



UNIVERSITAS INDONESIA

HUBUNGAN ANTARA PAJANAN FORMALDEHIDA DENGAN  
FUNGSI KOGNITIF  
PADA PEKERJA INDUSTRI KAIN BAN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar  
Spesialis Kedokteran Okupasi

ADE DWI LESTARI  
1106026564

FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS INDONESIA  
PENDIDIKAN PROGRAM SPESIALIS  
KEDOKTERAN OKUPASI  
JAKARTA  
JUNI 2014

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ade Dwi Lestari

NPM : 1106026564

Tanda Tangan :

Tanggal : 07 Juni 2014

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ade Dwi Lestari  
NPM : 1106026564  
Program Studi : Kedokteran Okupasi  
Judul Tugas Akhir : Hubungan Antara Paparan Formaldehida Dengan Fungsi Kognitif Pada Pekerja Industri Kain Ban.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar spesialis okupasi pada Program Pendidikan Dokter Spesialis Kedokteran Okupasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Retno Asti Werdhani, M.Epid  
Pembimbing : Dr. Sudadi Hirawan, MS, Sp.Ok  
Penguji : Dr. Johannes Hudyono MS Sp.Ok,MFPM  
Penguji : Dr. Aria Kekalih.MTi

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

### KETUA PROGRAM STUDI

DR. Dr. Astrid W. Sulistomo, MPH., Sp.Ok

(.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Juni 2014.....

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “Hubungan Antara Paparan Formaldehida dengan Fungsi Kognitif pada Pekerja Industri Kain Ban” ini dapat diselesaikan. Proposal tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Spesialis Okupasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya, kepada :

1. Dr. Retno Asti Werdhani, M.Epid atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing.
2. dr. Sudadi Hirawan, MS.Sp.Ok atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing.
3. DR. Dr. Astrid W. Sulistomo, MPH., Sp.Ok selaku Ketua program studi Spesialisasi Kedokteran Okupasi.
4. Dr. Muchtaruddin Mansyur, MS, SpOk, PhD yang telah memberikan masukan dan saran pada saat perkuliahan dalam mata kuliah penelitian.
5. Seluruh Dosen program Spesialisasi Kedokteran Okupasi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
6. Ayahanda R. Sofyan. TS, Ibunda Maria Rondiyah atas segala dukungan dan doanya
7. Suami Bayu Priyambodo dan Anak Zacharie Arya Damar atas segala motivasi, perhatian dan doanya serta kesabarannya.

8. Rekan-rekan sesama penelitian dr.Kemal Zachariah, dr.Pusparini dan dr.Mei Wulandari
9. Rekan-rekan mahasiswa Pendidikan Spesialis Kedokteran Okupasi
10. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan pengalaman, pengetahuan maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan perlu pengembangan lebih lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu kedokteran okupasi di masa yang akan datang.

Jakarta, Juni 2014

dr. Ade Dwi Lestari

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ade Dwi Lestari  
NPM : 1106026564  
Program Studi : Kedokteran Okupasi  
Fakultas : Fakultas Kedokteran  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk membeikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Hubungan Antara Paparan Formaldehida dengan Fungsi Kognitif  
pada Pekerja Industri Kain Ban**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.  
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal : 7 Juni 2014

Yang menyatakan,

(Ade Dwi Lestari)

## ABSTRAK

Nama : Ade Dwi Lestari  
Program Studi : Kedokteran Okupasi  
Judul : Hubungan antara Paparan Formaldehida dengan Fungsi Kognitif pada Pekerja Industri Kain Ban

Penelitian ini bertujuan mencari hubungan paparan formaldehida yang ada di industri kain ban dengan gangguan fungsi kognitif yang dinilai dengan kuesioner *Mini Mental Status Examination* (MMSE). Pengukuran formaldehid lingkungan sebesar 0,4 ppm berada dibawah nilai ambang batas namun perhitungan semikuantitatif dalam kategori sedang dan tinggi. Hasil uji potong lintang antara kelompok terpajan dan tidak terpajan pada 124 responden laki-laki, didapatkan 23,4% mengalami gangguan fungsi kognitif terdiri dari 8,1% pada pekerja yang tidak terpajan dan 15,3% pada pekerja yang terpajan formaldehida. Variabel yang paling berpengaruh adalah paparan formaldehid lingkungan OR 2,46 (95% CI 1,007-6,005) dan kondisi prehipertensi dan hipertensi OR 3,64 (95% CI 1,338 – 9,903). Selain secara statistik dan mekanisme biologi bermakna, pemantauan dan intervensi yang dilakukan untuk kedua variabel tersebut juga lebih mampu laksana.

Kata kunci : Paparan Formaldehida, fungsi kognitif, MMSE, Prehipertensi dan hipertensi

## ABSTRACT

*Name* : Ade Dwi Lestari  
*Study Program* : Kedokteran Okupasi  
*Title* : *Relationship Between Formaldehyde Exposure with Cognitive Function in c Tire Cord Industry Workers*

*This study aims to find the relationship between formaldehyde exposure in the tire cord industry and cognitive function assessed by Mini Mental Status Examination questionnaire (MMSE). Measurement of environmental formaldehyde is 0.4 ppm and below TWA value, but the calculation of semiquantitative in medium and high category result. A cross-sectional methode done between exposed and unexposed groups in 124 male respondents. The result is 23.4% had cognitive impairment, unexposed group 8,1% and exposed group 15,3%. Most influent variable are environment formaldehyde exposure OR 2,46 (95% CI 1,007-6,005) and Prehypertention and Hypertention Condition OR 3,64 (95% CI 1,338–9,903). The variabels are statistically and biological mechanism significant, also reliable to do monitoring and intervention*

*Keyword: Formaldehyde Exposure, Cognitive Function, MMSE, Prehypertention and Hypertention.*

## DAFTAR ISI

Judul .....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir.....	vi
Abstrak.....	viii
Abstract.....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Singkatan .....	xiv
BAB I Pendahuluan .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Permasalahan .....	4
I.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
I.4 Tujuan .....	4
I.5 Manfaat .....	5
BAB II Tinjauan Pustaka.....	6
II.1 Formaldehida .....	6
II.2 Toksikokinetik .....	6
II.3 Toksikodinamik .....	9
II.4 Biomonitoring .....	13
II.5 Monitoring Lingkungan.....	15
II.6 Fungsi Kognitif.....	16
II.6.1 Fungsi Kognitif dan Paparan formaldehida.....	21
II.6.2 Genetik .....	22
II.6.3 Usia .....	23
II.6.4 Jenis Kelamin.....	23

II.6.5 Status Gizi .....	23
II.6.6 Pekerjaan .....	24
II.6.7 Pendidikan.....	24
II.6.8 Masa Kerja.....	25
II.6.9 Sindroma Metabolik.....	26
II.6.10 Merokok .....	30
II.6.11 Olahraga .....	31
II.7 <i>Mini Mental State Examination</i> (MMSE).....	31
II.8 Tinjauan Perusahaan dan Perhitungan Paparan.....	35
Kerangka Teori .....	41
Kerangka Konsep.....	42
BAB III Metode Penelitian.....	43
III.1 Desain .....	43
III.2 Tempat dan Waktu.....	43
III.3 Populasi dan Sampel.....	43
III.3.1 Populasi Penelitian.....	43
III.3.2 Kriteria Inklusi .....	43
III.3.3 Kriteria Eksklusi.....	43
III.3.4 Perhitungan Besar Sampel.....	44
III.4 Sumber Data.....	45
III.4.1 Variabel .....	45
III.4.2 Sumber Data.....	45
III.4.3 Batasan Operasional.....	46
III.4.4 Cara Pengambilan Data.....	49
III.4.5 Rencana Pengolahan Data.....	49
III.4.6 Cara Analisis Data.....	49
III.5 Alur Penelitian.....	50
III.6 Proses Pengumpulan Data.....	51
III.7 Etika Penelitian.....	52

