digilib.unisayogya.ac.id Internet Source	1%
4	eprints.uny.ac.id Internet Source	1%
5	journal.unnes.ac.id Internet Source	1%
6	repository.unej.ac.id Internet Source	1%
7	agris.fao.org Internet Source	1%
8	id.scribd.com Internet Source	1%
9	journal.uinjkt.ac.id Internet Source	1%

10	ojs.unud.ac.id Internet Source	1 %
11	jurnal.fk.unand.ac.id Internet Source	1 %
12	jurnal.iik.ac.id Internet Source	1 %
13	www.frontiersin.org Internet Source	1 %
14	www.scribd.com Internet Source	1 %
15	jurnal.stikeswilliambooth.ac.id Internet Source	1 %
16	journal.uwks.ac.id Internet Source	1 %
17	repository.helvetia.ac.id Internet Source	1 %
18	repository.umsu.ac.id Internet Source	1 %
19	repository.urecol.org Internet Source	1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On



MEDICINA

Published By
Medicina, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana



CrossMark

Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba

Rivan Virlando Suryadinata^{1*}, Bambang Wirjatmadi², Merryana Adriani²

ABSTRACT

Background: E-cigarettes users in Indonesia is increasing every year. Most e-cigarette users come from teenagers. Many people think that the use of e-cigarettes is safer than tobacco cigarettes. Exposure to electric cigarette smoke that enters the airways will increase free radicals so that they can affect antioxidants in the body.

Methods: this study aims to examine the changes in antioxidant superoxide dismutase and glutathione peroxidase in blood of male Wistar strain rats. This study uses an experimental method with a post test group design. Experimental animals will be divided into two groups: the control group and the treatment group. The treatment group will be given 2 minutes of exposure to electronic cigarette smoke for 28 days.

Results: The results showed a decrease in the antioxidant superoxide dismutase and glutathione peroxidase in the blood in the treatment group compared with the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Exposure to electric cigarette smoke that enters the airways can cause a decrease in antioxidants in the blood so that it can potentially trigger cell damage.

Keywords: E-Cigarette; Superoksida Dismutase; Glutathione Peroxidase.

Cite This Article: Suryadinata, R.V., Wirjatmadi, B., Adriani, M. 2024. Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba. *Medicina* 55(2): 113-116. DOI: 10.15562/medicina.v55i2.1013

ABSTRAK

Latar Belakang: Penggunaan rokok elektrik di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Sebagian besar pengguna rokok elektrik berasal dari kalangan remaja. Banyak masyarakat yang beranggapan bahwa penggunaan rokok elektrik lebih aman dibandingkan dengan rokok tembakau. Paparan asap rokok elektrik yang masuk ke dalam saluran napas akan meningkatkan radikal bebas sehingga dapat mempengaruhi antioksidan dalam tubuh.

Metode: penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada perubahan antioksidan Superoksida Dismutase dan glutathione peroksidase dalam darah pada tikus galur wistar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan post test group design. Hewan coba akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pada kelompok perlakuan akan diberikan paparan asap rokok elektrik 2 menit setiap harinya selama 28 hari.

Hasil: penelitian memperlihatkan adanya penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase dalam darah pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol ($p < 0,05$).

Kesimpulan: Paparan asap rokok elektrik yang masuk ke dalam saluran napas dapat menyebabkan penurunan antioksidan dalam darah sehingga berpotensi memicu terjadinya kerusakan sel.

Kata kunci: Rokok Elektrik; Superoksida Dismutase; Glutathione Peroxidase.

Sitasi Artikel ini: Suryadinata, R.V., Wirjatmadi, B., Adriani, M. 2024. Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba. *Medicina* 55(2): 113-116. DOI: 10.15562/medicina.v55i2.1013

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya (Ubaya), Surabaya;

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga (Unair), Surabaya.

*Korespondensi:

Rivan Virlando Suryadinata;
Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya (Ubaya), Surabaya;
rivan.virlando.suryadinata@gmail.com

