
**PENGUJIAN TERHADAP KADAR GAS FORMALIN DI RUANG PRAKTIKUM
LABORATORIUM ANATOMI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA (UII)
(Studi Level Toksisitas Dibandingkan Dengan Standar Nilai Ambang Batas)**

R. Edi Fitriyanto¹, Zainuri Sabta Nugraha²

Abstract

Formaline solvent is widely used in life, example as a preservative cadaver in anatomy laboratory. Formaline solvent can evaporate easily, in the form of gas it should be react with mucous layer quickly, especially at respiratory tract. In human body, it is oxidated become formic acid, especially in the cells of liver and red blood. In many earlier researches, the short-term exposure caused irritation to the local mucous surface of eyes, nose and up respiratory tract. However, the long term exposure caused tumor growth in the rat nose, pulmonary tissue damage and asthma reactions in sensitive individuals. The aim of the study is to measure formaline gas concentration and comparing the result with Thresold Limit Value (TLV) that safety for health. The research is nonexperimental study with associative analysis. The research objects were practice space, storage cadaver space and lobby of Anatomy Laboratory. The research subjects were divided into 3 phases of measurement, phase I is measurement in the athmosphere (control), phase II is measurement in practice space laboratory during activities and phase III is measurement in practice space laboratory with no activities. Formaline gas concentration in practice space Anatomy Laboratory is under the TLV (TLV: 0.3 ppm) with no activities. During activities, it is over the TLV: in preparation space 0,99569 ppm and practise space 0,37804 ppm. Formaline gas concentration in practice space during activities is over the TLV. It is a risk to cause some health disorders, especially to user and staff of the laboratory. It need good planning of practise programs and design of anatomy laboratory based on safety.

Keywords:

Formaline, toxicity value, threshold limit value, anatomy laboratory, Faculty of Medicine Islamic University of Indonesia.

ABSTRAK

Larutan Formalin banyak digunakan dalam kehidupan, salahsatunya sebagai bahan pengawet kadaver di laboratorium anatomi. Formalin terlarut mudah menguap dalam bentuk gas, dan bereaksi cepat dengan mukosa terutama saluran pernapasan. Di dalam tubuh, formalin teroksidasi membentuk asam format, terutama pada sel hati dan darah merah. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa paparan dalam jangka pendek menyebabkan iritasi lokal pada mukosa mata, hidung dan saluran pernapasan atas. Sedangkan paparan dalam jangka lama bisa menyebabkan pertumbuhan tumor hidung pada tikus. Gas formalin juga bisa menyebabkan kerusakan jaringan paru dan reaksi asma pada individu yang sensitif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar gas formalin di Ruang Praktikum Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Uii dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang aman untuk manusia. Penelitian ini adalah penelitian noneksperimental asosiatif, dengan membandingkan data hasil pengujian kadar gas formalin di Laboratorium Anatomi dengan nilai ambang batas (NAB). Obyek yang digunakan: ruang praktikum, ruang penyimpanan kadaver dan ruang lobi Laboratorium Anatomi. Subyek penelitian dibagi menjadi 3 fase pengukuran: fase I pengukuran pada udara bebas (kontrol), fase II di ruang laboratorium pada saat tidak ada kegiatan praktikum, fase III pada saat dilakukan kegiatan praktikum. Hasil penelitian menunjukkan kadar gas formalin di ruang laboratorium anatomi FK Uii pada saat tidak dilaksanakan praktikum berada di bawah NAB (kurang dari 0,3 ppm). Kadar gas formalin pada saat dilaksanakan praktikum di atas NAB: di ruang preparasi 0,99569 ppm dan ruang praktikum pada praktikum 0,37804 ppm. Kadar gas formalin pada saat kegiatan praktikum, di atas NAB yang aman bagi kesehatan manusia. Hal ini merupakan risiko beberapa gangguan terhadap kesehatan, terutama bagi pengguna dan petugas laboratorium anatomi. Untuk itu perlu perencanaan kegiatan praktikum dan desain laboratorium anatomi yang aman bagi kesehatan.