BAB IV Hasil Penelitian.....	53
IV.1 Karakteristik Responden.....	53
IV.2 Hasil Uji Hipotesis.....	56
BAB V.Pembahasan.....	61
BAB VI. Kesimpulan dan Saran.....	66
VI.1 Kesimpulan.....	66
VI.2 Saran.....	67
Daftar Pustaka .....	68
Lampiran .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kriteria diagnostik sindroma metabolik.....	27
Tabel 2.2. Tingkat paparan.....	39
Tabel 2.3. Tingkat risiko.....	40
Tabel 2.4 Matrix tingkat risiko.....	40
Tabel 4.1. Gambaran fungsi kognitif pekerja.....	53
Tabel 4.2. Tabel 4.2 Gambaran Komponen Fungsi Kognitif.....	53
Tabel 4.3. Gambaran sosiodemografi.....	54
Tabel 4.4. Gambaran perilaku.....	54
Tabel 4.5 Gambaran pekerjaan.....	55
Tabel 4.6. Gambaran sindroma metabolik.....	55
Tabel 4.7. Gambaran hubungan fungsi kognitif dan variabel .....	56
Tabel 4.8. Hasil multivariat .....	58
Tabel 4.9. Hasil Interaksi Paparan Formaldehida dan Tekanan darah.....	59
Tabel 4.10. Gambaran Tekanan darah dan fungsi kognitif pada pekerja terpapar formaldehida.....	59
Tabel 4.11. Gambaran Tekanan darah dan fungsi kognitif pada pekerja terpapar formaldehida.....	59
Tabel 4.12. Gambaran perilaku merokok dan fungsi kognitif .....	60
Tabel 4.13. Gambaran perilaku tidak merokok dan fungsi kognitif .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Metabolisme formaldehida di tubuh.....	8
Gambar 2.2. Patogenesis intoksikasi formaldehida.....	10
Gambar 2.3. Skema Patogenesis Formaldehida Pada Gangguan Kognitif.....	13
Gambar 2.4. Diagram alir pembuatan kain ban PT. X.....	36
Gambar 2.5. Diagram alir produksi bagian <i>dipping</i> PT. X.....	37
Gambar 4.1. Grafik Hubungan pajan formadehida dan tekanan darah.....	59

## DAFTAR SINGKATAN

ACGIH	: <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienist</i>
AHA	: <i>The American Heart Association</i>
APD	: Alat Pelindung Diri
GNP	: <i>Gross National Product</i>
HDL	: <i>High Density Lipoprotein</i>
HSE	: <i>Health Safety Environment</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
ILO	: <i>International Labour Organisation</i>
IMT	: Indeks Massa Tubuh
LD	: <i>Lethal Dose</i>
LDL	: <i>Low Density Lipoprotein</i>
MCU	: <i>Medical Check Up</i>
MMSE	: <i>Mini Mental Status Examination</i>
NAB	: Nilai ambang Batas
NC ATP	: <i>National Cholesterol Education Program Third Adult Treatment Panel</i>
OSHA	: <i>Occupational Safety Health Administration</i>
PEL	: <i>Permissible Exposure Limit</i>
PPDS Okupasi:	Peserta Pendidikan Dokter Spesialis Okupasi
ppm	: <i>part per million</i>
S1	: Starta I
SLTA	: Sekolah Lanjutan Tingkat Atas
SLTP	: Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama
SPSS	: <i>Statistical Package for Social Sciences</i>
STEL	: <i>Short Term Exposure Limit</i>
TLV	: <i>Treshold Limit Value</i>
TWA	: <i>Time Weight Average</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
VCIND	: <i>Vascular Cognitive Impairment Non Dementia</i>

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini telah mampu melebarkan pembangunannya secara luas ke berbagai sektor industri. Industri dan produknya mempunyai dampak yang positif namun juga negatif terhadap manusia sebagai pelaku utamanya. Di satu pihak sektor ini mampu memberikan manfaat berupa lapangan pekerjaan, mempermudah transportasi dan komunikasi yang pada akhirnya tingkat ekonomi dan sosial di masyarakat dapat meningkat. Namun di pihak lain industri juga menimbulkan dampak negatif akibat pemaparan bahan kimia yang dipergunakan maupun yang dihasilkan untuk menunjang proses industrialisasi. Hal ini dapat menyebabkan penyakit dan kecelakaan akibat kerja yang berujung pada menurunnya produktifitas kerja.

*International Labour Organisation* (ILO) 2012 memperkirakan secara global sekitar 2,3 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyakit dan kecelakaan kerja. Berarti setiap 15 detik seorang pekerja meninggal akibat penyakit atau kecelakaan kerja. Dimana 317 juta kecelakaan terjadi pada pekerjaan setiap tahun dan kebanyakan mengakibatkan absen dari pekerjaan.<sup>1</sup>

Bahan kimia di dunia ini sangat banyak jumlahnya. Dalam daftar *Chemical Abstract Substances Register Number* (CAS) sampai saat ini lebih dari 14.000.000 jenis dimana 10.000 ditemukan di dunia dengan kira-kira 1000 jenis diantaranya dihasilkan dalam jumlah besar. Berbagai penyakit akibat kerja dan atau yang berhubungan dengan pekerjaan dapat disebabkan oleh pemajanan bahan kimia di lingkungan kerja, salah satunya formaldehida.

Formaldehida disebut juga metanal merupakan aldehyd sederhana dengan Rumus Kimia  $H_2CO$ . Zat dihasilkan dari aksi cahaya matahari dan oksigen terhadap metana dan hidrokarbon lain yang ada di atmosfer. Formaldehida adalah zat kimia berbentuk gas dan larut dalam air yang diproduksi di seluruh dunia dalam jumlah besar dan merupakan salah satu bahan kimia yang paling umum digunakan saat ini. Walaupun umumnya dikenal sebagai formalin yang banyak dipergunakan sebagai

pengawet, sebenarnya formaldehida banyak dipergunakan dalam berbagai proses manufaktur.

Kebutuhan akan formaldehida sangatlah tinggi, tercatat produksi dan kebutuhan formaldehida di dunia tahun 2000 di negara-negara di eropa barat melebihi 7 juta ton. Indonesia sendiri di tercatat memproduksi 891.000 ton dan mengkonsumsi 891.000 ton pada tahun 2000 tersebut.<sup>2</sup> Namun saat ini Cina adalah produsen formaldehida terbesar di seluruh dunia. Di Cina digunakan untuk memproduksi resin terutama untuk produk kayu. Produksi formaldehida juga berkontribusi sekitar 8 persen dari *Gross National Product* (GNP) Amerika Serikat.<sup>3</sup> Dapat disimpulkan kebutuhan akan formaldehida sangat tinggi di dunia.

Formaldehida terutama digunakan dalam pembuatan urea, fenol, plastik, resin, pengikat produk kayu, pulp, kertas, kaca, wol dan batuan. Sumber umum diluar industri didapat dari pajanan emisi kendaraan, bahan bangunan, asap tembakau dan sebagai desinfektan. Formaldehida dalam kadar sangat kecil dihasilkan dari organisme hidup termasuk manusia.

Dengan bertambahnya kebutuhan industri akan formaldehida maka akan bertambah pula dampak negatif yang timbul dari proses tersebut, baik dampak kesehatan maupun lingkungan. Kadar formaldehida di udara luar umumnya rendah, kadar yang lebih tinggi dapat ditemukan di industri sehingga industri merupakan sumber polusi formaldehida besar dan ini merupakan sumber utama polusi di Cina.<sup>3</sup>

Industri yang juga memakai formaldehida dalam proses produksinya adalah industri pembuatan serat atau kain ban. Industri otomotif, pesawat terbang, elektronik dan lift banyak menggunakan serat ban dalam produknya. Industri serat ban merupakan industri yang sangat berkembang pada masa sekarang. Apalagi dengan penambahan penduduk, infrastuktur jalan, dan jumlah kendaraan, kebutuhan akan karet ban semakin tinggi.