Diterima: 02-01-2024

Disetujui: 06-04-2024

Diterbitkan: 25-07-2024

PENDAHULUAN

Rokok elektrik merupakan perangkat elektronik yang cara penggunaannya melalui proses pemanasan solution (*E-liquid*) pada suhu di atas 350°C sehingga menghasilkan aerosol yang dapat dihirup oleh penggunanya.¹ Pada

awalnya, rokok elektrik diproduksi dan dipasarkan sebagai salah satu alternatif pengganti nikotin pada rokok tembakau yang memiliki lebih sedikit bahaya dan berfungsi untuk membantu menghentikan kebiasaan merokok.² Hal tersebut menyebabkan peningkatan prevalensi pengguna rokok elektrik di

kalangan perokok. Pengembangan pada desain produk rokok elektrik dan berbagai pilihan rasa mengakibatkan produk rokok elektrik semakin digemari oleh para penggunanya.³ Selain itu, sebagian besar masyarakat juga memiliki persepsi bahwa rokok elektrik lebih aman dibandingkan dengan rokok tembakau. Berbagai hal

positif yang disampaikan terkait produk rokok elektrik memberikan dampak peningkatan popularitas terutama pada kalangan remaja, bahkan mereka yang tidak pernah menggunakan rokok tembakau akan secara tidak langsung ikut mencoba menggunakan produk rokok elektrik.⁴ Namun, berbagai penelitian telah memperlihatkan efek negatif pada kesehatan akibat penggunaan produk rokok elektrik tersebut.⁵⁻⁶

Penggunaan rokok elektrik telah mengalami peningkatan yang signifikan. Diperkirakan 48,5 juta orang di Eropa telah mencoba rokok elektrik setidaknya sekali dan 7,5 juta orang di Eropa telah menjadi pengguna rokok elektrik. Prevalensi penggunaan rokok elektrik juga mengalami peningkatan dari 7,2% menjadi 15% yang didominasi oleh kelompok usia remaja dan dewasa muda.⁷ Pengguna rokok elektrik didominasi oleh pengguna ganda yaitu orang yang secara bersamaan menggunakan rokok tembakau dan rokok elektrik.⁸ Di Indonesia, penggunaan rokok elektrik juga memperlihatkan peningkatan setiap tahunnya.⁹ Rokok elektrik mengandung berbagai macam bahan kimia berbahaya. Konsentrasi radikal bebas diperkirakan mencapai lebih dari 10^{16} lekul pada setiap hisapnya termasuk *Reactive Oxygen Spesies (ROS)* dan *Reactive Nitrogen Spesies (RNS)*.¹⁰ Radikal bebas yang masuk ke dalam saluran pernapasan akan secara langsung dilakukan netralisir oleh antioksidan enzimatik yaitu superoksida dismutase dan glutathione peroksidase. Namun, paparan radikal bebas yang berlebihan dan terus menerus akan mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dengan antioksidan yang ada di dalam tubuh sehingga akan memicu terjadinya stres oksidatif.¹¹ Reaksi tersebut akan menyebabkan kerusakan sel dan merangsang pengeluaran berbagai sitokin pro inflamasi yang dapat menimbulkan reaksi peradangan terutama pada saluran napas.¹² Selain itu, proses pada sistem pembakaran rokok elektrik dilakukan melalui perantara pemanasan logam dengan menggunakan timah, krom, nikel dan mangan yang partikelnya dapat terhirup masuk ke dalam saluran napas sehingga memperberat dampak negatif bagi kesehatan.¹³ Bahan nikel merupakan

bahan utama logam berat untuk produk rokok elektrik yang memiliki efek negatif paling besar dibanding logam lainnya.¹⁴

Peranan penting antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase dalam menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam saluran napas dapat dijadikan parameter seberapa besar kerusakan sel dan proses inflamasi yang akan ditimbulkan oleh paparan asap rokok elektrik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase dalam darah akibat paparan asap rokok elektrik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berupa penelitian eksperimental dengan menggunakan post test control group design. Pada penelitian ini menggunakan tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*) yang diberikan paparan asap rokok elektrik dengan kandungan nikotin 6 mg. Paparan asap rokok dilakukan selama 2 menit per hari selama 28 hari. Penelitian dibagi menjadi 2 kelompok dengan perlakuan yang berbeda-beda meliputi kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif. Setelah dilakukan pemberian paparan asap rokok elektrik akan dilakukan penilaian antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase melalui pengambilan sampel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar antioksidan dalam darah akibat paparan asap rokok elektrik.

Hewan coba

Penelitian ini menggunakan hewan coba tikus jantan wistar. Beberapa persyaratan diberikan untuk membuat penelitian menjadi homogen yaitu memiliki usia 2-3 bulan dengan bobot 150-200 gram, tidak ditemukan kelainan secara makroskopis dan belum pernah menjadi obyek penelitian.

Prosedur pengukuran antioksidan dalam darah

Proses anestesi dan euthanasia pada hewan coba dilakukan setelah tahap pemberian intervensi dinyatakan selesai. Selanjutnya sampel serum darah pada hewan coba tikus Wistar didapatkan melalui *intracardiac*

puncture. Kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase diukur dengan menggunakan metode ELISA. Pengambilan dan pengukuran sampel darah dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga.

Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini, kelompok hewan coba dibagi menjadi 2 kelompok. Setiap kelompoknya mendapat perilaku yang berbeda-beda. Kelompok pertama adalah kelompok kontrol negatif yang tidak diberikan paparan asap rokok elektrik selama 4 minggu. Sedangkan kelompok kedua adalah kelompok kontrol positif rokok yang mendapat paparan asap rokok elektrik selama 4 minggu.

Statistika

Data yang telah terkumpul dilakukan pengujian statistik berupa uji *T-Test* dengan menggunakan program SPSS versi 22.0 untuk melihat adanya perbedaan kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase di darah pada kedua kelompok.

HASIL

Kadar aktivitas superoksida dismutase akibat paparan asap rokok elektrik

Hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan rerata kadar superoksida dismutase pada tiap-tiap hewan coba yang disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis *T-test* terhadap kadar aktivitas superoksida dismutase menunjukkan nilai *p value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif.

Kadar aktivitas glutathione peroksidase akibat paparan asap rokok elektrik

Hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan rerata kadar glutathione peroksidase pada tiap-tiap hewan coba yang disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis *T-test* terhadap kadar aktivitas glutathione peroksidase menunjukkan nilai *p value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan

Tabel 1. Nilai rerata kadar aktivitas superoksida dismutase tiap kelompok

	Kelompok	Rerata±SD	P Value
I	Kelompok kontrol negatif (tanpa paparan asap rokok elektrik)	5,483±0,36	0,000
II	Kelompok kontrol positif (paparan asap rokok elektrik)	2,302±0,20	

Tabel 2. Nilai rerata kadar aktivitas glutathion peroksidase tiap kelompok

	Kelompok	Rerata±SD	P Value
I	Kelompok kontrol negatif (tanpa paparan asap rokok elektrik)	329,43±16,65	0,000
II	Kelompok kontrol positif (paparan asap rokok elektrik)	246,14±13,88	

antara kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif.

PEMBAHASAN

Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas akan mengakibatkan peningkatan radikal bebas.¹⁵ Jenis radikal bebas yang paling reaktif adalah jenis *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) yaitu radikal superoksida. Radikal ini secara fisiologis dapat dinetralisir oleh antioksidan superoksida dismutase menjadi hydrogen peroksida (H_2O_2).¹⁶ Senyawa ini bukanlah radikal bebas yang reaktif, namun hydrogen peroksida merupakan senyawa yang labil. Apabila hydrogen peroksida (H_2O_2) bereaksi kembali dengan radikal superoksida, maka akan menghasilkan radikal hidroksil. Oleh karena itu, senyawa hydrogen peroksida (H_2O_2) akan dinetralisir kembali oleh antioksidan glutathion peroksidase menjadi oksigen (O_2) dan air (H_2O).¹⁷

Peningkatan radikal bebas yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase. Hal tersebut akan mengakibatkan kerusakan sel melalui proses nekrosis. Sel tubuh yang mengalami nekrosis akan menjadi sel debris yang merangsang pergerakan dan fagositosis dari makrofag yang berperan sebagai salah satu sistem imun tubuh.¹⁸ Sel debris yang difagositosis oleh makrofag akan mem¹⁴ sekresi sitokin pro-inflamasi seperti interleukin-1, interleukin-6, interleukin-8 dan *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α). Reaksi inflamasi yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan berbagai macam permasalahan kesehatan.¹⁹ Pada saluran napas akan terjadi hiperplasia dari sel goblet, sedangkan di jaringan akan menimbulkan berbagai penyakit kronis seperti penyakit paru obstruksi kronis (PPOK), jantung, stroke dan kanker.²⁰

² Pemberian asupan antioksidan dari luar tubuh mungkin dapat dipertimbangkan dalam membantu antioksidan dalam tubuh untuk menetralkan radikal bebas dari asap rokok elektrik. Namun, paparan radikal bebas yang masuk kedalam saluran napas dan diberikan secara terus menerus akan tetap menimbulkan kerusakan sel di dalam tubuh.²¹ Penelitian ini memperlihatkan dampak negatif kesehatan dari penggunaan asap rokok elektrik melalui penurunan kadar aktivitas antioksidan. Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas secara langsung dapat mempengaruhi antioksidan dalam tubuh. Beberapa penelitian paparan asap rokok pada hewan coba juga memperlihatkan dampak negatif dari kesehatan.²² Kerusakan sel dan reaksi inflamasi akibat paparan asap rokok belum dapat menunjukkan gejala klinis secara nyata, namun dapat memberikan gambaran bahaya kesehatan yang akan ditimbulkan apabila diberikan secara terus menerus.

SIMPULAN

Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas dapat menyebabkan penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase dalam darah sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan sel dan reaksi inflamasi dalam tubuh.