Kata kunci:

Gas formalin, nilai toksisitas, nilai ambang batas, Laboratorium Anatomi, Fakultas Kedokteran Uii

¹ Departemen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia

² Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia

PENDAHULUAN

Formalin adalah nama dagang dari larutan yang mengandung 37% formaldehid. Formaldehid adalah suatu senyawa aldehid yang bersifat sangat reaktif dan tersusun dari unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksida dengan rumus umum CH_2O . Formalin mempunyai sifat tidak berwarna, memiliki bau yang menyengat dan dapat berpolimerisasi dalam air. Bau menyengat formalin dapat terdeteksi pada konsentrasi di bawah 1 ppm. Larutan formalin 37% mendidih pada 96 C, pada pemanasan yang lebih tinggi akan terurai menjadi karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO).^{1,2,3}

Formalin banyak digunakan secara luas, dalam bidang kedokteran dipakai untuk bahan pengawet, salahsatunya adalah untuk jenazah yang digunakan sebagai preparat basah (kadaver) di laboratorium anatomi.^{4,5} Sampai saat ini penggunaan kadaver dalam praktikum anatomi masih menjadi metode pembelajaran penting bagi mahasiswa. Dalam hal ini, istilah "*Mortui Vivos Dozen*" yang berarti jenazah sebagai dosen terbaik masih relevan, mengingat penggunaan kadaver yang diawetkan dengan formalin sebagai bahan praktikum masih lazim dipakai. Paparan gas formalin karena aktivitas di laboratorium anatomi yang tinggi membuat para pengguna laboratorium (dosen, staf laboratorium, asisten dan mahasiswa) memiliki resiko tinggi terhadap efek toksisitasnya.⁶

Secara fisiologis formalin yang masuk ke dalam tubuh manusia, dapat di netralkan menjadi H_2 dan CO_2 , namun paparan yang berulang kali akan memberikan efek negatif pada kesehatan manusia baik efek ringan berupa iritasi, efek sedang berupa reaksi inflamasi maupun efek yang berat sebagai senyawa karsinogen. Gas formalin dapat bereaksi cepat dengan lapisan lendir saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Di dalam tubuh akan segera teroksidasi membentuk asam format terutama di hati dan sel darah merah. Paparan dalam jangka waktu pendek menyebabkan iritasi lokal pada membran mukosa terutama mata, hidung dan saluran pernapasan atas.^{7,8} Pada penelitian dengan hewan coba, paparan dalam jangka waktu lama menyebabkan tumor pada hidung tikus percobaan.⁹ Selain itu, formaldehid juga bisa menyebabkan kerusakan

pada paru-paru dan menyebabkan reaksi asma pada individu yang sensitif.^{10,11,12}

Efek formalin terhadap kesehatan dapat dibagi menjadi dua, yaitu

1. akut, berupa iritasi, alergi, kemerahan, mata berair, mual, muntah, rasa terbakar, sakit perut dan pusing.
2. kronik, berupa iritasi parah, mata berair, gangguan pencernaan, gangguan fungsi hati, kerusakan ginjal, kerusakan pankreas, gangguan sistem saraf pusat dan gangguan menstruasi. Pada penelitian diketahui dapat menyebabkan kanker pada hewan coba, sehingga perlu diteliti lebih lanjut apakah juga bersifat karsinogenik pada manusia.¹

Inhalasi gas formalin dapat memberikan dampak primer di saluran napas, respon dan berat ringannya efek tergantung dari konsentrasinya di udara. Inhalasi akut pada konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan kerusakan histopatologis dan terjadi *cross-linking* protein DNA sel-sel mukosa nasal pada tikus dan monyet¹³.