Berbagai dampak kesehatan terutama pada kulit, mata, mulut, hidung, saluran pernapasan dan neurologi atau otak dapat ditimbulkan oleh formaldehida. Dalam penelitian ini khusus memfokuskan pada fungsi neurologi. Namun perlu dicermati berbagai hal dapat pula menyebabkan kelainan neurologi, sehingga diperlukannya

deteksi awal terjadinya kelainan neurologi secara umum dengan menilai ada tidaknya penurunan fungsi kognitif.

Gangguan kognitif erat kaitannya dengan fungsi neurologi atau otak dan kemampuan pasien untuk berpikir akan dipengaruhi oleh keadaan otak. Jika terjadi penurunan kemampuan berpikir maka dapat diasumsikan telah terjadi gangguan neurologi yang akan secara langsung maupun tidak langsung akan menurunkan produktifitas kerja.

Penelitian Tong *et al*<sup>4</sup> pada tahun 2009 untuk mengetahui hubungan Formaldehida endogen urin pada populasi lanjut usia dengan gangguan kognitif melalui skor *Mini Mental Status Examination* (MMSE). Didapatkan hubungan bermakna ( $p < 0,001$ ) dengan OR 0,041. Dikatakan juga konsentrasi urine formaldehida pasien demensia berkorelasi positif dengan derajat demensianya. Persentase pasien formaldehida urin meningkat sesuai beratnya penurunan fungsi kognitif, yaitu 42% untuk gangguan kognitif ringan, 82,05% pasien demensia menengah dan 88,46% demensia berat. Sehingga hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi urine formaldehid dapat digunakan sebagai kriteria untuk mendukung MMSE skor dalam diagnosis pasien demensia.

Selain itu menurut Marceaux<sup>5</sup> dari Universitas Alabama pada sebuah penelitian efek neuropsikologi dari penggunaan formaldehida mengatakan masih sangat sedikit penelitian tentang efek penggunaan formaldehida seperti formalin, khususnya dalam hal kemampuan intelektual dan fungsi kognitif.

Perusahaan pada penelitian ini memproduksi serat ban dan belum pernah dilakukan pemeriksaan fungsi kognitif sebelumnya pada pekerja yang terpajan formaldehida. Mengingat dampak kesehatan yang ditimbulkan formaldehida cukup serius pada manusia, khususnya dalam hal penurunan fungsi kognitif maka perlu dilakukan pelaksanaan program perlindungan kesehatan yang awalnya dimulai dengan penelitian adakah hubungan antara pajanan formaldehida yang ada dengan fungsi kognitif di industri serat kain ban.

## **1. 2 Permasalahan**

Berbagai penelitian berbasis industri yang telah dilakukan mengidentifikasi faktor resiko dari pajanan kimia berupa formaldehida mempunyai dampak kesehatan. Penelitian ini untuk meneliti gangguan fungsi kognitif pada pekerja di industri serat kain ban yang belum pernah dilakukan untuk itu perlu dikaji lebih lanjut.

## **1. 3 Pertanyaan Penelitian**

1. Apakah terdapat hubungan antara pajanan formaldehida dengan fungsi kognitif pada pekerja dibandingkan dengan pekerja yang tidak terpajan?
2. Apakah ada hubungan fungsi kognitif dengan faktor risiko lainnya?

## **1.4 Tujuan**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Tujuan umum adalah mencari adakah hubungan antara pajanan formaldehida terhadap fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Tujuan khusus adalah

1. Diketuainya gambaran fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban.
2. Diketuainya hubungan pajanan formaldehida lingkungan terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban
3. Diketuainya hubungan sosiodemografi (usia, status gizi, pendidikan) terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja dengan pajanan formaldehida.
4. Diketuainya hubungan perilaku (kebiasaan merokok dan berolahraga) terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban.
5. Diketuainya hubungan pekerjaan (penggunaan alat pelindung diri/ APD, masa kerja) terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban.
6. Diketuainya hubungan sindroma metabolik (tekanan darah, gula darah, profil lipid, obesitas sentral) terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban

7. Diketahui faktor risiko yang dominan terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Bagi Perusahaan**

1. Mendapat masukan tentang masalah pengaruh pajanan kimia formaldehida terhadap fungsi kognitif pada pekerja perusahaan yang terpajan formaldehida di lingkungan kerjanya.
2. Sebagai bahan masukan untuk pengendalian dampak formaldehida terhadap pekerja perusahaan yang terpajan formaldehida.
3. Sebagai bahan masukan untuk penerimaan pekerja terutama pekerja yang bekerja dan terpajan formaldehida.

### **1.5.2 Bagi pekerja**

Tenaga Kerja dapat merasakan aman dalam bekerja dilingkungan dengan pajanan formaldehida

### **1.5.3 Bagi Institusi**

Bahan penyusunan kebijakan untuk pengendalian bahan kimia khususnya formaldehida.

### **1.5.4 Bagi Peneliti**

Penelitian ini merupakan kesempatan bagi peneliti untuk dapat mengetahui dan meningkatkan kemampuan dalam melakukan analisa pengaruh pajanan lingkungan kerja terutama formaldehida terhadap kesehatan yaitu penurunan fungsi kognitif.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II. 1 Formaldehida

Formaldehida terdaftar dalam *Chemical Abstracts Service* (CAS) No.50-00-00 adalah gas tidak berwarna dengan bau menyengat. Biasanya dipakai dalam bentuk larut air seperti formalin<sup>®</sup> dengan kadar 34-38% formaldehida. Zat ini sering dipakai dalam pembuatan plastik dan resin, pengawet dan zat perantara dalam pembuatan bahan kimia.<sup>4</sup> Pada penelitian ini formaldehida pada perusahaan serat kain ban dipergunakan pada proses *dipping* yaitu sebuah proses pencelupan serat ban ke dalam cairan formaldehida yang berfungsi untuk mengawetkan dan melunakkan struktur serat kain ban.

Perkiraan *Occupational Safety Health Administration* (OSHA)<sup>6</sup> bahwa jumlah perusahaan di Amerika Serikat yang menggunakan formaldehida adalah 112.066 perusahaan dengan jumlah pekerja terpajan 2.156.801 orang. Perkiraan jumlah pekerja dikelompokkan menurut tingkat pekerja terpajan adalah 83.818 pekerja terkena antara 0,75 ppm dan 1,0 ppm, terdiri dari pekerja pada industri pakaian (58.831 orang), furnitur (11.612 orang) dan pengecoran (6.085 orang). 122.554 pekerja terkena antara 0,5 ppm dan 0,75 ppm, pada pekerja industri pakaian (58.831 orang), tekstil *finishing* (19.125 orang), furnitur (12.643 orang), laboratorium (12.220 orang) dan pengecoran (10.594 orang). Terakhir 1.950.429 pekerja terkena antara 0,1 ppm dan 0,5 ppm, terdiri dari pekerja pada industri pakaian (823.637 orang), furnitur (235.095 orang), pabrik kertas (100.100 orang) dan cetakan plastik (90.000 orang). OSHA menargetkan satu persen pertahun dari 2,1 juta pekerja yang terpajan formaldehida terbebas dari gangguan pernapasan akibat formaldehida.

