



SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS
“Pengembangan Model dan Perangkat Pembelajaran
untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi”
Magister Pendidikan Sains dan Doktor Pendidikan IPA FKIP UNS
Surakarta, 19 November 2015



MAKALAH
PENDAMPING

Artikel Penelitian
Bidang Fisika, Kimia,
Biologi, dan IPA
(Murni)

ISSN: 2407-4659

**KONSUMSI OKSIGEN TIKUS PUTIH
(*Rattus norvegicus* L.) STRAIN WISTAR YANG TERDEDAH ASAP
ROKOK-BERFILTER DAN TANPA FILTER**

Endang Setyaningsih

Staf Pengajar Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email korespondensi : Endang.Setyaningsih@ums.ac.id dan
setyani80_bios@yahoo.com

Abstrak

Pencemaran udara khususnya oleh asap rokok sangatlah berbahaya bagi tubuh karena mengandung ribuan bahan berbahaya. Tujuan utama penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari pendedahan asap rokok-berfilter dan tanpa filter terhadap konsumsi oksigen tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar*. Lima belas ekor tikus putih jantan umur 2 bulan dengan berat 120-160 gram dibagi dalam 5 kelompok perlakuan : P₁ (10 hari didedahkan asap rokok-berfilter), P₂ (10 hari didedahkan asap rokok-tanpa filter), P₃ (30 hari didedahkan asap rokok-berfilter), P₄ (30 hari didedahkan asap rokok-tanpa filter), dan kelompok kontrol (tanpa didedahkan asap rokok). Penelitian diteruskan tanpa pendedahan asap rokok selama 20 hari sebagai masa pemulihan. Sampel berupa penghitungan konsumsi oksigen dan *food intake* diukur selama masa perlakuan dan masa pemulihan berlangsung. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan menggunakan program SAS (*Statistical Analysis System*). Penggunaan filter pada ujung rokok yang dihisap berpengaruh terhadap level kadar CO dalam asap rokok dan berpengaruh terhadap jumlah konsumsi oksigen tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar*. Pendedahan dengan asap rokok berfilter dan tanpa filter dapat menurunkan jumlah konsumsi oksigen tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar*. Selama masa pemulihan, jumlah konsumsi oksigen beranjak kembali ke jumlah normal.

Kata kunci : CO, Konsumsi O₂, Rokok-berfilter dan tanpa filter, dan Tikus *Wistar*.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pencemaran merupakan salah satu dampak negatif dari kemajuan teknologi. Di antara pencemaran yang kian hari semakin parah adalah pencemaran udara yang disebabkan oleh asap yang merupakan hasil dari proses pembakaran. Di dalam asap terdapat gas-gas dan partikel berbahaya yang apabila terhirup ke dalam tubuh akan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Asap yang banyak berpotensi tersebut terutama yaitu asap rokok, asap kendaraan bermotor dan asap dari cerobong pabrik (Lu, 1995).

Masalah rokok khususnya, telah menjadi masalah nasional bahkan internasional. Dari segi ekonomi memang rokok berdampak positif terhadap perekonomian, akan tetapi apabila ditinjau dari segi kesehatan rokok lebih banyak berdampak negative, baik pada perokok aktif maupun perokok pasif. Kemungkinan dampak terburuk justru pada perokok pasif karena asap rokok sampingan yang terinhalasi, mengandung dua kali lebih banyak bahan kimia toksik dibanding asap utama yang diinhalasi langsung dari rokok oleh perokok aktif. Apalagi bila asap rokok yang terinhalasi berasal dari jenis dan merk rokok yang berbeda-beda.