Toksitas formalin sebanding dengan konsentrasi, serta berbanding terbalik dengan sirkulasi udara dan ventilasi sinar matahari. Sementara itu, pada ruangan praktikum anatomi dengan sirkulasi udara dan ventilasi yang tidak memadai, maka gas formalin akan cenderung akan menetap dalam ruangan tersebut.¹⁴ Hal itu disebabkan karena berat jenis dari formaldehid yaitu $1,04 \text{ kg/m}^3$ lebih besar dari berat jenis udara yaitu 1 kg/m^3 , sehingga mobilitasnya di udara ruangan menjadi rendah.^{15,16} Sedangkan formalin di alam bebas akan dihilangkan secara alamiah oleh reaksi fotolisis sinar matahari. Selain itu, gas formalin tidak terjebak pada suatu ruang, sehingga partikelnya akan lebih terdistribusi pada ruang yang lebih luas, dan menyebabkan konsentrasinya menjadi lebih rendah secara alamiah. Di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia, praktikum anatomi dilaksanakan setiap 1-2 hari sekali atau 3-5 kali dalam satu minggu. Padatnya jadwal tersebut, sudah seharusnya menjadi perhatian kita, agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi pengguna laboratorium, baik mahasiswa, asisten, staf laboratorium, peneliti dan dosen. Sampai saat ini belum pernah dilakukan penelitian terhadap kadar dan efek formalin di laboratorium anatomi,

sehingga sudah seharusnya dilakukan penelitian ini, karena kadar gas formalin yang terukur dapat dijadikan pedoman keamanan laboratorium.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar gas formalin di laboratorium anatomi Fakultas Kedokteran UII di ruang praktikum, ruang penyimpanan kadaver, dan di ruang lobi laboratorium anatomi pada saat dilaksanakan praktikum dan pada saat tidak ada praktikum, kemudian dibandingkan dengan standar nilai ambang batas keamanan bagi manusia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi Fakultas Kedokteran UII dalam menerapkan prinsip-prinsip *safety laboratory*.

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian noneksperimental asosiatif, dengan membandingkan antara data hasil pengujian dan standar baku.

2. Target Penelitian

Obyek yang digunakan adalah ruang praktikum, ruang penyimpanan kadaver dan ruang lobi laboratorium anatomi.

3. Variabel Penelitian

- Variabel bebas: Periode pengambilan sampel
- Variabel terikat: Kadar formalin gas dalam bentuk ppm atau mg/mL
- Variabel terkontrol: Variabel obyek: seluruh kipas angin ruangan dan kipas angin pembuang udara (*exhauser*) harus selalu menyala pada saat pengukuran.

4. Pembagian Kelompok

Subyek pada penelitian ini dibagi menjadi 3 fase pengukuran, yaitu:

- fase I; (kontrol) pengukuran pada udara bebas dalam radius 100 m dari laboratorium anatomi.
- fase II; pengukuran ruang di laboratorium pada saat tidak ada kegiatan praktikum
- fase III; pengukuran ruang di laboratorium pada saat dilakukan kegiatan praktikum.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

- Sampler*: kaset filter 37 mm, *screen stainless* berpori 1-3 μm , tabung kaset fleksibel
- Personal sampling pump*, 0,2 – 1 L/menit dengan tabung penghubung fleksibel
- Botol, *screw-cap low density polyethylene (nalgene CPE or equivalent)*, 50 ml.
- Spektrofotometer, visible, 580 nm, with cuvettes, 1 cm
- Pipet volume 0,1-, 0,5-, 1-, 4-, 5-, 6-, dan 10 mL;
- Labu takar, 10- dan 100 mL, dan 1 L
- Biuret, 50 ml
- pH meter
- flasks, glass-stoppered*, 25 mL
- Graduated cylinder*, 25 mL
- Penangas air at 95 °C
- Magnetic stirrer*
- Beaker* 50 mL
- Termometer
- Manometer digital
- Higrometer digital