### II.2. Toksikokinetik

Formaldehida merupakan bahan kimia pencemar udara yang masuk ke tubuh melalui saluran pernapasan. Formaldehida memiliki partikel dengan berat molekul 30,03 mikron. Jumlah zat yang diabsorpsi melalui saluran pernapasan, tergantung

dari kadar di udara, lamanya waktu pemajanan dan volume aliran udara dalam paru-paru yang meningkat setiap beban kerja menjadi lebih besar.<sup>7</sup> Didalam tubuh formaldehida dimetabolisme dalam hati dan diekskresikan di dalam urin dan udara ekshalasi. Dikonversikan menjadi asam format di banyak jaringan termasuk sel darah merah. Karena itu diyakini formaldehida menyebabkan keganasan darah berupa leukemia.<sup>8,9</sup>

### **II.2.1. Absorpsi**

Formaldehida yang bersifat gas dan sangat larut air merupakan zat yang sangat cepat diabsorpsi terutama melalui saluran napas atas. Absorpsi melalui inhalasi mukosa hidung hampir mendekati 100%. Akibat metabolisme cepat membentuk format, sangat sedikit formaldehida utuh dapat ditemukan dalam darah. Absorpsi melalui inhalasi tergantung dosis paparan karena pada proses bernapas terjadi tanpa sadar dan tanpa daya pilih.

Begitu pula dapat diserap melalui saluran pencernaan, terutama pada kasus kecelakaan dan keracunan, jalur masuk ke dalam darah (absorpsi sistemik) terjadi sangat minimal. Absorpsi melalui kontak dengan kulit sangat minimal karena sebagian besar formaldehida akan menguap dan hanya 5% yang terserap. Absorpsi secara sistemik dimungkinkan terjadi jika kontak pajanan dalam konsentrasi tinggi dan waktu yang lama.<sup>2</sup>

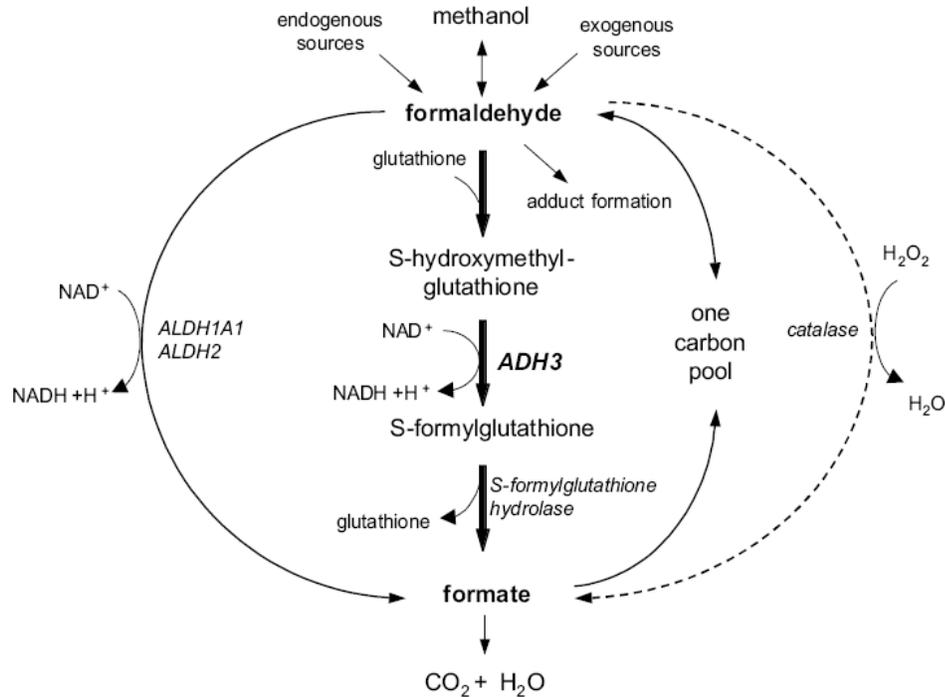
### **II.2.2. Distribusi**

Absorpsi yang cepat tidak mengubah distribusi konsentrasi formaldehida endogen dalam darah. Spesies hewan yang berbeda mempunyai hasil distribusi yang bervariasi sekitar 2-3 mg/liter.<sup>2,10</sup> Namun dalam sebuah penelitian pada tikus pemaparan inhalasi 8 ppm selama 6 jam, formaldehida secara luas didistribusikan di jaringan lain.<sup>11</sup> Konsentrasi tertinggi terjadi di kerongkongan, diikuti oleh ginjal, hati, usus dan paru-paru.<sup>10</sup>

### II.2.3. Metabolisme

Formaldehida diserap dapat teroksidasi menjadi format melalui tiga jalur yang berbeda (Gambar 2.1). Dua enzim utama yang terlibat dalam metabolisme formaldehida dalam tubuh adalah dehidrogenase dan hidrolase. Metabolisme formaldehida oleh hepar biasanya dilakukan melalui fase pertama degradasi berupa proses oksidasi menjadi asam format dikatalisator oleh  $\text{NAD}^+$  dan  $\text{NADP}$  dan enzim formaldehida dehidrogenase (FDH).

Konversi dari formaldehida menjadi asam format mempunyai waktu paruh selama 1,5 menit. Asam format lalu dimetabolisme fase kedua menjadi karbon dioksida dan natrium format yang bersifat lebih polar dan nantinya akan di ekskresi melalui urine. FDH adalah enzim metabolik utama yang terlibat dalam metabolisme formaldehida pada semua jaringan yang diteliti, dan terdistribusi merata pada jaringan hewan, khususnya pada mukosa hidung tikus, dan spesifik untuk aduksi glutathion formaldehida. Di tubuh, formaldehida diproduksi dalam jumlah kecil sebagai metabolit normal karena itu dapat ditemukan dalam hati.<sup>2,10</sup>



Gambar 2.1. Metabolisme formaldehida di tubuh<sup>2</sup>

#### II.2.4. Ekskresi

Formaldehida menghilang dari plasma dengan waktu paruh sekitar 1-1,5 menit, sebagian besar diubah menjadi karbon dioksida dan dihembuskan melalui paru-paru. Jumlah yang lebih kecil yang diekskresikan dalam urin sebagai natrium format dan beberapa metabolit.<sup>10</sup>

#### II.3 Toksikodinamik

Formaldehida menyebabkan efek toksik hanya dalam jaringan kontak langsung setelah inhalasi, oral atau eksposur kulit yang ditandai dengan kerusakan sitotoksik lokal. Efek racun dalam jaringan target yang tergantung pada konsentrasi dari dosis kumulatif, dan sangat non linear.

Efek kesehatan yang ditimbulkan akibat pajanan formaldehida dapat bersifat akut dan kronik. Pajanan akut dapat mengakibatkan iritasi membran mukosa berat, sedangkan pada pajanan kronik dapat menyebabkan kanker pada hewan percobaan namun belum terbukti secara pasti pada manusia. Formaldehida dan asam hidroklorik dapat menghasilkan bisklorometiler suatu zat yang terbukti karsinogenik. ACGIH menyebutkan formaldehida digolongkan dalam bahan kimia A2 yaitu termasuk bahan kimia yang diperkirakan bersifat karsinogen (*suspect carcinogenic*). Pada pajanan kronis formaldehida dapat menyebabkan asma dan penyakit saluran napas lainnya.<sup>12</sup>