¹⁰ UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh staf yang telah membantu peneliti dalam pengerjaan awal hingga akhir penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brożek GM, Jankowski M, Lawson JA, Shpakou A, Poznański M, Zielonka TM, et al. The Prevalence of Cigarette and E-cigarette Smoking Among Students in Central and Eastern

- Europe—Results of the YUPES Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(13):2297.
2. Patel D, Davis KC, Cox S, Bradfield B, King BA, Shafer P, et al. Reasons for current E-cigarette use among U.S. adults. *Prev Med (Baltim)*. 2016;93:14–20.
3. Farsalinos KE, Romagna G, Tsiapras D, Kyrzopoulos S, Spyrou A, Voudris V. Impact of flavour variability on electronic cigarette use experience: an internet survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(12):7272–82.
4. Jaber RM, Mirbolouk M, DeFilippis AP, Maziak W, Keith R, Payne T, et al. Electronic Cigarette Use Prevalence, Associated Factors, and Pattern by Cigarette Smoking Status in the United States From NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) 2013–2014. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(14).
5. Suryadinata, Rivan Virlando, Wirjatmadi B. The Role of Selenium Micronutrients as Antioxidants in Exposure to E-Cigarette Smoke. *Asian J Pharm Clin Res*. 2019;12(8):265–8.
6. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M, Sumarmi S. The Effects of Exposure Duration to Electronic Cigarette Smoke on Differences in Superoxide Dismutase and Malondialdehyde in Blood of Wistar Rats. *Int J Curr Pharm Res*. 2019;11(3):13–6.
7. Carroll Chapman SL, Wu L-T. E-cigarette prevalence and correlates of use among adolescents versus adults: A review and comparison. *J Psychiatr Res*. 2014;54:43–54.
8. Brożek G, Jankowski M, Zejda J, Jarosińska A, Idzik A, Bańka P. E-smoking among students of medicine — frequency, pattern and motivations. *Adv Respir Med*. 2017;85(1):8–14.
9. Damayanti A. Electronic Cigarette using in Surabaya's Personal Vaporizer Community. *J Berk Epidemiol*. 2017;4(2):250.
10. Goel R, Durand E, Trushin N, Prokopczyk B, Foulds J, Elias RJ, et al. Highly Reactive Free Radicals in Electronic Cigarette Aerosols. *Chem Res Toxicol*. 2015;28(9):1675–7.
11. Pratiwi SR, Lorensia A, Suryadinata RV. Vitamin C and E Intake with SQ-FFQ towards Smokers' and Non-Smokers' Lung Function. *Media Kesehat Masy Indones*. 2018;14(2):101.
12. Virlando Suryadinata R. Effect of Free Radicals on Inflammatory Process in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *Amerta Nutr*. 2018;2(4):317–24.
13. Olmedo P, Goessler W, Tanda S, Grau-Perez M, Jarmul S, Aherrera A, et al. Metal Concentrations in e-Cigarette Liquid and Aerosol Samples: The Contribution of Metallic Coils. *Environ Health Perspect*. 2018;126(2):027010.

14. Palazzolo DL, Crow AP, Nelson JM, Johnson RA. Trace Metals Derived from Electronic Cigarette (ECIG) Generated Aerosol: Potential Problem of ECIG Devices That Contain Nickel. *Front Physiol.* 2017;7.
15. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M. Efektivitas Penurunan Malondialdehyde dengan Kombinasi Suplemen Antioksidan Superoxide Dismutase Melon dan Gliadin Akibat Paparan Rokok. *Glob Med Helath Commun.* 2017;5(2):79–83.
16. Phaniendra A, Jestadi DB, Periyasamy L. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian J Clin Biochem.* 2015;30(1):11–26.
17. Kanti Das T, Wati MR, Fatima-Shad K. Oxidative Stress Gated by Fenton and Haber Weiss Reactions and Its Association With Alzheimer's Disease. *Arch Neurosci.* 2014;2(3).
18. Linehan E, Fitzgerald D. Ageing and the immune system: focus on macrophages. *Eur J Microbiol Immunol.* 2015;5(1):14–24.
19. Zhang J-M, An J. Cytokines, Inflammation, and Pain. *Int Anesthesiol Clin.* 2007;45(2):27–37.
20. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M. Pengaruh Perubahan Hiperplasia Sel Goblet Selama 28 Hari Paparan Asap Rokok Dengan Pemberian Antioksidan Superoxide Dismutase. *Indones J Public Heal.* 2017;11(1):60.
21. Indraswari PII, Lorensia A, Suryadinata RV. Analysis Effect of Nutrition Intake on Lung Function of Active Smoker and Non Smoker. *J Kesehat Masy.* 2018;14(2):247–53.
22. Wirjatmadi B, Suryadinata RV. The Alteration on Malondialdehyde Content on Wistar Rat's Blood and Lungs Tissue to Ward the Exposure of Electric Cigarette Smoke. *Indian Journal of Public Health Research & Development.* 2020;11(3):1881-1887.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution



MEDICINA

Published By

Medicina, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana



Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba

Rivan Virlando Suryadinata^{1*}, Bambang Wirjatmadi², Merryana Adriani²

ABSTRACT

Background: E-cigarettes users in Indonesia is increasing every year. Most e-cigarette users come from teenagers. Many people think that the use of e-cigarettes is safer than tobacco cigarettes. Exposure to electric cigarette smoke that enters the airways will increase free radicals so that they can affect antioxidants in the body.

Methods: this study aims to determine the changes in antioxidant superoxide dismutase and glutathione peroxidase in blood in male Wistar strain rats. This study uses an experimental method with a post test group design. Experimental animals will be divided into two groups: the control group and the treatment group. The treatment group will be given 2 minutes of exposure to electronic cigarette smoke for 28 days.

Results: The results showed a decrease in the antioxidant superoxide dismutase and glutathione peroxidase in the blood in the treatment group compared with the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Exposure to electric cigarette smoke that enters the airways can cause a decrease in antioxidants in the blood so that it can potentially trigger cell damage.

Keywords: E-Cigarette; Superoksida Dismutase; Glutathione Peroxidase.

Cite This Article: Suryadinata, R.V., Wirjatmadi, B., Adriani, M. 2024. Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba. *Medicina* 55(2): 113-116. DOI: 10.15562/medicina.v55i2.1013

ABSTRAK

Latar Belakang: Penggunaan rokok elektrik di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Sebagian besar pengguna rokok elektrik berasal dari kalangan remaja. Banyak masyarakat yang beranggapan bahwa penggunaan rokok elektrik lebih aman dibandingkan dengan rokok tembakau. Paparan asap rokok elektrik yang masuk ke dalam saluran napas akan meningkatkan radikal bebas sehingga dapat mempengaruhi antioksidan dalam tubuh.

Metode: penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan antioksidan Superoksida Dismutase dan glutathione peroksidase dalam darah pada tikus jantan galur wistar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan post test group design. Hewan coba akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pada kelompok perlakuan akan diberikan paparan asap rokok elektrik 2 menit setiap harinya selama 28 hari.

Hasil: Hasil penelitian memperlihatkan adanya penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutathione peroksidase dalam darah pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol ($p < 0,05$).

Kesimpulan: Paparan asap rokok elektrik yang masuk ke dalam saluran napas dapat menyebabkan penurunan antioksidan dalam darah sehingga berpotensi memicu terjadinya kerusakan sel.

Kata kunci: Rokok Elektrik; Superoksida Dismutase; Glutathione Peroxidase.

Sitasi Artikel ini: Suryadinata, R.V., Wirjatmadi, B., Adriani, M. 2024. Pengaruh rokok elektrik terhadap antioksidan dalam darah pada hewan coba. *Medicina* 55(2): 113-116. DOI: 10.15562/medicina.v55i2.1013

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya (Ubaya), Surabaya;

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga (Unair), Surabaya.

*Korespondensi:

Rivan Virlando Suryadinata;
Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya (Ubaya), Surabaya;
rivan.virlando.suryadinata@gmail.com

Diterima: 02-01-2024

Disetujui: 06-04-2024

Diterbitkan: 25-07-2024

PENDAHULUAN

Rokok elektrik merupakan perangkat elektronik yang cara penggunaannya melalui proses pemanasan solution (*E-liquid*) pada suhu diatas 350°C sehingga menghasilkan aerosol yang dapat dihirup oleh penggunanya.¹ Pada

awalnya, rokok elektrik diproduksi dan dipasarkan sebagai salah satu alternatif pengganti nikotin pada rokok tembakau yang memiliki lebih sedikit bahaya dan berfungsi untuk membantu menghentikan kebiasaan merokok.² Hal tersebut menyebabkan peningkatan prevalensi pengguna rokok elektrik di

kalangan perokok. Pengembangan pada desain produk rokok elektrik dan berbagai pilihan rasa mengakibatkan produk rokok elektrik semakin digemari oleh para penggunanya.³ Selain itu, sebagian besar masyarakat juga memiliki persepsi bahwa rokok elektrik lebih aman dibandingkan dengan rokok tembakau. Berbagai hal

positif yang disampaikan terkait produk rokok elektrik memberikan dampak peningkatan popularitas terutama pada kalangan remaja, bahkan mereka yang tidak pernah menggunakan rokok tembakau akan secara tidak langsung ikut mencoba menggunakan produk rokok elektrik.⁴ Namun, berbagai penelitian telah memperlihatkan efek negatif pada kesehatan akibat penggunaan produk rokok elektrik tersebut.⁵⁻⁶