2. Bahan

- Chromotropic acid* 10%, Dilute 0,10 g 4,5-dihydroxy-2,7-naphthalene disulfonic acid disodium salt to 10 mL with distilled water.
- Sulfuric acid* (H_2SO_4) 96%.
- Formaldehyde stock solution* 1mg/nl
- Formalin solution* 37%.
- Distilled, deionized water*
- Sulfuric acid* 0,02 N cair
- Sodium hydroxide* 0,01 N cair
- Sodium sulfite* 1,13 M cair, kondisi fresh sebelum digunakan
- Sodium bisulfite* (NaHSO_3) 1%.
- Magnesium sulfat

C. Tempat Penelitian

Penelitian di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran UII, sampel tempat yang digunakan sebagai subjek penelitian:

- Ruang praktikum anatomi.
- Ruang penyimpanan kadaver
- Lobby laboratorium
- Udara bebas radius 100 m dari laboratorium anatomi

D. Prosedur Pelaksanaan

- Udara dalam ruangan yang telah ditentukan di hisap dengan tabung berfilter dengan menggunakan absorben.

PENGUJIAN TERHADAP KADAR GAS FORMALIN DI RUANG PRAKTIKUM LABORATORIUM ANATOMI FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA (UII)

2. Udara yang sudah diserap oleh absorben berikut absorbennya kemudian di bawa ke laboratorium untuk dilakukan uji formalin (H₂C=O) dengan menggunakan metode spektrofotometri VIS dari NIOSH *Manual of Analytic Methods*.

ada aktivitas praktikum, diperoleh hasil seperti Tabel 1.

Pengujian sampel kadar formalin di udara laboratorium Anatomi FK UII yang dilaksanakan pada waktu persiapan dan saat aktivitas praktikum, diperoleh hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Kadar formalin gas, suhu dan kelembaban ruang laboratorium anatomi pada saat tidak ada praktikum.

Lokasi	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan udara (mmHg)	Kadar formalin (ppm)	Keterangan
Ruang preparasi	25,8	61	736,6	0,17923	Di bawah NAB
Ruang praktikum	29	55	736,6	< 0,00001	Di bawah NAB
Ruang lobi	28	61	735,5	< 0,00001	Di bawah NAB
Kontrol	32	45	736,6	< 0,00001	Di bawah NAB

E. Analisis Data

Hasil pengukuran dalam bentuk mg/mL atau ppm kemudian dibandingkan dengan standar nilai ambang batas kesehatan menurut aturan keselamatan dan kesehatan kerja. Data ini nantinya diharapkan dapat dijadikan dasar untuk memperbaiki konsep laboratorium anatomi FK UII

B. Pembahasan

Nilai ambang batas (NAB) atau *Threshold Limit Value (TLV)* adalah konsentrasi zat-zat kimia di udara yang menggambarkan suatu kondisi dimana hampir semua orang yang terpapar berulang kali, dalam jangka waktu lama tidak menimbulkan efek yang merugikan. NAB

Tabel 2. Kadar formalin gas, suhu dan kelembaban ruang laboratorium anatomi pada saat ada aktivitas praktikum.

Lokasi	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan udara (mmHg)	Kadar formalin (ppm)	Keterangan
Ruang preparasi	25,8	61	736,6	0,99569	Di atas NAB
Ruang praktikum	29	55	736,6	0,37804	Di atas NAB
Ruang lobi	28	61	735,5	< 0,00001	Di bawah NAB
Kontrol	32	45	736,6	< 0,00001	Di bawah NAB

yang memperhatikan *safety laboratory*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pengujian kadar formalin di udara laboratorium Anatomi FK UII yang dilaksanakan pada waktu tidak

digunakan sebagai pedoman dalam pengendalian bahaya-bahaya kesehatan¹⁷.

Nilai Ambang Batas (NAB) dibagi menjadi 3 kategori:

1. *Threshold Limit Value-Time Weight Average (TLV-TWA)*, yaitu konsentrasi rata-rata untuk 8 jam kerja normal dan 40 jam seminggu,

dimana hampir seluruh yang terpapar berulang-ulang, hari demi hari tanpa timbulnya gangguan yang merugikan.

2. *Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit* (TLV-STEL), yaitu konsentrasi dimana orang dapat terpapar terus-menerus untuk jangka pendek yaitu 15 menit, tanpa mendapat gangguan berupa iritasi, kerusakan jaringan yang menahun dan irreversible dimana dapat meningkatkan kecelakaan atau mengurangi efisiensi.

preparasi menjadi 0,99569 ppm (di atas LOD), sementara di ruang praktikum terjadi peningkatan menjadi 0,37804 ppm (di atas LOD).

Beberapa organisasi yang mempunyai kriteria NAB formaldehid masing-masing, diantaranya: *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR), *Occupational Safety and Health*

Tabel 3. Daftar Nilai Ambang Batas formaldehid di beberapa organisasi (National Academy of Sciences, 2007)

Organisasi	Tipe	Level paparan (ppm)	referensi
ACGIH	TLV-C	0,3	ACGIH 2001
NIOSH	REL-C	0,1 (15 menit)	NIOSH 2004
	REL-TWA	0,016	
OSHA	PEL-STEL	2 (15 menit)	29 CFR 1910.1048 ©
	PEL-TWA	0,75	
NASA	SMAC		NRC 1994
	1 jam	0,4	
	24 jam	0,1	
	30 hari	0,04	
	180 hari	0,04	
ATSDR	Acute MRL	0,04	ATSDR 1999
	Intermediate MRL	0,03	
	Chronic MRL	0,08	
NAC/NRC	Proposed AEGL-1 (1 jam)	1	EPA 2004
	Proposed AEGL-2 (1 jam)	8	
	Proposed AEGL-1 (8 jam)	1	
	Proposed AEGL-2 (8 jam)	8	

3. *Threshold Limit Value-Ceiling* (TLV-C) yaitu konsentrasi yang tidak boleh dilampaui setiap saat¹⁸.

Menurut WHO 1989, standar NAB yang diperuntukkan bagi tenaga kerja atau manusia yang beraktivitas adalah 0,3 ppm¹⁴. Artinya kadar formalin tertinggi yang masih diperbolehkan ada di udara dilingkungan orang bekerja atau beraktivitas adalah 0,3 ppm. Dari hasil pengujian di laboratorium anatomi FKUII saat tidak ada praktikum menunjukkan kadar gas formalin masih dibawah 0,00001 ppm (di bawah LOD), ruang preparasi kadar gas formalin 0,17923 ppm. Pada saat praktikum terjadi peningkatan kadar di ruang

Administration (OSHA), dan *National Research Council* (NRC). Menurut ASHARE (*American Society For Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Enginer*) untuk *indoor air quality* adalah 0,1 ppm untuk 8 jam kerja (TLV-TWA) dan 0,1 ppm (TLV-C). OSHA, untuk TLV-TWA adalah 3 ppm dan TLV-C adalah 5 ppm. NIOSH, untuk TLV-TWA adalah 0,016 ppm dan TLV-C adalah 0,1 ppm. Dan menurut ACGIH, untuk TLV-C adalah 0,3 ppm, sedangkan NIB untuk TLV-C adalah 2 ppm¹⁷.

Keterangan :

TLV-C : *Threshold Limit Value-Ceiling*

REL-C : *Recommended Exposure Limit-Ceiling*

REL-TWA : *Recommended Exposure Limit-Time*

Weight Average

PEL-STEL : Permissible Exposure Limit-Short Term
Exposure Limit

PEL-TWA : Permissible Exposure Limit-Time Weight
Average

SMAC : Spacecraft Maximum Allowable
Concentration

MRL : Minimal Risk Level

AEGL : Acute Exposure Guideline Level

Sedangkan di Indonesia, berdasarkan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Transmigrasi dan Koperasi No. SE-02/Men/1978 nilai ambang batas (NAB) formalin adalah 2 ppm (nilai KTD). Nilai KTD adalah kadar tertinggi yang diperkenankan atau disebut *ceiling*, yaitu kadar dalam kondisi yang tidak membahayakan.