Bahan berbahaya dalam asap rokok secara umum dibagi menjadi dua, yaitu komponen gas dan komponen padat (partikel). Di antara komponen gas, karbon monoksida (CO) merupakan gas yang persentasenya paling besar dan merupakan gas yang dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat bila terdapat secara berlebih dalam darah. Hal ini disebabkan karena afinitas (daya ikat) Hb darah terhadap gas CO ± 200 kali lebih besar kemampuannya dibanding daya ikatnya terhadap oksigen (O₂). Akibatnya akan dapat terjadi hipoksia dalam darah, tingkat sel serta tingkat jaringan sehingga akan dapat mempengaruhi proses metabolisme tubuh termasuk di dalamnya metabolisme protein. Sedangkan komponen partikel dari asap rokok, terdiri dari dua bahan berbahaya, yaitu nikotin dan tar. Kedua partikel ini merupakan komponen yang paling berbahaya apabila terakumulasi dalam tubuh.

Bahan kimia dalam asap rokok, komposisinya dipengaruhi oleh banyak faktor. Beberapa faktor di antaranya, yaitu jenis rokok, jenis tembakau yang digunakan dan cara pengolahan tembakau khususnya kekeringan tembakau, berat bahan baku rokok, bahan tambahan rokok serta ada tidaknya filter termasuk panjang dan kerapatan filter yang berupa gabus berpori. Masyarakat umum berpandangan bahwa adanya penambahan filter pada pangkal batang rokok dapat mengurangi kadar bahan toksik dalam asap rokok.

Berdasarkan studi epidemiologis di USA tahun 1969-1981, menunjukkan bahwa terjadi penurunan mortalitas kanker paru sebesar 20-25% pada perokok yang menghisap rokok-berfilter dibanding perokok yang menghisap rokok tanpa filter dalam jangka waktu lama. Dalam penelitian yang dilakukan oleh *British Columbia Ministry of Health* (BCM_H) pada tahun 1998 juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar komponen dalam asap rokok antara jenis dan merk rokok yang berbeda (Aditama, 1992). Jenis rokok baik kretek tangan maupun mesin, mempunyai kadar senyawa toksik yang relatif tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Danardono (2004), rokok kretek masih banyak

digemari oleh masyarakat. Hal ini berdasar pada banyaknya omset penjualan rokok kretek antara tahun 2000 sampai 2002.

Berdasarkan uraian di atas, sistem respirasi dan sirkulasi adalah sistem utama tubuh yang berhubungan langsung dengan bahan toksik asap rokok terutama gas CO. Dalam hal ini peneliti menarik untuk melakukan penelitian mengenai konsumsi oksigen tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar* yang terdedah asap rokok-berfilter dan tanpa filter, dengan variabel pengukuran terhadap jumlah konsumsi oksigen.

Dalam penelitian inhalatif ini, tikus putih dipakai sebagai simulasi perokok aktif yang dapat menggambarkan pengaruh asap rokok terhadap perokok aktif pada manusia. Tikus putih sering digunakan dalam penelitian karena merupakan kelompok Mammalia yang sistem imunnya lebih bagus dibanding Mammalia yang lain.

1.2.Rumusan Masalah

Apakah adanya filter pada rokok, dapat menyebabkan adanya perbedaan jumlah konsumsi oksigen pada tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar*?

1.3.Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendedahan asap rokok-berfilter dan tanpa filter terhadap jumlah konsumsi oksigen tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar*.

1.4.Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperkuat informasi pada masyarakat tentang bahaya asap rokok, baik pada perokok aktif maupun perokok pasif serta memberikan gambaran gangguan kesehatan yang disebabkan oleh asap rokok-berfilter maupun tanpa filter terhadap jumlah konsumsi oksigen. Selain itu juga dapat memberikan informasi pada masyarakat bahwa adanya filter yang berupa gabus berpori dipangkal batang rokok tidak mengurangi bahayanya rokok untuk kesehatan.

II. METODE PENELITIAN

2.1.Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu: (1). unit pengembangan hewan percobaan (uphp) lppt iii ugm sebagai tempat pemeliharaan, perlakuan pendedahan, pengukuran konsumsi oksigen dan (2). laboratorium balai teknik kesehatan lingkungan (btkl) sebagai tempat analisis kadar gas co dalam sebatang rokok filter dan non filter.