Penggunaan rokok elektrik telah mengalami peningkatan yang signifikan. Diperkirakan 48,5 juta orang di eropa telah mencoba rokok elektrik setidaknya sekali dan 7,5 juta orang di eropa telah menjadi pengguna rokok elektrik. Prevalensi penggunaan rokok elektrik juga mengalami peningkatan dari 7,2% menjadi 15% yang didominasi oleh kelompok usia remaja dan dewasa muda.⁷ Pengguna rokok elektrik didominasi oleh pengguna ganda yaitu orang yang secara bersamaan menggunakan rokok tembakau dan rokok elektrik.⁸ Di Indonesia, penggunaan rokok elektrik juga memperlihatkan peningkatan setiap tahunnya.⁹ Rokok elektrik mengandung berbagai macam bahan kimia berbahaya. Konsentrasi radikal bebas diperkirakan mencapai lebih dari 10^{16} molekul pada setiap hisapnya termasuk *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Spesies* (RNS).¹⁰ Radikal bebas yang masuk ke dalam saluran pernapasan akan secara langsung dilakukan netralisir oleh antioksidan enzimatik yaitu superoksida dismutase dan glutathion peroksidase. Namun, paparan radikal bebas yang berlebihan dan terus menerus akan mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dengan antioksidan yang ada di dalam tubuh sehingga akan memicu terjadinya stres oksidatif.¹¹ Reaksi tersebut akan menyebabkan kerusakan sel dan merangsang pengeluaran berbagai sitokin pro inflamasi yang dapat menimbulkan reaksi peradangan terutama pada saluran napas.¹² Selain itu, proses pada sistem pembakaran rokok elektrik dilakukan melalui perantara pemanasan logam dengan menggunakan timah, krom, nikel dan mangan yang partikelnya dapat terhirup masuk kedalam saluran napas sehingga memperberat dampak negatif bagi kesehatan.¹³ Bahan nikel merupakan

bahan utama logam berat untuk produk rokok elektrik yang memiliki efek negatif paling besar dibanding logam lainnya.¹⁴

Peranan penting antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase dalam menetralsir radikal bebas yang masuk ke dalam saluran napas dapat dijadikan parameter seberapa besar kerusakan sel dan proses inflamasi yang akan ditimbulkan oleh paparan asap rokok elektrik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase dalam darah akibat paparan asap rokok elektrik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berupa penelitian eksperimental dengan menggunakan post test control group design. Pada penelitian ini menggunakan tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*) yang diberikan paparan asap rokok elektrik dengan kandungan nikotin 6 mg. Paparan asap rokok dilakukan selama 2 menit per hari selama 28 hari. Penelitian dibagi menjadi 2 kelompok dengan perlakuan yang berbeda-beda meliputi kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif. Setelah dilakukan pemberian paparan asap rokok elektrik akan dilakukan penilaian antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase melalui pengambilan sampel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar antioksidan dalam darah akibat paparan asap rokok elektrik.

Hewan coba

Penelitian ini menggunakan hewan coba tikus jantan wistar. Beberapa persyaratan diberikan untuk membuat penelitian menjadi homogen yaitu memiliki usia 2–3 bulan dengan bobot 150–200 gram, tidak ditemukan kelainan secara makroskopis dan belum pernah menjadi obyek penelitian.

Prosedur pengukuran antioksidan dalam darah

Proses anestesi dan euthanasia pada hewan coba dilakukan setelah tahap pemberian intervensi dinyatakan selesai. Selanjutnya sampel serum darah pada hewan coba tikus Wistar didapatkan melalui *intracardiac*

puncture. Kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase diukur dengan menggunakan metode ELISA. Pengambilan dan pengukuran sampel darah dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga.

Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini, kelompok hewan coba dibagi menjadi 2 kelompok. Setiap kelompoknya mendapat perilaku yang berbeda-beda. Kelompok pertama adalah kelompok kontrol negatif yang tidak diberikan paparan asap rokok elektrik selama 4 minggu. Sedangkan kelompok kedua adalah kelompok kontrol positif rokok yang mendapat paparan asap rokok elektrik selama 4 minggu

Statistika

Data yang telah terkumpul dilakukan pengujian statistik berupa uji *T-Test* dengan menggunakan program SPSS versi 22.0 untuk melihat adanya perbedaan kadar aktivitas antioksidan superoksida dismutase dan glutathion peroksidase di darah pada kedua kelompok.