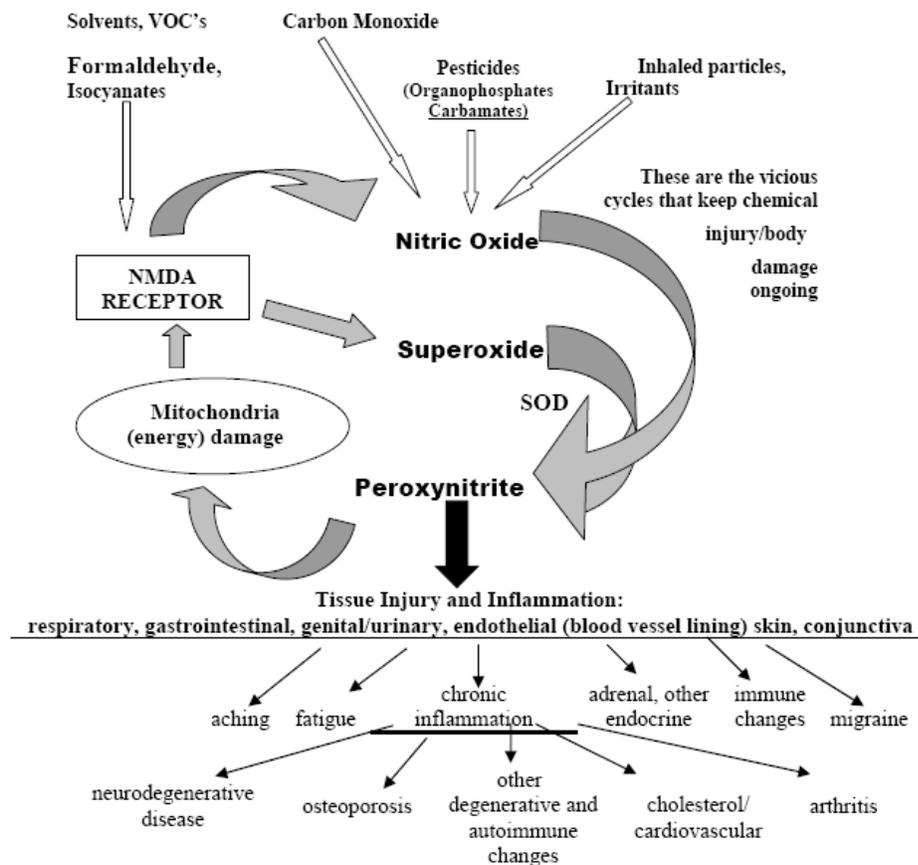
Formaldehida pada fase toksikodinamika berinteraksi antara toksin dengan reseptor dalam organ dan berefek pada target organnya berupa presipitasi/pengendapan protein dan menyebabkan nekrosis koagulasi. Dari sifatnya formaldehida bersifat iritatif sehingga konsentrasi tinggi dapat menyebabkan iritasi mukosa saluran napas dan efek inflamasi akut yang menyebabkan sesak napas, edema mukosa dan laring dan dapat menyebabkan kematian bila tidak segera ditolong akibat *Acute Respiratory Distress Syndrome*.<sup>2</sup>

Pada keadaan toksisitas formaldehida dalam konsentrasi tinggi asam format yang terbentuk tidak dapat diubah seluruhnya sehingga menyebabkan asidosis metabolik. Metabolik asidosis diamati pada pasien yang menelan dosis tunggal formaldehida dengan dosis besar (>500mg/L).<sup>9</sup>

### II.3.1 Efek pada Sistem Saraf

Secara umum patogenesis bagaimana formaldehida berefek pada organ organ lain dan juga pada neurokognitif/ neurodegeneratif yang berbeda dengan zat kimia lainnya dijelaskan pada gambar 2.2.

Efek kesehatan yang dihasilkan dari pajanan formaldehida lebih terlihat pada pajanan konsentrasi tinggi daripada pajanan lama pada konsentrasi rendah.<sup>12</sup> Terdapat efek neurologis seperti letargi dan koma muncul setelah menelan dalam dosis besar. Meskipun begitu efek kesehatan yang serius tidak dapat dikesampingkan walaupun dalam pajanan kronis. Pada pekerja dengan tingkat pajanan 0,13 ppm dapat menyebabkan sakit kepala, iritasi mata dan pernapasan, serta gangguan tidur.<sup>13</sup> Pekerja pada industri pesawat Boeing yang terkena resin formaldehida, banyak yang mengalami kelelahan, gangguan memori, sakit kepala, kebingungan dan timbul masalah pernapasan.<sup>14</sup>



Gambar 2.2. Patogenesis intoksikasi formaldehida<sup>12</sup>

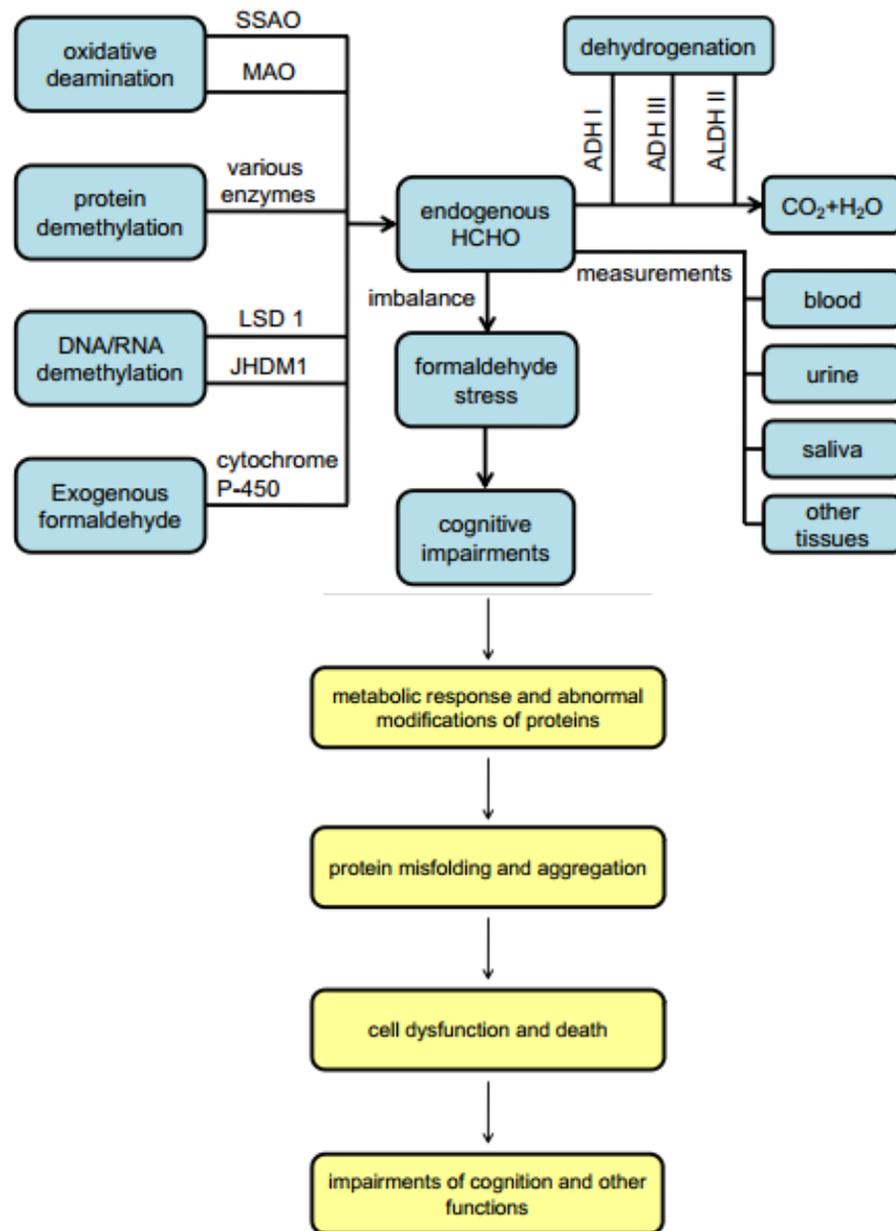
Sebuah studi epidemiologi dari 350 pekerja teknisi histologi selama 1982 sampai dengan 1986 dengan pajanan formaldehida antara 0,2 - 5 ppm. Keseimbangan, koordinasi, ketangkasan, kecepatan motor, dan aspek fungsi kognitif dinilai dengan 10 jenis tes. Peningkatan lamanya pajanan formaldehida dalam sehari secara signifikan berkorelasi dengan penurunan fungsi kognitif yang dinilai dari beberapa tes.<sup>15</sup>