Beberapa penelitian mengenai efek formaldehid terhadap kesehatan manusia, didapatkan bahwa paparan gas formalin (1-3 ppm) menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan atas^{19,20}. Kebanyakan orang tidak bisa mentoleransi terhadap paparan yang lebih dari 5 ppm; diatas 10-20 ppm menyebabkan gejala yang memburuk dan terjadi pernapasan pendek²¹. Pada konsentrasi yang rendah, formaldehid sudah memberikan efek yang mengganggu kesehatan manusia. Sudah dapat dipastikan bahwa jika konsentrasi paparan formaldehid tersebut tinggi maka akan menimbulkan efek yang lebih hebat lagi bagi manusia. Konsentrasi yang tinggi dari formaldehid menyebabkan obstruksi hidung, edema paru, *dyspnea*, dan dada terasa sesak^{22,23}.

Pemaparan formalin antara 0,03-3,2 ppm selama 35 menit pada hewan coba didapatkan hasil pada konsentrasi 1,2 ppm menyebabkan iritasi mata dan hidung, konsentrasi 1,7 ppm frekuensi mengedip menjadi sering, dan konsentrasi 2,1 ppm menyebabkan iritasi tenggorokan¹⁹.

Paparan formalin paling banyak terjadi adalah paparan yang melalui hirupan (*inhalation*). Paparan hirupan (*inhalation*) formaldehid dapat menyebabkan iritasi lokal pada membran mukosa, termasuk mata, hidung, saluran pernapasan atas, rasa tidak nyaman dan iritasi atau efek yang berat seperti opafikasi kornea bahkan sampai hilangnya penglihatan. Paparan hirupan (*inhalation*) formaldehid yang lebih tinggi dapat menyebabkan inflamasi saluran pernapasan bawah, inflamasi

bronkus, peradangan paru-paru, dan akumulasi cairan dalam paru-paru. Reaksi dari masing-masing individu berbeda terhadap pemaparan formaldehid, karena diantara individu tersebut ada yang sensitif dan tidak^{20,7,3,24}.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar gas formalin di ruang praktikum laboratorium anatomi FK UII pada saat tidak ada praktikum masih di bawah nilai ambang batas (NAB) yang direkomendasikan.
2. Kadar gas formalin di ruang praktikum laboratorium anatomi FK UII pada saat praktikum meningkat di atas nilai ambang batas (NAB) yang direkomendasikan.
3. Perlu antisipasi untuk mencegah efek yang merugikan bagi pengguna laboratorium, baik dalam perencanaan kegiatan maupun desain laboratorium yang aman.

Saran

Formalin merupakan bahan kimia yang berbahaya, paparan di atas NAB aman dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan, maka penulis memberikan saran:

1. Dibuat ruang laboratorium anatomi yang memudahkan pengeluaran gas formalin, misalnya dengan penataan sirkulasi yang menjamin pembuangan udara udara terbawah.
2. Dilakukan inovasi pembelajaran anatomi dengan media yang lebih aman, sehingga dapat mengurangi kontak dengan gas formalin.
3. Disediakan alat pelindung diri untuk mengurangi dampak akibat kontak dengan formalin, misalnya sarung tangan, masker, kacamata dan jas praktikum bagi pengguna laboratorium.
4. Dilakukan penelitian lanjut tentang pengaruh formalin bagi jaringan tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fielder RJ, Soine GS, Bishop CM, Van Den Heuvel M, Fletcher AP, Toxicity review of formaldehyde. *HSMO*. 1981.
2. Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, The Merck index, *N J Merck and Co*. 1989;11.

3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological Profile for Formaldehyde*. GA Atlanta. 1999. Available: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf> (disunting tanggal 27 Januari 2009).
4. Suruda A, Schulte P, Boeniger M, Hayes RB, Livingston GK, Steenland K, Stewart P, Herrick R, Douthit D, Fingerhul MA, Cytogenetic effects of formaldehyde exposure in students of mortuary science, *Journal of Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 1993;2:453-460.
5. Bedino JH. Formaldehyde exposure hazards and health effects : A comprehensive review for embalmers, *Expanding Encyclopedia of Mortuary Practices*; 2004; 650:2633-2649.
6. Skisak CM. Formaldehyde vapor exposures in anatomy laboratories. *Am Ind Hyg Assoc J* 1983; 44: 948-950.
7. Zwart A, Woutersen RA, Wilmer JWGM, Spit BJ, Feron VJ, Cytotoxic and adaptive effects in rat nasal epithelium after 3-day and 13-week exposure to low concentration of formaldehyde vapor, *Journal of Toxicology*. 1988;51:87-99.
8. Gardner MJ, Pannett B, Winter PD, Cruddas AM, A cohort study of workers exposed to formaldehyde in the British chemical industry: An update, *British Journal of Industrial Medicine* 1993;50:827-834.
9. Monticello TM, Swenberg JA, Gross EA, Correlation of regional and nonlinear formaldehyde-induced nasal cancer with proliferating populations of cells, *Journal of Cancer* 1996;56:1012-1022.
10. Berstein RS, Staynedr LT, Elliot LJ, Kimbrough R, Inhalation exposure to formaldehyde : An overview of its toxicology, epidemiology, and monitoring and control, *Am Ind Hyg Assoc J* 1984;45:778-785.
11. Burge PS, Harries MG, Lam WK, O'Brien, I.M., Patchett, P.A., Occupational asthma due to formaldehyde, *Thorax* 1985;40(4):255-260.
12. Gorski P, Krokowiak A, Formaldehyde induced bronchial asthma-Does it really exist? *Polish, J Occup Med* 1991;4(4):317-320.
13. Holmström M, Wilhelmsson B, Hellquist H. Histological changes in the nasal mucosa in rats after long-term exposure to formaldehyde and wood dust. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1989;108: 274-283.
14. Celik HH, Sargo MF, Celik, MH, Uski SS, Celik HT. A review of the health effects of formaldehyde toxicity, *Journal of Anatomy* 2004;1-10.
15. WHO. International programme on chemical safety environmental health criteria 89 formaldehyde, WHO. 1989. Available: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm> (didownload 27 Januari 2009).
16. Davarian A. Fazeli SA, Azarhoush R, Gosalipour. Histopathologic changes of rat tracheal mucosa following formaldehyde exposure, *Int J Morphol* 2005;23(4):369-372.
17. Naria E. *Resiko pemajanan formaldehid sebagai bahan pengawet tekstil di lingkungan kerja*, Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara. 2004.
18. Kusnopranto H. *Toksikologi Lingkungan*. FKMUI dan Puslit Sumber Daya Manusia dan Lingkungan, Jakarta. 1995.
19. Weber-Tschoppe A. Fischer T. Grandjean, E., Irritating effects of formaldehyde on men, *Int Arch Occup Environ Health* 1977;39(4):207-218.
20. Kulle TJ. Acute odor and irritation response in health nonsmokers with formaldehyde exposure, *Journal of*

- Inhalation Toxicology*;5(3).1993.h.:323-332.
21. Feinman SE. *Formaldehyde sensitivity and toxicity*. CRC Press, Boca Raton (FL). 1988.
 22. Porter JA. *Letter: Acute respiratory distress following formalin inhalation*. 1975. *Lancet*;2(7935):603-604.
 23. Solomons K, Cochrane JW. Formaldehyde toxicity (part 1), *S Afr Med J* 1984;66(3):101-102.
 24. National Academy of Sciences. *Emergency and Continuous Exposure Guidance Level for Selected Submarine Contaminants*. National Academies Press, Washington. Available:
<http://www.nap.edu/catalog/11170.html>
(disunting 27-01-2009). 2007.h.103-1