HASIL

Kadar aktivitas superoksida dismutase akibat paparan asap rokok elektrik

Hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan rerata kadar superoksida dismutase pada tiap-tiap hewan coba yang disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis T-test terhadap kadar aktivitas superoksida dismutase menunjukkan nilai *p value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif.

Kadar aktivitas glutathion peroksidase akibat paparan asap rokok elektrik

Hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan rerata kadar glutathion peroksidase pada tiap-tiap hewan coba yang disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis T-test terhadap kadar aktivitas glutathion peroksidase menunjukkan nilai *p value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan

Tabel 1. Nilai rerata kadar aktivitas superoksida dismutase tiap kelompok

	Kelompok	Rerata±SD	P Value
I	Kelompok kontrol negatif (tanpa paparan asap rokok elektrik)	5,483±0,36	0,000
II	Kelompok kontrol positif (paparan asap rokok elektrik)	2,302±0,20	

Tabel 2. Nilai rerata kadar aktivitas glutatation peroksidase tiap kelompok

	Kelompok	Rerata±SD	P Value
I	Kelompok kontrol negatif (tanpa paparan asap rokok elektrik)	329,43±16,65	0,000
II	Kelompok kontrol positif (paparan asap rokok elektrik)	246,14±13,88	

antara kelompok kontrol negatif dan kelompok kontrol positif.

PEMBAHASAN

Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas akan mengakibatkan peningkatan radikal bebas.¹⁵ Jenis radikal bebas yang paling reaktif adalah jenis *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) yaitu radikal superoksida. Radikal ini secara fisiologis dapat dinetralkan oleh antioksidan superoksida dismutase menjadi hydrogen peroksida (H_2O_2).¹⁶ Senyawa ini bukanlah radikal bebas yang reaktif, namun hydrogen peroksida merupakan senyawa yang labil. Apabila hydrogen peroksida (H_2O_2) bereaksi kembali dengan radikal superoksida, maka akan menghasilkan radikal hidroksil. Oleh karena itu, senyawa hydrogen peroksida (H_2O_2) akan dinetralkan kembali oleh antioksidan glutatation peroksidase menjadi oksigen (O_2) dan air (H_2O).¹⁷

Peningkatan radikal bebas yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutatation peroksidase. Hal tersebut akan mengakibatkan kerusakan sel melalui proses nekrosis. Sel tubuh yang mengalami nekrosis akan menjadi sel debris yang merangsang pergerakan dan fagositosis dari makrofag yang berperan sebagai salah satu sistem imun tubuh.¹⁸ Sel debris yang difagositosis oleh makrofag akan memicu sekresi sitokin pro-inflamasi seperti interleukin-1, interleukin-6, interleukin-8 dan *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α). Reaksi inflamasi yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan berbagai macam permasalahan kesehatan.¹⁹ Pada saluran napas akan terjadi hiperplasia dari sel goblet, sedangkan di jaringan akan menimbulkan berbagai penyakit kronis seperti penyakit paru obstruksi kronis (PPOK), jantung, stroke dan kanker.²⁰

Pemberian asupan antioksidan dari luar tubuh mungkin dapat dipertimbangkan dalam membantu antioksidan dalam tubuh untuk menetralkan radikal bebas dari asap rokok elektrik. Namun, paparan radikal bebas yang masuk kedalam saluran napas dan diberikan secara terus menerus akan tetap menimbulkan kerusakan sel di dalam tubuh.²¹ Penelitian ini memperlihatkan dampak negatif kesehatan dari penggunaan asap rokok elektrik melalui penurunan kadar aktivitas antioksidan. Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas secara langsung dapat mempengaruhi antioksidan dalam tubuh. Beberapa penelitian paparan asap rokok pada hewan coba juga memperlihatkan dampak negatif dari kesehatan.²² Kerusakan sel dan reaksi inflamasi akibat paparan asap rokok belum dapat menunjukkan gejala klinis secara nyata, namun dapat memberikan gambaran bahaya kesehatan yang akan ditimbulkan apabila diberikan secara terus menerus.