2.2.Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah : (1). Kandang pemeliharaan ukuran (50 x 35 x 20) cm³ sebanyak 5 terbuat dari plastik yang atasnya dilengkapi tutup dari kasa strimin. Di atas strimin diletakkan botol minum ukuran ± 400 ml terbuat dari kaca sehingga tikus bisa minum secara *adlibitum*,

(2). Satu set alat perlakuan terdiri dari 2 kotak plastik berukuran (40 x 40 x 50) cm³ yang disambungkan dengan sebuah pompa *vaccum* melalui 2 selang plastic, (3). Rangkaian respirometer modifikasi oleh D'Aoust (Kerkut, 1973) yang meliputi sebuah manometer terbuka, 2 desikator (ruang respirasi) dan 2 selang plastik, serta (4). Alat untuk analisis kadar CO berupa *gas liquid cromatografy*.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah : (1). Tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) strain *Wistar* jantan sebanyak 15 ekor, umur 2 bulan dengan berat 150-160 gram dari UPHP UGM Yogyakarta, (2). Rokok jenis filter "Sampoerna A Mild" dan jenis non filter "Sampoerna A", (3). Bahan pada alat respirometer meliputi larutan brodie, KOH dan faselin, dan (4). pakan tikus putih berupa pelet dan air minum berupa air ledeng.

2.3. Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi : (1). Tahap Pemeliharaan, (2). Tahap Perlakuan, dan (3). Tahap Pemeriksaan konsumsi oksigen dengan cara memasukkan larutan Brodie ke dalam pipa manometer sebanyak x ml sehingga mengisi y skala dan menentukan volume tiap skala. Dasar desikator diisi KOH secukupnya dan bagian atasnya diisi dengan hewan uji, kemudian menutup desikator dan difaselin. Pada saat tersebut karet pembebas dibuka. Setelah rangkaian siap, sistem dalam rangkaian alat ini ditutup (karet pembebas ditutup kembali). Pada saat pengukuran dimulai, dipastikan terlebih dulu bahwa larutan Brodie dalam pipa manometer sudah seimbang (permukaan larutan dalam pipa kanan dan kiri sama). Setelah 30 menit, besarnya konsumsi oksigen/menit/berat badan bisa dilihat pada skala manometer.

2.4. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola dua arah dengan 5 perlakuan dan setiap perlakuan 3 ulangan. Rinciannya sebagai berikut :

- 1). Kontrol : Tidak didedahkan asap rokok (P0).
- 2). Perlakuan I : Didedahkan asap rokok filter selama 10 hari (P1).
- 3). Perlakuan II : Didedahkan asap rokok non-filter selama 10 hari (P2).
- 4). Perlakuan III : Didedahkan asap rokok filter selama 30 hari (P3).
- 5). Perlakuan IV : Didedahkan asap rokok non-filter selama 30 hari (P4).

Keterangan :

- Setiap hari tikus didedahkan selama 1 jam (\pm 6 batang rokok) pada pagi hari.
- Pemberian pakan sebanyak 50 gram pada pagi hari, penimbangan sisa pakan, pengisian air minum dan pengukuran sisa air minum, dilakukan setiap hari.
- Penimbangan berat badan dan pengukuran konsumsi O₂ dilakukan pada awal sebelum perlakuan dan setelah perlakuan hari terakhir.
- Matriks rancangan percobaannya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Matriks rancangan percobaan

No	Kelompok Perlakuan	Lama pendedahan (hari) & Jmlh. hewan uji (ekor)			Waktu pengambilan sampel (hari ke-) & Jmlh. Hewan uji (ekor)			
		0	10	30	11	31	41	61
		1	P ₀	3	-	-	-	-
2	P _I	-	3	-	3	-	-	-
3	P _{II}	-	3	-	3	-	-	-
4	P _{III}	-	-	3	-	3	-	-
5	P _{IV}	-	-	3	-	3	-	-
6	Pemulihan P _I & P _{II}	-	√	-	-	-	√	-
7	Pemulihan P _{III} & P _{IV}	-	-	√	-	-	-	√
<i>Jumlah Total</i>		3	6	6	6	6	-	3

Keterangan : √ = lama pendedahan.

2.5. Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan Analisis ANOVA dua jalur untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variable yang diukur. Jika hasilnya berbeda nyata, akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan rerata antar kelompok perlakuan (Snedecor & Cochran, 1982).

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kadar gas CO dalam sebatang rokok selama ± 15 menit menunjukkan adanya perbedaan kadar gas CO antara rokok-berfilter dan tanpa filter yaitu ± 230 ppm untuk yang berfilter dan ± 274 ppm untuk yang tanpa filter. Kadar tersebut termasuk tinggi berdasarkan kadar normal gas CO di udara bebas yaitu antara $0,01 - 0,23 \text{ mg/m}^3$ atau 1-23 ppm (Anonim, 1987). Berdasarkan hasil analisis gas CO tersebut, menunjukkan bahwa filter mempunyai peranan dalam besarnya kadar bahan-bahan toksik yang keluar dari pangkal rokok yang dihisap. Tingginya kadar CO dalam asap rokok-berfilter dan tanpa filter ternyata dapat mempengaruhi terjadinya penurunan jumlah konsumsi oksigen pada hewan uji. Hal ini terlihat dari hasil uji data penelitian secara statistik.

Hasil uji statistik pada pengukuran jumlah konsumsi O₂ masa perlakuan menunjukkan adanya penurunan secara sangat nyata jumlah konsumsi O₂ pada kelompok perlakuan bila dibandingkan dengan kelompok kontrol yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil uji statistik pada pengukuran konsumsi oksigen

Sumber keragaman	JK	db	KT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	0,4642	5	0,0928	26,28**	3,11	5,06
Galat	0,0424	2	0,0035			
Total	0,5066	17				

Keterangan : ** Di antara perlakuan-perlakuan terdapat perbedaan yang sangat nyata terhadap konsumsi oksigen masa perlakuan ($P < 0,01$)

Sedangkan hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kelompok perlakuan dengan kontrol yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. hasil uji DMRT

Kontrol	Rokok-berfilter	Rokok-tanpa filter
0,83000 ^a	0,58000 ^b	0,53000 ^b
$R^2=0,916305$; $CV=9,192\%$		

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada ($P < 0,05$)

Pendedahan asap rokok menyebabkan jumlah konsumsi O_2 menurun dan di bawah normal terutama pada perlakuan asap rokok-tanpa filter pendedahan 30 hari. Untuk perlakuan dengan rokok-berfilter 10 hari (P_1) dan tanpa filter 10 hari (P_2), memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata. Begitu pula pada perlakuan rokok-berfilter (P_3) dan tanpa filter selama 30 hari (P_4). Kemudian antara perlakuan 10 hari dan 30 hari dengan rokok-berfilter (P_1 dan P_3), memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata. Begitu pula hal ini terjadi pada perlakuan 10 hari dan 30 hari dengan rokok-tanpa filter (P_2 dan P_4) yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Konsumsi oksigen pada perlakuan 10 hari dan 30 hari dengan rokok-tanpa filter (P_2 dan P_4)

Kelompok	K_{10}	P_1	P_2	K_{30}	P_3	P_4
Ulangan						
1	0,64	0,64	0,60	0,90	0,55	0,49
2	0,80	0,60	0,59	1,00	0,58	0,51
3	0,60	0,62	0,52	1,04	0,49	0,47
Rerata (x)	0,68^b	0,62^{cb}	0,57^{cbd}	0,98^a	0,54^{cd}	0,49^d

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada ($P < 0,05$)

Konsumsi O_2 untuk rodentia dengan berat badan 20 kg sebesar 350 ml/kg/jam atau sekitar $0,29 \cdot 10^{-4}$ ml/g/menit untuk setiap 100 g berat badan (Kartolo, 1993). Dalam rerata hasil penelitian, pada berat badan 258,4 g (kelompok P_4 masa perlakuan) besarnya konsumsi O_2 adalah $0,49 \cdot 10^{-4}$ ml/g/menit. Padahal dalam kisaran normal untuk berat badan 258,4 g konsumsi O_2 nya sekitar $0,81 \cdot 10^{-4}$ ml/g/menit. Hal ini berarti konsumsi O_2 perlakuan berada jauh di bawah normal. Penurunan konsumsi O_2 ini diduga disebabkan oleh adanya gas CO dalam asap rokok. Berdasarkan perbandingan reratanya, pada perlakuan 10 hari mengalami penurunan jumlah konsumsi O_2 lebih lambat dibanding pada perlakuan 30 hari. Sedangkan pada jenis rokok-tanpa filter mengalami penurunan jumlah konsumsi O_2 yang lebih cepat dibanding pada perlakuan rokok yang berfilter.

Pada masa pemulihan, data konsumsi O_2 menunjukkan adanya peningkatan konsumsi O_2 yang lebih cepat pada kelompok pendedahan 10 hari (P_1

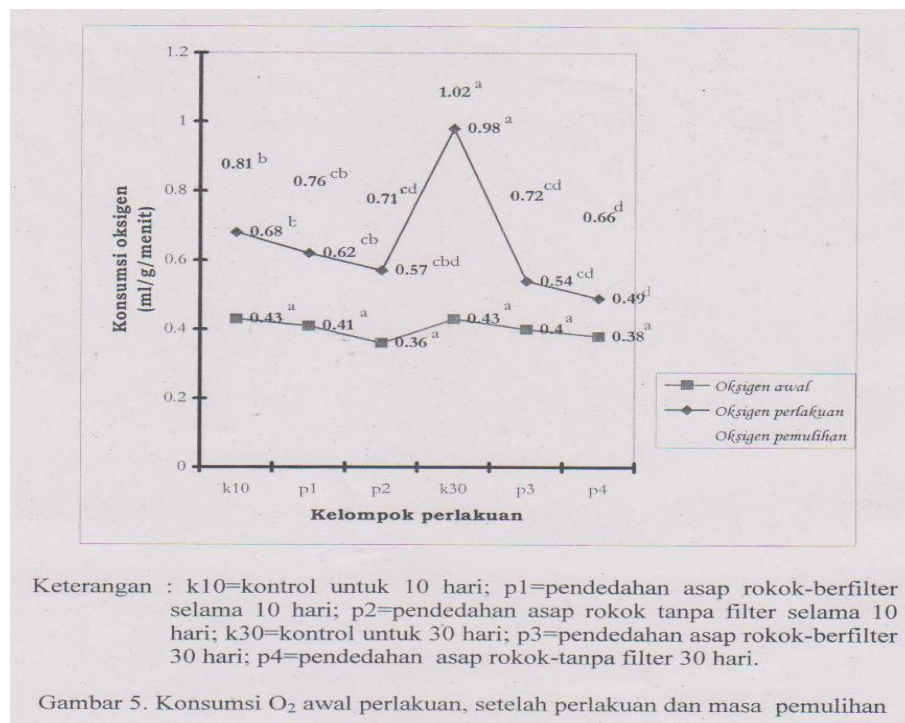
dan P₂) dibanding pada kelompok pendedahan 30 hari (P₃ dan P₄), yang dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Hasil konsumsi oksigen saat pemulihan pendedahan 10 hari dan 30 hari (P₃ dan P₄)

Kelompok	K ₁₀	P ₁	P ₂	K ₃₀	P ₃	P ₄
Ulangan						
1	0,90	0,64	0,60	0,90	0,55	0,49
2	0,77	0,60	0,59	1,00	0,58	0,51
3	0,76	0,62	0,52	1,04	0,49	0,47
Rerata (x)	0,81^b	0,62^{cb}	0,57^{cbd}	0,98^a	0,54^{cd}	0,49^d

Keterangan : huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada (P<0,05)

Hubungan antara jumlah konsumsi O₂ awal, setelah perlakuan, dan masa pemulihan terlihat pada grafik berikut



Proses keseluruhan yang terjadi di dalam tubuh, dengan adanya gas CO yang terhirup saat perlakuan menyebabkan terjadinya perebutan sisi aktif Hb darah oleh O₂ dan gas CO. Perebutan ini menyebabkan terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) yang mengakibatkan O₂ yang larut dalam plasma darah menjadi sedikit dan tekanan parsial oksigen (PO₂) dalam darah menurun. Kondisi ini memicu kemoreseptor O₂ yang berupa katekolamin untuk menyampaikan impuls ke saraf ke area inspiratori sehingga terjadilah peningkatan laju respirasi. Peningkatan ini lebih diperkuat dengan adanya nikotin yang

mempunyai efek nikotik pada asetilkolin sehingga mengganggu sistem saraf untuk meneruskan impuls. Dalam hal ini nikotin yang memiliki gugus molekul mirip dengan asetilkolin merebut sisi aktif dari enzim yang bekerja pada daerah sinap sehingga hal ini dapat menyebabkan terganggunya penerusan sinyal listrik pada sistem saraf khususnya di daerah sinap. Selain itu efek nikotik ini juga dapat menyebabkan depolarisasi sel-sel otot skelet yang diikuti oleh adanya kekejangan otot. Meningkatnya laju respirasi oleh kedua faktor tersebut, diikuti pula oleh adanya peningkatan frekwensi inspirasi dan ekspirasi sehingga menyebabkan otot-otot pernafasan bekerja lebih cepat dari biasanya serta memicu dikeluarkannya hormon kortikosteroid untuk mengurangi kekejangan pada otot pernafasan. Apabila kekejangan otot ini terus menerus berlangsung, akan dapat menyebabkan otot paralisis yang berakibat terjadinya kegagalan pernafasan (tidak normalnya pertukaran O_2 dan CO_2). Kondisi ini menyebabkan terjadinya hipoksia ditingkat jaringan yang dapat menstimulus sistem saraf pusat sehingga kelenjar adrenal bagian medula dikontak agar mengeluarkan hormon aldosteron ke ginjal sehingga sel jangkanglomerulus pada ginjal terangsang dan akan mensekresikan eritropoietin yang bisa menstimulasi sumsum tulang merah untuk menjalankan proses eritropoiesis lebih cepat, akibatnya eritrosit yang diproduksi meningkat pula. Dengan meningkatnya produksi eritrosit, maka kadar Hb darah dan persentase hematokrit akan meningkat pula. Meningkatnya kadar Hb akan menyebabkan viskositas (kekentalan) darah berubah, kondisi ini akan memicu hati untuk memproduksi protein-protein komponen plasma darah seperti albumin, globulin, fibrinogen dan protrombin secara berlebih. Tapi karena sel-sel hati dan sel Kupffer terganggu kerjanya akibat adanya residu karbon dari CO, maka sistem saraf pusat akan mengontak kelenjar adrenal bagian medula untuk mengeluarkan hormon ACTH (Adrenokortikotropik) ke hati untuk membantu merangsang produksi protein-protein seperti β dan α -globulin, agar pesanan-pesanan protein plasma terpenuhi sehingga kekentalan darah tetap terjaga dan tekanan osmosa darah tetap stabil. Tetapi bila kondisi hipoksia ini berlangsung lama, maka besarnya kadar protein plasma juga akan semakin menurun.

IV. SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

4.1. Simpulan

- a. Adanya filter pada pangkal sebatang rokok dapat menurunkan besarnya kadar CO dalam asapnya sekitar 16,3 %. Hal ini terlihat dari adanya perbedaan besarnya kadar CO dari rokok-berfilter \pm 230 ppm dan rokok-tanpa filter \pm 274 ppm per batang rokoknya.
- b. Semakin lama masa pendedahan dengan asap rokok-berfilter dan tanpa filter diberlakukan, maka akan semakin meningkat pula konsumsi oksigen hewan uji sampai mencapai normal.

4.2. Saran

- a. Berdasarkan pembahasan yang telah disampaikan berkaitan dengan hasil penelitian, ternyata selain konsumsi oksigen, ada variabel bebas lain yang dapat diukur pada penelitian ini. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengukur variabel lain, seperti kadar Hb, prosentase hematokrit darah,

- kadar protein plasma darah, gambaran histologis dari organ respirasi, serta gambaran darah yang lain (jumlah eritrosit dan jumlah leukosit).
- b. Penelitian ini dapat dilanjutkan pada perokok pasif.

4.3. Rekomendasi

- a. Silahkan penelitian ini dilanjutkan dengan mengukur variabel lain yang seperti kadar Hb, prosentase hematokrit darah, kadar protein plasma darah, gambaran histologis dari organ respirasi, serta gambaran darah yang lain.
- b. Silahkan penelitian ini dilanjutkan pengukurannya pada perokok pasif.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T. Y., (1992). *Rokok dan Kesehatan*. Jakarta: UI Press.
- Chiasson, R. B., (1983). *Laboratory Anatomy of The White Rat*. USA: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Danardono, A. (2004). *Dinamika Persaingan Industri Rokok Kretek di Indonesia (Studi Kasus PT. Djarum, 2000-2002)*. Yogyakarta: Tesis. PS. Magister Management UGM.
- Fidrianny, Irda, Supardja, IGNA & Soemardji, A.A., (2004). Analisis Nikotin dalam Beberapa Organ Mencit Jantan yang telah Menghirup Asap Rokok. Publikasi Hasil Penelitian. Departemen Farmasi ITB. Jakarta: Majalah Farmasi Indonesia.
- Ganong, W.F.G., (1995). *Review of Medical Physiology* (Buku Ajar Fisiologi Kedokteran) (Petrus Andrianto. Terjemah). Jakarta: EGC.
- Herman (1997). Pengaruh Gas Asap Buang Bahan Bakar Solar Terhadap Darah dan Struktur Organ Pernafasan Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.). Yogyakarta: Tesis. PS. Biologi Fakultas Biologi UGM.
- Kerkut, G. A., (1973). *Experiments in Physiology and Biochemistry*. London and New York: Academic Press.
- Lehninger, A.L., (1993). *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid 1 (Dr. Ir. Maggy Thenawidjaja. Terjemah). Jakarta: Erlangga.
- Loeppky, J.A. and Riedesel, M.L., (1982). *Oxygen Transport To Human Tissues*. New York.: sevier North Holland, Inc.
- Lu, F.C., (1995). *Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Jakarta: UI Press.
- Marshall, P.T and Hughes, G.M., (1980). *Physiology of mammals and other vertebrates*. Melbourne Sydney: Cambridge University Press.
- Nikinmaa, M. (1990). *Vertebrate Red Blood Cells, Adaptations of Functions to Respiratory Requirements*. New York: Springer-Verlag Heidelberg.
- Prisco, G.D., Giardina, B. and Weber, R.E., (2000). *Hemoglobin Function in Vertebrates, Molecular Adaptation in Extreme and Temperate Environment*. Italia. Milano : Springer-Verlag.

Smith, J.B. and Mangkoewidjojo, S. (1988). *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta: UI Press.

Snedecor, G.W. and Cochran, W.G., (1982). *Statistical Methods*: 7th ed. USA: The Iowa University Press.

Yuningtaswari.(2001). Pengaruh Asap Berbagai Jenis Rokok Terhadap Peroksidasi Lipid Plasma Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.). Yogyakarta: Tesis. PS. IKD dan Biomedis Fakultas Kedokteran UGM.

PERTANYAAN

No	Penanya/Instansi	Pertanyaan	Jawaban
1.	Prof. Dr. Ashadi UNS	asap rokok tergantung pembakaran jika untuk perokok orang kesulitan maka diambil contoh tikus putih, bagaimana suhu didalamnya?	Suhunya tidak diamati, tikus diminta merokok dengan cara melalui alat.
2.	Meti Indrowati S.Si, M.Si. UNS	bagaimana managemennya? data konsumsi oksigen bisa dibuat serial untuk penelitian untuk beberapa tikus.	P ₀ =control, P ₁ =asap rokok yang tanpa filter 10 hs, P ₂ =asap rokok yang tanpa filter 20 hs