Studi lain 76 pekerja wanita di laboratorium histologi mempunyai risiko lebih besar mengalami gejala *neurobehaviour* seperti kurang konsentrasi dan hilangnya memori, gangguan tidur, ketidakseimbangan dan variasi dalam mood, dibandingkan 56 pekerja wanita yang bekerja dibagian administrasi yang tidak terpajan zat kimia. Hasil Analisa udara mengindikasikan beberapa solven salah satunya formaldehid senilai 0.2 sampai 1.9 ppm. Kelompok terpajan formaldehida selama 4 tahun terjadi gangguan neurologis seperti sakit kepala, ketidakstabilan mood, kelelahan, gangguan tidur, iritabilitas dan penurunan fungsi kognitif yang dinilai dari pemeriksaan *neurobehaviour*.<sup>16</sup>

Mekanisme dapat menyebabkan penurunan fungsi kognitif adalah tingginya tingkat formaldehida endogen kronis mendorong ketidakseimbangan antara produksi dan degradasi formaldehida endogen seiring dengan usia. Formaldehida diproduksi secara konstitutif dalam manusia tubuh, dan hadir intra seluler dan ekstra di inti, sitoplasma, darah dan CSF. Berbagai jalur menghasilkan akumulasi formaldehid endogen seperti deaminasi oksidatif yang melibatkan SSAO dan MAO, demetilasi protein oleh N-demethylation, O-demethylation dan S-demethylation juga memproduksi formaldehida. Demetilasi/kekurangan gen oleh lisin tertentu demethylase 1 (LSD1) menambah akumulasi formaldehida endogen. Kemudian Formaldehida eksogen yang didapat berbagai obat-obatan dan polutan lingkungan neurotoksik seperti pajanan formaldehida, paraquat, dan merkuri melibatkan sitokrom P-450 mikrosomal. Beberapa enzim dalam hati seperti ALDH2, ADH1 dan katalase dapat mengkatalisis reaksi yang mengoksidasi formaldehid untuk asam format. Katalisis tergantung glutathione, formaldehida dehidrogenase yang juga dikenal sebagai kelas III alkohol dehidrogenase, ADH3. Formaldehida endogen terakumulasi

dalam sel-sel ketika Kegiatan FDH menurun. Kelebihan kadar formaldehida dapat terlibat dalam hubungan silang antara protein dan DNA.

Kerusakan sistem saraf dan penurunan fungsi kognitif yang terjadi dikarenakan formaldehida bereaksi dengan DNA-protein, membran lipid sel dan otak. Pada dasarnya mekanisme ini dapat merusak hampir semua sel dalam tubuh, selama sel mengandung DNA protein dan membran lipid. Formaldehida menyebabkan sitotoksitas melalui pembentukan ikatan dengan DNA-protein yang kuat, serta berikatan dengan molekul lain, misalnya asam amino.<sup>17</sup> Formaldehida bereaksi dengan protein saraf (neuroamines) dan pemancar saraf seperti katekolamin yang dapat mengganggu fungsi sistem saraf dan juga gangguan endokrin. Paparan formaldehida ini dapat menyebabkan sensitisasi baik pada tingkat paparan rendah maupun tinggi.<sup>18,19</sup> Kerusakan tersebut mempengaruhi kemampuan untuk berpikir, konsentrasi, merumuskan ide, akal dan ingat. Hal ini berbeda dari ketidakmampuan atau proses belajar. Gambar 2.3. adalah skema patogenesis peran paparan formaldehida menyebabkan peradangan dan gangguan kognitif.



Gambar 2.3. Skema Patogenesis Paparan Formaldehida Pada Gangguan Kognitif<sup>20</sup>

#### II.4 Biomonitoring formaldehida

Formaldehida adalah suatu molekul satu-karbon yang sederhana dan sangat cepat diabsorpsi dan dimetabolismekan oleh manusia, termasuk hewan. Berbagai literatur yang tersedia tampaknya gagal untuk membuat biomarker paparan formaldehida yang valid. Berbagai percobaan telah dilakukan utk menentukan apakah

dalam level urin ataupun darah, formaldehida ataupun asam format dapat digunakan sebagai biomarker pajanan potensial, namun didapat hasil yang kurang memuaskan.<sup>21</sup>

Saat ini asam format tidak dianjurkan untuk *biomonitoring* pajanan formaldehida dikarenakan asam format tidak spesifik dan tidak mencerminkan pajanan formaldehida. Berbagai hal seperti usia dan asupan makan seperti asam folat mempengaruhi hasil pemeriksaan asam format di urin. Inhalasi formaldehida 0,1 mg/m<sup>3</sup> (nilai batas untuk udara dalam ruangan) tidak bisa menghasilkan lebih dari ekskresi harian 2 mg metabolit dalam urin. Variasi perbedaan intra- dan antar-individu dalam komposisi makanan dan aktivitas metabolik formaldehida dalam urin besar (3-30 mg/g kreatinin).<sup>22</sup> Pada *2<sup>nd</sup> International Formaldehyde Science Conference* di Madrid 2012 baru diperkenalkan pemeriksaan *biomonitoring* baru lainnya dengan mengukur crosslinks formaldehida DNA protein dalam limfosit darah perifer menggunakan *Cytokinesis Block Micronucleus Assay*.<sup>23</sup>

Dalam kasus di mana terdapat paparan formaldehida pengukuran udara dalam ruangan sangat dianjurkan. Didalam suatu keadaan ideal, sebaiknya di lingkungan tempat kerja yang ada pencemaran bahan kimia, semua pekerja yang bekerja didalamnya dijadikan responden, sehingga hasil penelitian didapatkan kesimpulan pekerja tidak terpajan, pekerja terpajan dibawah NAB dan pekerja terpajan diatas NAB.<sup>7</sup>

Dengan begitu setiap pekerja yang terpajan formaldehida harus terus dikontrol baik lingkungan dengan pengukuran setiap 6 bulan sekali dan pemeriksaan kesehatan pekerja yang dilakukan setiap 1 tahun sekali. Hal ini juga sesuai dengan ketentuan Undang-Undang. Jika terdapat pekerja dengan gejala dan tanda keracunan formaldehida maka pekerja tersebut harus dipindahkan ke tempat lain dengan pajanan kurang sampai kondisi membaik atau untuk jangka waktu enam bulan.<sup>6</sup>

Kontrol teknik dan administratif perusahaan guna mengendalikan pajanan formaldehida agar tetap dibawah NAB sangat penting. Pekerja yang terpajan juga harus diberikan Alat Pelindung Diri (APD) berupa respirator khusus. Hal lain yang juga penting adalah pelabelan hazard, dan peringatan bahwa formaldehida menyebabkan bahaya kanker. Pelatihan dan pengawasan untuk semua pekerja yang

terpapar konsentrasi formaldehida minimal 0,1 ppm atau lebih setidaknya setiap tahun untuk meningkatkan kesadaran dari bahaya formaldehida.

## II. 5 Monitoring Lingkungan

Berikut adalah beberapa standard untuk Nilai Ambang formaldehida di lingkungan:

- a. NIOSH IDLH (*immediately dangerous to life or health*) = 20 ppm
- b. AIHA ERPG-2 (*emergency response planning guideline*) adalah konsentrasi udara maksimum, di bawah ini yang diyakini bahwa hampir semua individu dapat terpapar sampai 1 jam tanpa mengalami atau mengembangkan efek kesehatan ireversibel atau gejala serius yang dapat mengganggu kemampuan individu untuk mengambil tindakan protektif) = 10 ppm<sup>24</sup>
- c. *Threshold Limit Value* (TLV) yang ditetapkan *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH) tahun 1996 dan diadopsi di Indonesia dengan Surat edaran Menteri Tenaga Kerja No.SE-01/MEN/1997, formaldehida memiliki Nilai Paparan Singkat yang diperkenankan (*Short Term Exposure Limit/ STEL*) 0,3 ppm dan Kadar Tertinggi yang Diperkenankan (*Ceiling*) 3,37 mg/m<sup>3</sup>.<sup>25</sup>
- d. *Health Safety Environment* (HSE) Inggris mengemukakan standar pengendalian formaldehida 2,5 mg/m<sup>3</sup> (2 ppm).<sup>8</sup>
- e. Undang Undang di Amerika melalui OSHA mengemukakan Paparan yang Diperbolehkan (*Permissible Exposure Limit/ PEL*) untuk formaldehida di semua tempat kerja termasuk industri umum, konstruksi, dan maritim tapi tidak mencakup bidang pertanian adalah 0,75 ppm pada rata-rata 8 jam waktu bekerja (*Time Weight Average/ TWA*). Standar ini mencakup nilai STEL 2 ppm. Namun tindakan penanganan (*Action Level*) sudah harus dilakukan pada TWA 0,5 ppm.<sup>2</sup>

Formaldehida memiliki efek akut pada mamalia LD50 (tikus, oral) 600 - 800mg/kgbb, LC50 (tikus, inhalasi selama 4 jam) 578 mg/m<sup>3</sup> (480 ppm). Jika terhirup secara akut pada konsentrasi tinggi (>120 mg/m<sup>3</sup>) akan menyebabkan dispnea, muntah, kejang otot, kejang-kejang dan akhirnya kematian. Pada

pemeriksaan histopatologi menunjukkan saluran pernapasan mengalami iritasi, penyempitan bronchioalveolar dan edema paru.<sup>26</sup>

Bahan kimia berbahaya yang dipancarkan sebagai emisi maupun tumpahan, tetesan, sampah dan lainnya menghambur dan menyebar ke udara dan selanjutnya mencemari udara lingkungan tempat kerja. Pemyebaran bahan kimia ini umumnya tidak merata antara satu tempat dan tempat lainnya, hal ini dipengaruhi oleh pola aliran udara yang masuk dari luar pabrik melalui lubang pintu, lubang jendela atau lubang angin yang terbuka. Akibatnya pekerja yang terpajan bervariasi mulai dari tidak terpajan sampai terpajan berat.<sup>7</sup>

Dalam pengukuran formaldehida lingkungan telah tersedia alat pemantauan gas elektronik yaitu instrumen pembacaan langsung pajanan formaldehida lingkungan. Seperti halnya pengukuran langsung lainnya, dengan metode ini hasil yang didapatkan sangat cepat namun sebaiknya dilakukan *cross check* dengan metode standar yang ditetapkan.<sup>17</sup> Instrumen pembacaan langsung yang banyak digunakan adalah dengan metode deteksi foto ionisasi menggunakan tabung gas detektor. Contohnya Draeger Safety®, Sensidyne®, MathesonTri-Gas®, dan SK®. Rata-rata memiliki sensitivitas sekitar 0,05-0,12 mg/m<sup>3</sup> (0,04-0,1 ppm) dan analisis inframerah seperti MKS Instruments® dan Thermo Electron Corporation® memiliki sensitivitas sekitar 1,2-230 µg/m<sup>3</sup> (1-110 ppb).<sup>2</sup>

Metode pembacaan tidak langsung yang paling banyak digunakan untuk penentuan konsentrasi formaldehida di udara adalah menggunakan spektrofotometri dengan sensitivitas 0,01-0,03 mg/m<sup>3</sup>. Namun *high performance liquid chromatography* (HPLC) adalah metode yang paling sensitif dimana dapat mendeteksi  $\leq 2$  µg/m<sup>3</sup>. Metode lain yang juga dapat digunakan kolorimetri, Uranium, polarografi, gas kromatografi (GC), deteksi inframerah dan detektor gas tabung.<sup>2</sup>

## II.6 Fungsi kognitif

Kata kognitif berasal dari bahasa Latin *cognosere* “untuk mengetahui” atau “untuk mengenali” adalah kemampuan untuk memproses informasi, menerapkan ilmu, dan mengubah kecenderungan. Kognisi menurut kamus besar bahasa Indonesia

adalah (1) kegiatan atau proses memperoleh pengetahuan (termasuk kesadaran, dan perasaan) atau usaha mengenali sesuatu melalui pengalaman sendiri; (2) proses, pengenalan, dan penafsiran lingkungan oleh seseorang; (3) hasil pemerolehan pengetahuan.<sup>27</sup>

Kognisi juga mengacu pada suatu lingkup fungsi otak tingkat tinggi, termasuk kemampuan belajar dan mengingat, mengatur merencana dan memecahkan masalah; fokus, memelihara dan mengalihkan perhatian seperlunya, memahami dan menggunakan bahasa, akurat dalam memahami lingkungan, dan melakukan perhitungan.<sup>28</sup>

Menurut Kamus Kedokteran Stedman<sup>29</sup> kognitif adalah fungsi mental yang berhubungan dengan pengetahuan, mencakup persepsi, menalar, mengenali, memahami, menilai, dan membayangkan. Kognisi adalah suatu konsep yang kompleks yang melibatkan sekurang-kurangnya aspek memori, perhatian, fungsi eksekutif, persepsi, bahasa dan fungsi psikomotor.

Kognisi sangat sulit untuk diartikan secara definitif karena konsep ini digunakan secara meluas dalam berbagai konteks (neurokognitif, sains kognitif, psikologi kognitif, dan sebagainya) yang memberikan beberapa definisi yang khusus tetapi tidak ada satupun yang umum. Oleh sebab itu, secara sederhananya fungsi kognitif ini dapat disimpulkan sebagai semua proses mental yang digunakan oleh organisme untuk mengatur informasi seperti memperoleh input dari lingkungan (persepsi), memilih (perhatian), mewakili (pemahaman) dan menyimpan (memori) informasi dan akhirnya menggunakan pengetahuan ini untuk menuntun perilaku (penalaran dan koordinasi output motorik).<sup>30</sup>

Aspek memori sendiri meliputi proses encoding, penyimpanan dan pengambilan informasi serta dapat dibagikan menjadi ingatan jangka pendek, ingatan jangka panjang dan *remote memory*. Atensi dapat secara selektif, terfokus, terbagi atau terus-menerus, dan persepsi meliputi beberapa tingkatan proses untuk mengenal objek yang didapatkan dari rangsangan indera yang berlainan (visual, auditori, perabaan, penciuman).

Fungsi eksekutif melibatkan penalaran, perencanaan, evaluasi, strategi berpikir, dan lain-lain. Pada sisi lain, aspek kognitif bahasa adalah mengenai ekspresi verbal, perbendaharaan kata, kefasihan dan pemahaman bahasa. Fungsi psikomotor adalah berhubungan dengan pemrograman dan eksekusi motorik. Tambahan pula, semua fungsi kognitif di atas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suasana hati (sedih atau gembira), tingkat kewaspadaan dan tenaga, kesejahteraan fisik dan juga motivasi.

Otak sebagai bagian dari sistem saraf pusat terdiri dari beberapa lobus yang mempunyai fungsinya masing masing:<sup>31</sup>

1. lobus frontalis berfungsi sebagai prose belajar, abstraksi dan alasan.
2. lobus temporal berfungsi diskriminasi bunyi, perilaku verbal dan bicara.
3. lobus parietal berfungsi diskriminasi waktu, fungsi somatik dan fungsi motorik.
4. lobus oksipitalis berfungsi diskriminasi visual dan diskriminasi beberapa aspek memori.
5. sistim limbik berfungsi perhatian, *flight of idea*, memori dan daya ingat.

Secara umum apabila terjadi gangguan pada otak, maka seseorang akan mengalami gejala yang berbeda, sesuai dengan daerah yang terganggu yaitu :<sup>31</sup>

1. gangguan pada lobus frontalis , akan ditemukan gejala-gejala seperti kemampuan memecahkan masalah berkurang, hilang rasa sosial dan moral, impulsif dan regresi.
2. gangguan pada lobus temporalis akan ditemukan gejala amnesia dan demensia.
3. gangguan pada lobus parietalis dan oksipitalis akan ditemukan gejala gejala yang hampir sama, tapi secara umum akan terjadi disorientasi
4. gangguan pada sistim limbik akan menimbulkan gejala yang bervariasi seperti gangguan daya ingat, memori dan disorientasi.