SIMPULAN

Paparan asap rokok elektrik yang masuk kedalam saluran napas dapat menyebabkan penurunan antioksidan superoksida dismutase dan glutatation peroksidase dalam darah sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan sel dan reaksi inflamasi dalam tubuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh staf yang telah membantu peneliti dalam pengerjaan awal hingga akhir penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brożek GM, Jankowski M, Lawson JA, Shpakou A, Poznański M, Zielonka TM, et al. The Prevalence of Cigarette and E-cigarette Smoking Among Students in Central and Eastern

- Europe—Results of the YUPES Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(13):2297.
2. Patel D, Davis KC, Cox S, Bradfield B, King BA, Shafer P, et al. Reasons for current E -cigarette use among U.S. adults. *Prev Med (Baltim)*. 2016;93:14–20.
3. Farsalinos KE, Romagna G, Tsiapras D, Kyrzopoulos S, Spyrou A, Voudris V. Impact of flavour variability on electronic cigarette use experience: an internet survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(12):7272–82.
4. Jaber RM, Mirbolouk M, DeFilippis AP, Maziak W, Keith R, Payne T, et al. Electronic Cigarette Use Prevalence, Associated Factors, and Pattern by Cigarette Smoking Status in the United States From NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) 2013–2014. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(14).
5. Suryadinata, Rivian Virlando, Wirjatmadi B. The Role of Selenium Micronutrients as Antioxidants in Exposure to E-Cigarette Smoke. *Asian J Pharm Clin Res*. 2019;12(8):265–8.
6. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M, Sumarmi S. The Effects of Exposure Duration to Electronic Cigarette Smoke on Differences in Superoxide Dismutase and Malondialdehyde in Blood of Wistar Rats. *Int J Curr Pharm Res*. 2019;11(3):13–6.
7. Carroll Chapman SL, Wu L-T. E-cigarette prevalence and correlates of use among adolescents versus adults: A review and comparison. *J Psychiatr Res*. 2014;54:43–54.
8. Brożek G, Jankowski M, Zejda J, Jarošinska A, Idzik A, Bańka P. E-smoking among students of medicine — frequency, pattern and motivations. *Adv Respir Med*. 2017;85(1):8–14.
9. Damayanti A. Electronic Cigarette using in Surabaya's Personal Vaporizer Community. *J Berk Epidemiol*. 2017;4(2):250.
10. Goel R, Durand E, Trushin N, Prokopczyk B, Foulds J, Elias RJ, et al. Highly Reactive Free Radicals in Electronic Cigarette Aerosols. *Chem Res Toxicol*. 2015;28(9):1675–7.
11. Pratiwi SR, Lorensia A, Suryadinata RV. Vitamin C and E Intake with SQ-FFQ towards Smokers' and Non-Smokers' Lung Function. *Media Kesehat Masy Indones*. 2018;14(2):101.
12. Virlando Suryadinata R. Effect of Free Radicals on Inflammatory Process in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *Amerta Nutr*. 2018;2(4):317–24.
13. Olmedo P, Goessler W, Tanda S, Grau-Perez M, Jarmul S, Aherrera A, et al. Metal Concentrations in e-Cigarette Liquid and Aerosol Samples: The Contribution of Metallic Coils. *Environ Health Perspect*. 2018;126(2):027010.

14. Palazzolo DL, Crow AP, Nelson JM, Johnson RA. Trace Metals Derived from Electronic Cigarette (ECIG) Generated Aerosol: Potential Problem of ECIG Devices That Contain Nickel. *Front Physiol.* 2017;7.
15. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M. Efektivitas Penurunan Malondialdehyde dengan Kombinasi Suplemen Antioksidan Superoxide Dismutase Melon dan Gliadin Akibat Paparan Rokok. *Glob Med Helath Commun.* 2017;5(2):79–83.
16. Phaniendra A, Jestadi DB, Periyasamy L. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian J Clin Biochem.* 2015;30(1):11–26.
17. Kanti Das T, Wati MR, Fatima-Shad K. Oxidative Stress Gated by Fenton and Haber Weiss Reactions and Its Association With Alzheimer's Disease. *Arch Neurosci.* 2014;2(3).
18. Linehan E, Fitzgerald D. Ageing and the immune system: focus on macrophages. *Eur J Microbiol Immunol.* 2015;5(1):14–24.
19. Zhang J-M, An J. Cytokines, Inflammation, and Pain. *Int Anesthesiol Clin.* 2007;45(2):27–37.
20. Suryadinata RV, Wirjatmadi B, Adriani M. Pengaruh Perubahan Hiperplasia Sel Goblet Selama 28 Hari Paparan Asap Rokok Dengan Pemberian Antioksidan Superoxide Dismutase. *Indones J Public Heal.* 2017;11(1):60.
21. Indraswari PII, Lorensia A, Suryadinata RV. Analysis Effect of Nutrition Intake on Lung Function of Active Smoker and Non Smoker. *J Kesehat Masy.* 2018;14(2):247–53.
22. Wirjatmadi B, Suryadinata RV. The Alteration on Malondialdehyde Content on Wistar Rat's Blood and Lungs Tissue to Ward the Exposure of Electric Cigarette Smoke. *Indian Journal of Public Health Research & Development.* 2020;11(3):1881-1887.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution