

PENGARUH DOSIS PAPARAN ASAP ROKOK TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN KADAR HEMOGLOBIN (Studi Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar)

Wulandari¹, Sayono¹, Wulandari Meikawati¹

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang,

Abstrak

Latar Belakang : Salah satu dari beberapa faktor yang dapat menyebabkan anemia adalah keberadaan asap rokok. Kandungan asap rokok misalnya tar, dapat menyebabkan kerusakan sumsum tulang dan radikal bebas menyebabkan hemolisis sel darah merah. Sebanyak 85,4% perokok aktif, merokok dalam rumah bersama keluarga sehingga mengancam kesehatan lingkungan. **Tujuan :** Mengetahui pengaruh berbagai dosis paparan asap rokok terhadap jumlah eritrosit dan kadar Hemoglobin (Hb). **Metode :** Rancangan penelitian ini adalah after only with control design, dengan menggunakan sampel tikus jantan galur wistar. Sejumlah 24 tikus yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, yang dibagi dalam 4 kelompok perlakuan. Satu kelompok tanpa perlakuan dan tiga kelompok lainnya diberi paparan asap rokok dengan dosis bertingkat masing-masing 1 batang/ hari, 2 batang/ hari, dan 4 batang/ hari. Tikus dipapari asap rokok selama 28 hari. Di akhir penelitian tikus diambil darahnya untuk diperiksa jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin. Data dideskripsikan dalam bentuk tabel, dianalisis dengan Anova Oneway dan Post hoc dengan LSD. **Hasil :** Rata-rata jumlah eritrosit dan kadar Hb adalah: Kelompok K = ($6,73 \times 10^6$ / μ l dan 11,6gr/dl); Kelompok P1=($5,27 \times 10^6$ / μ l dan 9,38 gr/dl); Kelompok P2= ($4,53 \times 10^6$ / μ l dan 8,1 gr/dl); Kelompok P4=($4,45 \times 10^6$ / μ l dan 7,4 gr/dl); berbeda signifikan pada jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin (p value = 0,000). **Simpulan :** Paparan asap rokok dapat menyebabkan penurunan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin.

Kata Kunci : eritrosit, hemoglobin, asap rokok.

DOSE EFFECT OF EXPOSURE TO SMOKE RED CELL COUNT AND HEMOGLOBIN CONCENTRATION (Studies in Rats Male Wistar strain)

Abstract

Background: One of the few factors that can lead to anemia is the presence of cigarette smoke. Tar content of cigarette smoke, for example, can cause bone marrow damage and free radicals cause red blood cell hemolysis. A total of 85.4% of active smokers, smoking in the house with the family so that threaten the health of the environment. **Objective:** To determine the effect of various doses of cigarette smoke exposure on the red cell count and levels of hemoglobin (Hb). **Methods:** The study design was after only with control design, using a sample of male rats wistar strain. A number of 24 rats that meet the inclusion and exclusion criteria, which are divided into 4 groups. One group was untreated and the other three groups were given exposure to cigarette smoke at a dose of one storey each cigarettes / day, 2 cigarettes / day, and four cigarettes / day. Rats are exposed cigarette smoke for 28 days. At the end of the study the rats have blood drawn for examination the number of erythrocytes and hemoglobin concentration. The data described in table form, analyzed by Oneway Anova and Post hoc with LSD. **Results:** The average number of erythrocytes and Hb are: Group K = (6.73×10^6 / ml and 11.6gr / dl); Group P1 = (5.27×10^6 / ml and 9.38 g / dl); Group P2 = (4.53×10^6 / ml and 8.1 g / dl); Group P4 = (4.45×10^6 / ml and 7.4 g / dl); significantly differ in the number of erythrocytes and hemoglobin (p value = 0.000). **Conclusions:** Exposure to cigarette smoke can cause a decrease in the number of erythrocytes and hemoglobin concentration.

Keywords: erythrocytes, hemoglobin, cigarette smoke.

PENDAHULUAN

Anemia adalah keadaan dimana masa eritrosit atau hemoglobin yang beredar tidak dapat menyediakan oksigen secara cukup bagi jaringan tubuh. Kadar hemoglobin, eritrosit dan hematokrit (packed red sel) secara laboratorik pada anemia mengalami penurunan dibawah normal.¹

Anemia dapat diakibatkan karena perdarahan, aplasia sumsum tulang, kegagalan pematangan sel darah merah dan hemolisis sel darah merah.² Masyarakat sering menyebut anemia sebagai “kurang darah” hal ini tidak salah, tetapi sesungguhnya pengaruh anemia tidak hanya pada keluhan fisik seperti lemah, letih dan lesu, tetapi juga dapat menyebabkan kematian ibu dan bayi, keterlambatan pertumbuhan fisik anak, keterbelakangan pertumbuhan mental dan motorik dan gangguan perilaku sosial serta emosi pada anak.^{3,4}

Berdasarkan data WHO tahun 1993-2005, prevalensi anemia pada balita (47,4%), anak usia 5-15 tahun (25,4%), wanita hamil (41,8%), wanita tidak hamil (30,2%), laki-laki (12,7%) dan lansia (23,9%).⁵ Beberapa diantara faktor-faktor yang dapat menyebabkan anemia adalah keberadaan asap rokok, misalnya kerusakan sumsum tulang yang disebabkan oleh adanya tar dan radikal bebas dari asap rokok sehingga menyebabkan hemolisis sel darah merah.^{4,6} Efek hematotoksitas Pb adalah menghambat sebagian besar enzim yang berperan dalam biosintesa heme.⁷

Pada tahun 2001, jumlah perokok di Indonesia sebesar 31,8%. Tahun 2003 menjadi 32% dan meningkat lagi menjadi 35% pada tahun 2004.⁸ The Global Youth Tobacco Survey (GYTS) tahun 2006 menemukan 66,8% murid sekolah usia SMP di Jakarta tinggal serumah dengan orang yang merokok.⁹ Perokok aktif (85,4%) merokok dalam rumah bersama anggota keluarga sehingga mengancam keselamatan kesehatan lingkungan.⁸

Badan Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan perokok pasif sebagai orang yang menghirup asap yang sama dengan perokok aktif saat bernafas.¹⁰ Rokok berisi lebih dari 4000 bahan kimia termasuk diantaranya karbonmonoksida, nikotin, tar, ammonia, arsenik, sianida dan timbal.¹¹

Efek utamanya adalah mempengaruhi susunan saraf simpatis dan desaturasi hemoglobin oleh karbonmonoksida (CO). Rokok sangat berpengaruh terhadap hemoglobin di dalam tubuh.³ Kandungan rokok juga merusak sumsum tulang (pembentuk sel darah merah), nikotin dapat menyempitkan pembuluh darah, menaikkan viskositas darah sehingga dapat menyebabkan penyakit jantung dan konsentrasi tinggi CO dalam darah dapat menyebabkan hipoksia jaringan dan bahkan kematian.^{2,12}

Pada keadaan normal, kurang lebih 97% transport oksigen dari paru-paru ke jaringan dibawa dalam campuran kimia dengan hemoglobin dalam sel darah merah, dan sisanya yang 3% dibawa dalam bentuk terlarut dalam cairan plasma dan cairan sel. Dengan demikian pada keadaan normal oksigen dibawa ke jaringan hampir seluruhnya oleh hemoglobin.¹³

Radikal bebas yang berlebihan akan meningkatkan aktivitas lipid peroksidase (LPO) dan menurunkan status antioksidan eritrosit yang menyebabkan kerusakan pada membran eritrosit sehingga eritrosit akan lebih mudah lisis dan akibatnya akan terjadi penurunan jumlah eritrosit. Oleh karena itu peningkatan radikal bebas secara tidak langsung dapat diketahui dari penurunan jumlah eritrosit.⁶

Mengingat penilaian gambaran jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin setelah dipapari asap rokok tidak dapat dilakukan pada manusia, maka penelitian ini dilakukan pada tikus, karena dalam hal absorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi tikus mirip dengan manusia.¹⁴

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian Eksperimen Kuasi dengan rancangan penelitian *After Only With Control Design*.¹⁵ Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret-April 2011 di Laboratorium Farmakologi Universitas Wahid Hasyim Semarang. Subyek dalam penelitian ini adalah seluruh tikus putih galur wistar. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 24 ekor tikus putih jantan yang dengan perhitungan jumlah perlakuan x jumlah ulangan x jumlah tikus = $4 \times 6 \times 1 = 24$ ekor.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin, variabel bebas adalah dosis paparan asap rokok,

sedangkan variabel pengganggu adalah jenis kelamin, umur, jenis rokok, lama paparan. Data yang diperoleh berasal dari sampel pada saat paparan mencakup dosis paparan, jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin dalam darah tikus. Pengambilan darah dilakukan sebanyak 1 kali yaitu hari ke 29 pada akhir penelitian. Analisis yang digunakan adalah analisis univariat, bivariat. Analisis Univariat menjelaskan/mendeskripsikan data masing-masing variabel dengan menggunakan tabel distribusi frekuensi, rata-rata (mean), minimum dan maksimum, serta standar deviasi. Analisis Bivariat: 1. Uji perbedaan yaitu hasil pemeriksaan jumlah eritrosit dan kadar Hb dilakukan uji kenormalan data dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dan uji kesamaan varian dengan menggunakan uji Levene. Data menunjukkan berdistribusi normal dan asumsi varian sama, sehingga dilanjutkan dengan uji beda dengan menggunakan uji Anova Oneway, 2. Uji lanjutan

yaitu *Post hoc test* untuk melihat perbedaan antar perlakuan dengan uji LSD (*Least Significant Different*).

HASIL DA PEMBAHASAN

1. Analisis Univariat

a. Jumlah Eritrosit

Hasil penelitian menunjukkan data jumlah eritrosit berkisar antara $3,32 \times 10^6/\mu\text{l}$ sampai dengan $7,51 \times 10^6/\mu\text{l}$ dengan rata-rata $5,25 \times 10^6/\mu\text{l} \pm 1,09 \times 10^6/\mu\text{l}$. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui rata-rata jumlah eritrosit terendah terdapat pada kelompok dosis paparan 4 batang rokok ($4,45 \times 10^6/\mu\text{l}$) dan rata-rata jumlah eritrosit tertinggi terdapat pada dosis 0 batang /kontrol ($6,73 \times 10^6/\mu\text{l}$). Kelompok kontrol mempunyai jumlah eritrosit yang lebih besar di antara dosis paparan lainnya, yaitu berkisar antara $6,21 \times 10^6/\mu\text{l}$ sampai $7,51 \times 10^6/\mu\text{l}$ dengan rata-rata $6,73 \times 10^6/\mu\text{l} \pm 5,51 \times 10^5/\mu\text{l}$.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Jumlah Eritrosit Berdasarkan Dosis Paparan

Dosis	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar deviasi
Kontrol	6	$6,21 \times 10^6$	$7,51 \times 10^6$	$6,73 \times 10^6$	$5,51 \times 10^5$
1 batang	6	$4,17 \times 10^6$	$6,14 \times 10^6$	$5,27 \times 10^6$	$7,45 \times 10^5$
2 batang	6	$3,32 \times 10^6$	$5,40 \times 10^6$	$4,53 \times 10^6$	$7,18 \times 10^5$
4 batang	6	$4,06 \times 10^6$	$4,66 \times 10^6$	$4,45 \times 10^6$	$2,54 \times 10^5$

a. Kadar Hemoglobin

Hasil penelitian menunjukkan data kadar hemoglobin berkisar antara 5,9 gr/dl sampai

dengan 13 gr/dl dengan rata-rata $9,1 \text{ gr/dl} \pm 1,9 \text{ gr/dl}$. Data kadar hemoglobin pada setiap dosis paparan dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Analisis Deskriptif Kadar Hemoglobin Berdasarkan Dosis Paparan

Dosis	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar deviasi
Kontrol	6	9,9	13,0	11,6	1,2
1 batang	6	7,3	11,2	9,4	1,4
2 batang	6	7,0	9,1	8,1	0,7
4 batang	6	5,9	8,5	7,4	0,9

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui kadar hemoglobin terendah terdapat pada kelompok dosis paparan 4 batang rokok (5,9 gr/dl). Kelompok kontrol mempunyai kadar hemoglobin yang lebih besar di antara dosis paparan lainnya, yaitu berkisar antara 9,9 gr/dl sampai 13,0 gr/dl

dengan rata-rata $11,6 \text{ gr/dl} \pm 1,2 \text{ gr/dl}$. Rata-rata jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada tikus menurun seiring dengan peningkatan dosis paparan asap rokok, data penurunan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin dapat dilihat dalam Tabel 3:

Tabel 3. Selisih Perbedaan Rata-rata

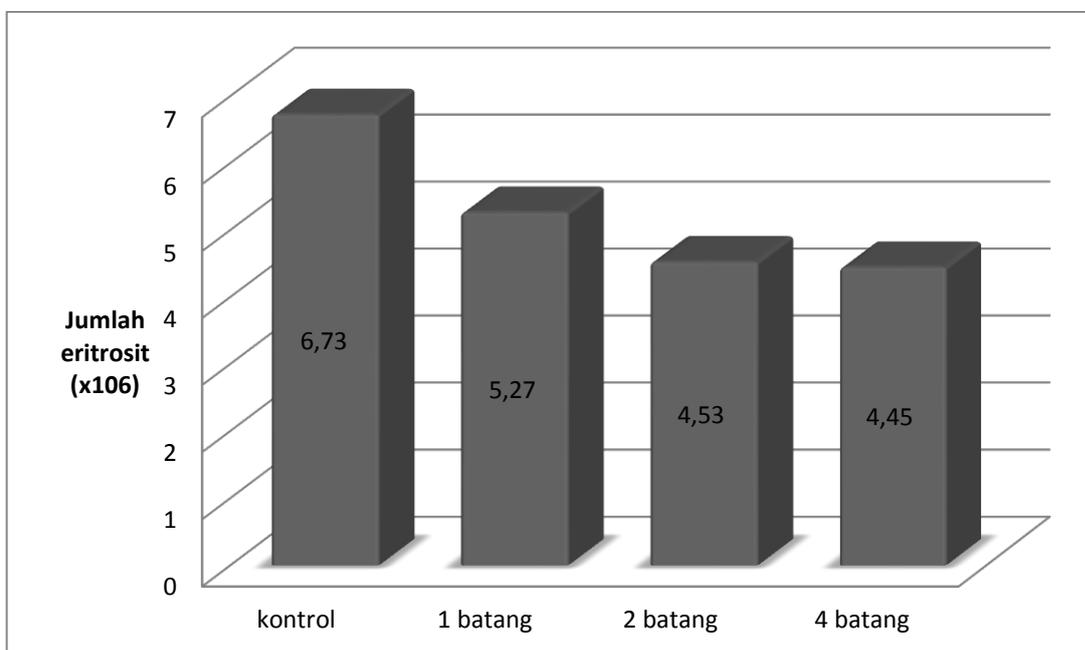
Pasangan kelompok paparan	Selisih perbedaan rata-rata	
	Jumlah eritrosit(/ μ l)	Kadar Hb(gr/dl)
Kontrol dengan 1 batang	$1,46 \times 10^6$	2,2
1 batang dengan 2 batang	$7,33 \times 10^5$	1,2
2 batang dengan 4 batang	$8,5 \times 10^4$	0,7

2. Analisis Bivariat

a. Jumlah eritrosit

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, rata-rata jumlah eritrosit kelompok kontrol ($6,73 \times 10^6/\mu$ l), kelompok perlakuan 1 batang ($5,27 \times 10^6/\mu$ l), kelompok perlakuan 2 batang ($4,53 \times 10^6/\mu$ l) dan kelompok perlakuan 4 batang ($4,45 \times 10^6/\mu$ l). Berdasarkan Grafik 1 jumlah eritrosit pada

kelompok perlakuan dan kelompok kontrol mempunyai perbedaan rata-rata. Adanya perbedaan pada rata-rata jumlah eritrosit diperkuat dengan hasil uji analisis (Anova Oneway) yang menunjukkan bahwa p value = 0,000 ($p < 0,05$) artinya ada perbedaan yang bermakna berbagai dosis paparan asap rokok terhadap jumlah eritrosit pada tikus jantan galur wistar.

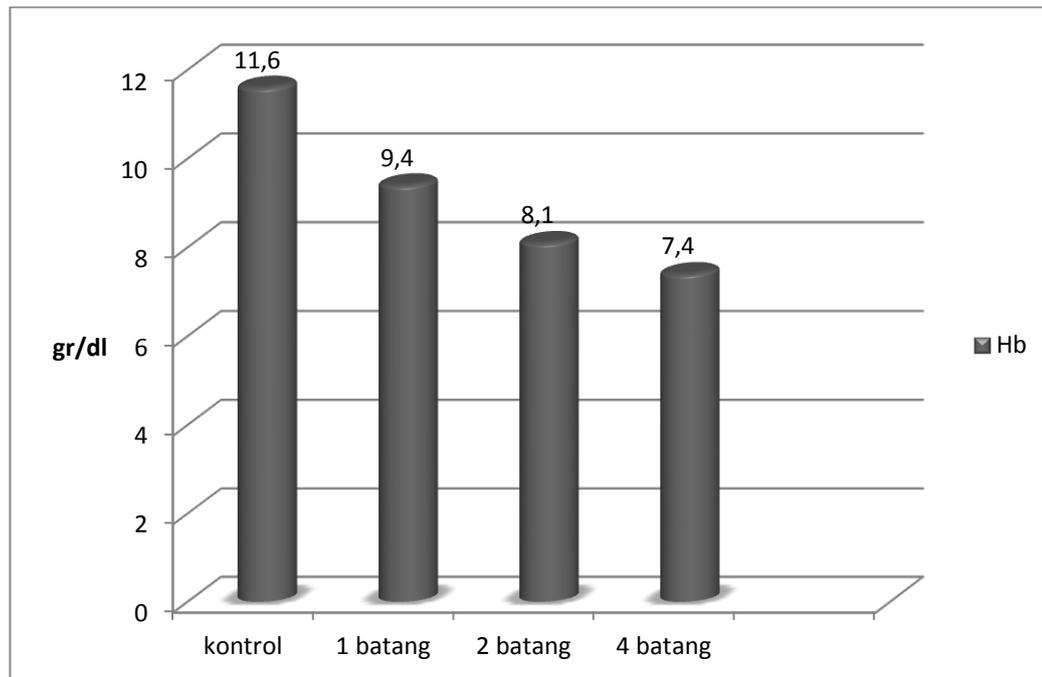


Grafik 1. Rata-rata Jumlah Eritrosit

b. Kadar hemoglobin

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, rata-rata kadar hemoglobin kelompok kontrol (11,6 gr/dl), kelompok perlakuan 1 batang (9,4

gr/dl), kelompok perlakuan 2 batang (8,1 gr/dl) dan kelompok perlakuan 4 batang (7,4 gr/dl).



Grafik 2 Rata-rata Kadar Hemoglobin pada Tiap Dosis Paparan

Dari Grafik 2 dapat dilihat penurunan rata-rata kadar hemoglobin. Berdasarkan grafik di atas kadar hemoglobin pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol mempunyai perbedaan rata-rata. Adanya perbedaan rata-rata kadar hemoglobin diperkuat dengan hasil uji analisis (Anova Oneway) yang menunjukkan bahwa p value = 0,000 ($p < 0,05$) artinya ada perbedaan yang bermakna berbagai dosis

paparan asap rokok terhadap kadar hemoglobin pada tikus putih jantan galur wistar

c. Uji Least Significance Different (LSD)

Uji LSD digunakan untuk melihat pasangan paparan asap rokok yang mempunyai beda rata-rata jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin darah. Hasil pengujian data dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut LSD Untuk Jumlah Eritrosit Dalam Berbagai Paparan Asap Rokok

Jenis Kelompok	kontrol	1 batang	2 batang	4 batang
Kontrol	-	0,000*	0,000*	0,000*
1 batang	0,000*	-	0,047*	0,028*
2 batang	0,000*	0,047*	-	0,809
4 batang	0,000*	0,028*	0,809	-

*terdapat perbedaan yang signifikan, $p < 0,05$

Berdasarkan perhitungan uji lanjut LSD diketahui kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dosis paparan 1 batang memiliki perbedaan yang signifikan dengan semua kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan dosis paparan 2 batang dengan 4 batang tidak

menunjukkan perbedaan yang signifikan karena p value = 0,809 ($p > 0,05$)

Dosis paparan antara 2 batang dengan 4 batang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dikarenakan adanya organ ginjal yang memproduksi enzim eritropoietin dalam keadaan hipoksia. Eritropoietin adalah suatu

hormon glikoprotein yang terdapat dalam darah dalam keadaan hipoksia dan selanjutnya bekerja pada sumsum tulang untuk meningkatkan kecepatan pembentukan sel darah merah. Ginjal memegang peranan penting dalam pembentukan eritropoietin sebagai berikut: bila ginjal mengalami hipoksia, ia mengeluarkan enzim yang dinamakan faktor eritropoietin ginjal. Enzim ini disekresi ke dalam darah tempat enzim ini bekerja, dalam beberapa menit bekerja pada salah satu globulin plasma, untuk

memecahkan molekul glikoprotein eritropoietin. Eritropoietin selanjutnya beredar dalam darah selama kira-kira satu hari dan selama waktu ini ia bekerja pada sumsum tulang dengan menyebabkan eritropoiesis. Pada keadaan tidak ada ginjal sama sekali, eritropoietin masih dibentuk dalam jumlah sedikit pada bagian tubuh lain. Oleh karena itu, tanpa adanya ginjal orang biasanya orang menjadi sangat anemia karena kadar eritropoietin dalam sirkulasi yang sangat rendah.²

Tabel 5 Hasil Uji LSD Untuk Kadar Hemoglobin Dalam Berbagai Paparan Asap Rokok

Jenis Kelompok	kontrol	1 batang	2 batang	4 batang
Kontrol	-	0,002*	0,000*	0,000*
1 batang	0,002*	-	0,055	0,005*
2 batang	0,000*	0,055	-	0,279
4 batang	0,000*	0,005*	0,279	-

*terdapat perbedaan yang signifikan, $p < 0,05$

Pasangan dosis paparan asap rokok yang tidak terdapat perbedaan yang signifikan adalah pasangan paparan asap rokok dosis 1 batang dengan 2 batang dengan nilai p -value = 0,055 dan pasangan dosis paparan 2 batang dengan 4 batang dengan nilai p -value = 0,279.

3. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan uji Anova OneWay, diperoleh data jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin mempunyai nilai p value 0,000 dan 0,000 ($p < 0,05$) maka disimpulkan ada perbedaan yang signifikan pada berbagai dosis paparan asap rokok terhadap jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada tikus putih jantan galur wistar.

Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan asap rokok menyebabkan penurunan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada tikus putih jantan galur wistar. Hasil analisis data secara statistik didapatkan rata-rata jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin tikus jantan galur wistar yang tidak diberi paparan asap rokok atau kontrol ($6,73 \times 10^6/\mu\text{l}$ dan

11,6 gr/dl) lebih tinggi dibandingkan dengan tikus yang diberi paparan asap rokok pada semua kelompok dosis paparan.

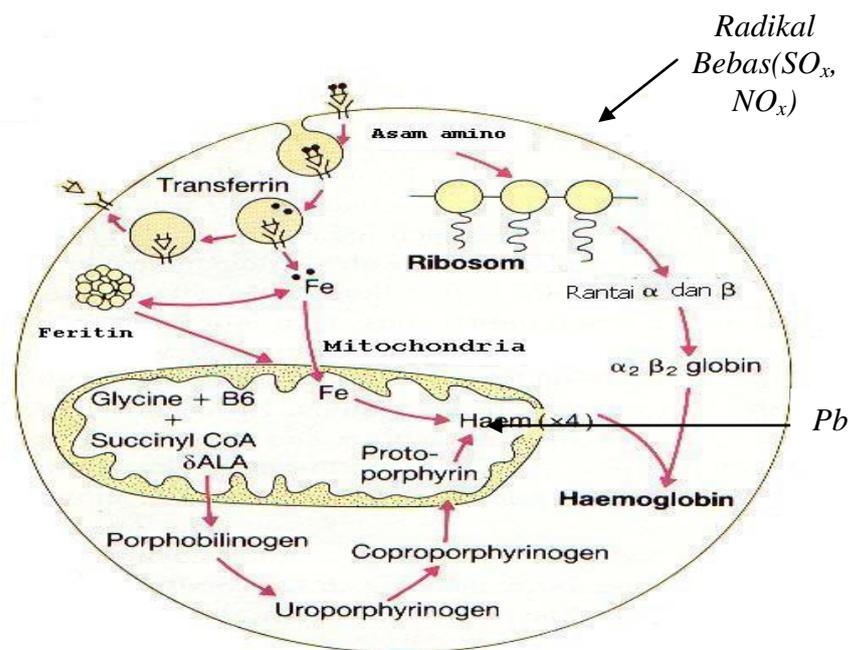
Tar merupakan kumpulan berbagai zat kimia yang berasal dari daun tembakau sendiri, maupun yang ditambahkan dalam proses pertanian dan industri sigaret. Tar adalah hidrokarbon aromatik polisiklik yang ada dalam asap rokok, tergolong dalam zat karsinogen, yaitu zat yang dapat menumbuhkan kanker.¹⁶ Pemaparan menahun hidrokarbon aromatik (benzena) dapat menghasilkan efek toksik yang sangat serius yang paling nyata ialah kerusakan pada sumsum tulang yang berbahaya dan tidak terduga, anemia aplastik, leukopenia, pansitopenia atau trombositopenia. Pada perkembangan sel-sel sumsum tulang tampak menjadi paling sensitif terhadap benzene, sedangkan pembentukan sel darah merah (eritropoiesis) terjadi di sumsum tulang, dada, iga, panggul, pangkal tulang paha, dan lengan atas.^{17,18}

Nikotin adalah alkolid toksik yang terdapat dalam tembakau. Sebatang rokok

umumnya berisi 1-3 mg nikotin. Nikotin diserap melalui paru-paru dan kecepatan absorpsinya hampir sama dengan masuknya nikotin secara intravena. Nikotin masuk ke dalam otak dengan cepat dalam waktu kurang lebih 10 detik.¹⁶ Laporan pusat penelitian menunjukkan bahwa: pertama, nikotin adalah sebuah vasokonstriktor, jadi menyempitkan pembuluh darah plasenta. Kedua, merokok meningkatkan viskositas darah, sehingga darah agak kental, sehingga lebih menghambat aliran darah.¹²

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan

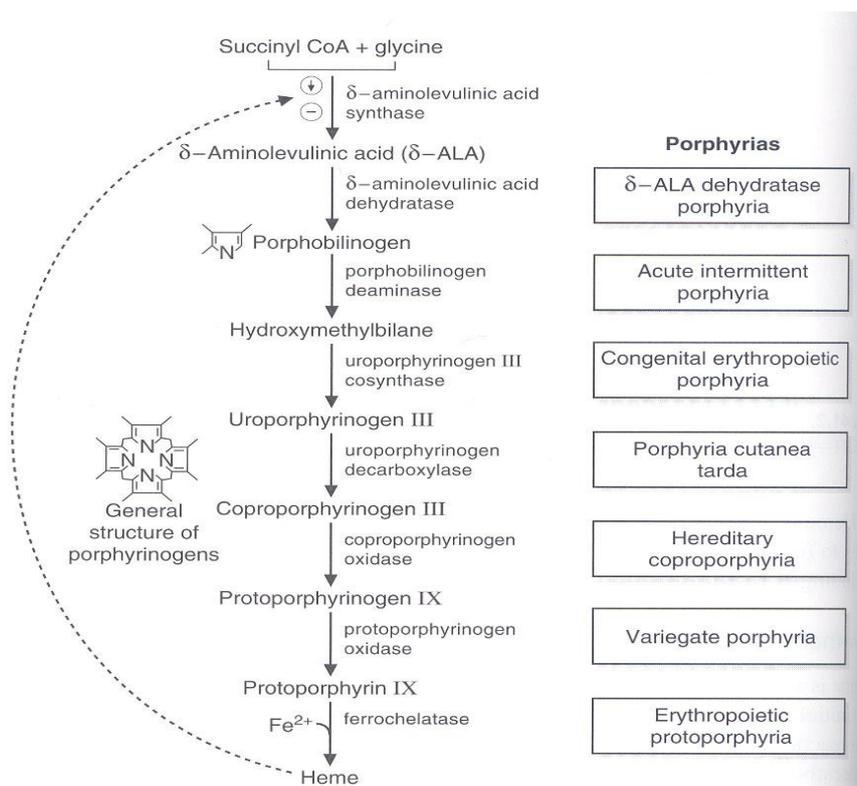
bahwa ibu hamil yang merokok mempunyai jumlah eritrosit yang lebih rendah dan *Mean Cell Volume* (MCV) lebih tinggi dari pada ibu hamil yang tidak merokok.¹⁹ Asap rokok merupakan suatu oksidan (radikal bebas) yang dapat mempengaruhi oksidasi dalam tubuh manusia. Proses oksidasi tersebut melibatkan fosforilasi oksidatif yang terjadi di dalam mitokondria. Dalam keadaan terpapar radikal bebas, pengalihan tersebut berjalan kurang sempurna sehingga terbentuk senyawa-senyawa oksigen reaktif yang sangat berbahaya. Hal ini menimbulkan stress oksidatif.²⁰



Gambar 1. Sintesa Hemoglobin Dalam Eritrosit¹⁸

Gambar 1 di atas adalah gambar eritrosit yang di dalamnya terdapat proses pembentukan hemoglobin. NO_x merupakan oksidator yang cukup kuat yang dapat menyebabkan peroksidasi lipid atau protein sehingga fungsinya terganggu.²¹ Pemaparan radikal bebas dari asap rokok ini juga berdampak pada eritropoiesis. Selain itu senyawa ini dapat merusak asam lemak tak

jenuh yang terdapat pada fosfolipid dan glikolipid penyusun membran sel.²⁰ Radikal bebas yang berlebihan akan meningkatkan aktivitas lipid peroksidase (LPO) dan menurunkan status antioksidan eritrosit yang menyebabkan kerusakan pada membran eritrosit sehingga eritrosit akan lebih mudah lisis dan akibatnya akan terjadi penurunan jumlah eritrosit.⁶



Gambar 2. Hematotoksisitas Pb dalam Sintesa Heme²²

Sel-sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks khelat yang dibentuk oleh logam Fe (besi) dengan gugus heme dan globin sintesa dari kompleks tersebut melibatkan 2 enzim, yaitu enzim *Amino Levulinic Acid Dehidrase* (ALAD) atau asam amino levulinat dehidrase dan enzim *ferrokhelatase*. Enzim ALAD adalah enzim jenis sitoplasma. Enzim ini akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesa dan selama sirkulasi sel darah merah berlangsung. Sistem hematopoetik sangat peka terhadap efek Pb. Efek hematotoksisitas Pb adalah menghambat sebagian besar enzim yang berperan dalam biosintesa heme. Diantara enzim yang terlibat dalam heme, enzim *5-aminolevulinik acid dehydrogenase* (δ -ALAD) dan *ferrokhelatase* termasuk enzim yang paling rentan terhadap efek penghambatan Pb. Sedangkan enzim *δ aminolevulinic acid synthetase* (δ -ALAS), *uroporphyrinogen decarboxylase* (UROD) dan

coproporphyrinogen oxidase (COPROD) tidak begitu peka terhadap penghambatan Pb.²²

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa merokok pasif dari orangtua mempunyai hubungan yang kuat dengan kejadian anemia pada anak-anak.²³ Sintesis heme terutama terjadi di mitokondria melalui suatu rangkaian biokimia yang bermula dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A oleh kerja enzim kunci yang bersifat membatasi kecepatan reaksi yaitu asam *δ -aminolevulinat* (ALA) sintase. *Piridoksal fosfat* (vitamin B₆) adalah suatu koenzim untuk reaksi ini, yang dirangsang oleh *eritropoetin*. Akhirnya, *protoporfirin* bergabung dengan *ferro* (Fe^{2+}) untuk membentuk heme, masing-masing molekul heme bergabung dengan satu rantai globin yang dibuat pada *poliribosom*. Suatu tetramer yang terdiri dari empat rantai globin dengan gugus hemyena sendiri dalam suatu

“kantong” kemudian dibentuk untuk menyusun satu molekul hemoglobin. Tiap eritrosit mengandung sekitar 640 juta molekul hemoglobin.¹⁸ Jika jumlah eritrosit rendah maka jumlah molekul hemoglobin rendah, dan pada akhirnya mempengaruhi massa hemoglobin.

Apabila keadaan anemia berlangsung lama maka akan memberikan dampak pada ibu hamil dan menyusui, yaitu kesakitan dan kematian meningkat, dapat mengalami keguguran, pertumbuhan otak janin dan pertumbuhan terhambat, lahir sebelum waktunya, risiko BBLR, perdarahan sebelum dan pada waktu melahirkan, produksi ASI menurun, keadaan gizi dan kesehatan bayi menurun. Pada balita dan anak usia sekolah dan remaja : kesakitan dan kematian meningkat, perkembangan otak dan pertumbuhan fisik terhambat, perkembangan motorik, mental, kecerdasan terhambat dan dampak pada dewasa dan usia lanjut : kesakitan meningkat, umur harapan hidup rendah, kesegaran fisik dan produktifitas kerja menurun.²⁴

KESIMPULAN DAN SARAN

Rata-rata jumlah eritrosit tertinggi ada pada kelompok kontrol ($6,73 \times 10^6/\mu\text{l}$) dan terendah pada kelompok dosis paparan 4 batang ($4,45 \times 10^6/\mu\text{l}$). Rata-rata kadar hemoglobin tertinggi ada pada kelompok kontrol 11,6gr/dl dan kelompok dengan dosis paparan 4 batang memiliki rata-rata kadar Hb terendah yaitu 7,4 gr/dl. Ada pengaruh berbagai dosis paparan asap rokok terhadap jumlah eritrosit tikus jantan galur wistar (p value = 0,000). Ada pengaruh berbagai dosis paparan asap rokok terhadap kadar hemoglobin tikus jantan galur wistar (p value = 0,000)

Diharapkan masyarakat yang tidak merokok untuk mengurangi paparan asap rokok dengan cara menjauh dari sumber paparan atau dengan menutup mulut dan hidung dengan menggunakan sapu tangan/ masker. Kepada penelitian lain, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme asap rokok dalam mempengaruhi elemen darah yang lain (misalnya laju endap darah, jumlah trombosit serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek

toksitas kronis yang dapat menyebabkan penyakit kronis lain dengan memperlama waktu pemaparan, misalnya 3 bulan.

REFERENSI

1. Bakta IM. Hematologi klinik Ringkas. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2006.
2. Guyton AC. Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 1995. h.45-56. Alih bahasa oleh Dr. Petrus Andrianto
3. Soekirman. Ilmu Gizi dan Aplikasinya. Dirjen Dikti Depdiknas. Jakarta.2000
4. Hall A, Satoto, Hertanto WS, Rahfiludin MZ. Anaemia in Schoolchildren in Eight Countries in Africa and Asia. Public Health Nutrition: 2000; 4(3), 749-756
5. WHO. Worldwide of Prevalence Anaemia 1993-2005. http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596657_eng.pdf Diakses tanggal 23 Maret 2011
6. Sailaja YR, Baskar R, Saralakumari D. The antioxidant status during maturation of reticulocyte to erythrocyte in type 2 diabetics. Free Radical Biology and medicine 2003 July 15: 35(2): 133-39.
7. Palar H. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat. 1994 : 20-30
8. Anonim. Risiko Utama Penyakit Tidak Menular Disebabkan Rokok. <http://www.depkes.go.id/index.php/componen/content/article/43-news/slider/1386-risiko-utama-penyakit-tidak-menular-disebabkan-rokok.html> Diakses tanggal 23 Februari 2011
9. Aditama TY. Principal Investigator For Indonesia, Global Youth Tobacco Survey (GYTS).2006. Diakses pada tanggal 26 April 2011 <http://health.groups.yahoo.com/group/DokterIndonesia/message/2983>
10. WHO. Second -hand smoke kills. Let's clear the air. World no Tobacco Day 31 May 2001. Tobacco Free Initiative. World Health Organization.
11. Mangku Sitepoe. Usaha Mencegah Bahaya Merokok. Jakarta: PT. Grasindo; 1997.

12. Tambayong J. Farmakologi untuk Keperawatan. Jakarta: Widya Medika; 2001.h.46
13. Departemen kesehatan RI. Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Bagi Kesehatan.
<http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF> diakses Tanggal 1 februari 2011
14. Mangkoewidjojo S. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan hewan Percobaan di Daerah Tropis. Jakarta: UI Press; 1988.
15. Murti B. Prinsip Pada Metode Riset Epidemiologi, Jilid I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2003.
16. Sukendro S. Filosofi Rokok, Yogyakarta: Pinus Book Publisher; 2007. 82-87
17. Katzung BG. Farmakologi Dasar dan Klinik Edisi VI. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 1997.h.96-109
18. Hoffbrand AV, Petit JE, Moss PAH. Kapita Selekta Hematologi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2005.h.13-15
19. Juliana C, Suwandito, Sri Utari Purnomo. Pengaruh suplementasi Vitamin E dan C terhadap aktivitas enzim Superoksidas Dismutase (SOD) dalam eritrosit tikus yang terpapar asap rokok kretek. JBP Vol.5. 2003: 87-91
20. Suryohudoyo P. Kapita selekta ilmu kedokteran molekuler.Jakarta : Infomedika; 2000 : 36-47
21. Priyanto. Toksisitas, Obat, Zat Kimia dan terapi Antidotum.Jakarta: Leskonfi; 2007.
22. Goldstein BD and HM Kipen, Hematology Disorder. Levi and Wegman (Eds), Occupational Health Recognition and Preventing Work-Related Disease. 3rd Ed. United States of America. 1994. Little Brown and Company. Dikutip dari Tesis Wahyu Kurniawan pada 15 Februari 2011.
http://www.linkpdf.com/ebookviewer.php?url=http://eprints.undip.ac.id/17625/1/Wahyu_Kurniawan.pdf
23. Hong R, Betancourt JA, Beltran MR. Passive smoking as a risk factor of anemia in young children aged 0–35 months in Jordan. Research Article; 2007; BMC Pediatrics, 7:16; <http://www.biomedcentral.com/1471-2431/7/16>
24. Anonim. Penurunan Kecerdasan Anak Akibat Anemia Gizi Besi. 2008.
<http://www.infogoe.com/viewstory/2008/11/17/penurunan-kecerdasan-anak-akibat-anemia-gizi-besi/?url> Di akses pada tanggal 26 April 2011