Faktor predisposisi pada gangguan kognitif adalah adanya gangguan fungsi susunan saraf pusat, gangguan pengiriman nutrisi dan gangguan peredaran darah.

Hal ini didapatkan pada kondisi

- a. penuaan/ degeneratif jaringan otak, racun dalam jaringan otak dikarenakan bahan kimia toksik/logam berat sehingga respon kognitif maladaptif.
- b. neurobiologi seperti penyakit alzheimer's,
- c. gangguan metabolik seperti penyakit hati kronik, gagal ginjal kronik, defisit vitamin, malnutrisi, anorexia nervosa dan bulimia nervosa.
- d. genetik  
penyakit otak degeneratif herediter (huntington's chorea)

Stresor yang dapat mencetuskan adalah keadaan seperti:

- a. hipoksia, seperti anemia hipoksik, histotoksik hipoksia, hipoksemia hipopoksik, iskemia hipoksik sehingga suplai darah ke otak menurun/berkurang
- b. gangguan metabolisme, malfungsi endokrin seperti kelebihan atau kekurangan hormon tiroid, hipoglikemia, hipopituitarisme
- c. racun, infeksi gagal ginjal, syphilis dan aids
- d. perubahan struktur seperti tumor dan trauma
- e. stimulasi sensori seperti stimulasi sensori berkurang atau stimulasi berlebih  
lingkungan yang stimulasi berkurang/ atau lebih sehingga menyebabkan halusinasi, bingung dan delusi

Dalam Diagnostik dan Statistik Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR) gangguan kognitif diklasifikasikan dalam gangguan psikologis di sumbu I. Hal ini digambarkan sebagai gangguan dengan "penurunan yang signifikan kognisi atau memori yang mewakili penurunan ditandai dari tingkat sebelumnya fungsi. Tiga bidang utama yang digariskan oleh DSM-IV-TR gangguan kognitif adalah delirium, demensia, dan amnesia.<sup>32,33</sup>

### 1. Delirium

Delirium adalah gangguan yang membuat kesadaran situasional dan pengolahan informasi baru yang sangat sulit bagi mereka didiagnosis. Ini biasanya memiliki tingkat tinggi onset mulai dari menit ke jam dan kadang-kadang hari, tapi itu tidak berlangsung untuk waktu yang lama, hanya beberapa jam untuk minggu. Delirium juga dapat disertai dengan pergeseran perhatian, perubahan mood, kekerasan atau unordinary perilaku, dan halusinasi. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi medis yang sudah ada. Delirium selama tinggal di rumah sakit dapat mengakibatkan tinggal lebih lama dan lebih banyak risiko komplikasi dan panjang istilah tetap.

### 2. Demensia

Demensia yang dikenal sebagai gangguan akibat genetik atau trauma yang menghapus sebagian atau seluruh memori pasien. Hal ini biasanya berhubungan dengan tetapi tidak terbatas pada orang tua. Hal ini juga biasanya disertai oleh orang lain disfungsi kognitif Untuk non-reversible penyebab demensia seperti usia, penurunan lambat dari memori dan kognisi adalah seumur hidup. Hal ini dapat didiagnosis dengan tes skrining seperti MMSE.

### 3. Amnesia

Amnesia pasien mengalami kesulitan mempertahankan ingatan jangka panjang. Kesulitan menciptakan istilah baru-baru ini hilang dari ingatan disebut amnesia anterograde dan disebabkan oleh kerusakan pada bagian hippocampus dari otak yang merupakan bagian utama dari proses memori amnesia retrograd juga disebabkan oleh kerusakan hippocampus tapi kenangan itu. yang dikodekan atau dalam proses yang dikodekan dalam memori jangka panjang akan terhapus.

Dengan terjadinya penurunan fungsi kognitif maka akan terjadi perubahan perilaku antara lain delirium yaitu suatu keadaan proses pikir yang terganggu, ditandai dengan gangguan perhatian, memori, pikiran dan orientasi; dan demensia

yang merupakan suatu keadaan respon kognitif maladaptif yang ditandai dengan hilangnya kemampuan intelektual/ kerusakan memori, penilaian, berpikir abstrak. Gangguan kognitif juga dipengaruhi mekanisme koping berupa pengalaman masa lalu, regresi, rasionalisasi, denial dan intelektual. Sumber koping dapat dari pasien sendiri, keluarga dan teman.

Seperti disebutkan diatas pada usia lanjut terjadi proses menua, dimana secara struktur anatomi maupun fungsional terjadi kemunduran, yaitu proses degenerasi. Pada beberapa penderita tua terjadi penurunan daya ingat dan gangguan psikomotor yang masih wajar, disebut sebagai“ sifat pelupa benigna akibat penuaan (*benign senescent forgetfulness*). Keadaan ini tidak menyebabkan gangguan pada aktifitas hidup sehari-hari. Namun jika telah menyebabkan gangguan pada aktifitas hidup sehari-hari dinamakan Gangguan Kognitif Ringan/ *Mild Cognitive Impairment* (MCI) yang merupakan keadaan transisi dari proses penuaan normal ke demensia.

### **II.6.1 Fungsi kognitif dan pajanan formaldehida**

Penelitian tentang efek penggunaan formalin, khususnya pada kemampuan intelektual dan fungsi kognitif sangat terbatas jumlahnya. Hasil penelitian efek neuropsikologi pada penggunaan formaldehida menunjukkan konsumsi yang disengaja dapat menyebabkan penurunan keutuhan neuropsikologi.<sup>5</sup>

Tong *et al*<sup>4</sup> pada penelitiannya menunjukkan bahwa formaldehida urin berkorelasi terbalik dengan nilai MMSE dan fungsi kognitif. Studi ini menunjukkan bahwa gangguan kognitif seperti demensia terkait dengan tingkat formaldehida endogen. Pengukuran MMSE mengacu pada evaluasi tingkat urin formaldehida pada pasien demensia dapat digunakan sebagai metode non-invasif untuk investigasi.

Selain pemeriksaan formaldehida urine responden Tong *et al*<sup>4</sup> juga mengukur kadar formaldehida dalam homogenat dari otopsi hippocampus jaringan pasien Alzheimer oleh Fluo-HPLC. Ditemukan peningkatan yang signifikan konsentrasi formaldehida pada pasien (sekitar 0,081  $\mu\text{M/g}$ , n= 4) dibandingkan dengan kontrol normal (sekitar 0,047  $\mu\text{M/g}$ , n= 4). Hal menunjukkan sekali lagi bahwa formaldehida endogen berkorelasi dengan penurunan kognitif.

Pajanan kronis formaldehida dapat menyebabkan gejala sakit kepala, pusing, gangguan tidur, dan kehilangan memori. Banyak laporan menunjukkan bahwa pajanan kronis formaldehida meningkatkan keluhan sakit kepala dan pusing oleh 30 - 60%.<sup>2</sup> Pekerja salon, laboratorium, dokter gigi, dokter, dokter hewan, fotografer adalah pekerja yang bersiko terpajan formaldehida.<sup>34</sup>

Sebuah studi kohort prospektif terhadap 1 juta pasien cancer di Amerika didapatkan tidak ada hubungan antara pajanan formaldehida dan *Amyotrophic Lateral Diseases* (ALS), namun ada kenaikan sangat signifikan antara respons dosis dengan lamanya eksposur.<sup>35</sup> Berbeda dengan Weisskopf, pada pertemuan tahunan *American Academy of Neurology* pada bulan April dikemukakan pajanan formaldehida dapat menyebabkan ALS dan penurunan fungsi kognitif. Studi kohort selama 15 tahun pada 617 laki laki dan 539 wanita penderita ALS memperlihatkan 34%nya adalah pekerja yang pernah terpajan formaldehida. ALS adalah penyakit dimana terjadi proses degeneratif dominan yang mempengaruhi sistem motorik, kognitif dan perilaku. ALS dan demensia frontotemporal adalah kedua penyakit yang saling tumpang tindih secara klinis, radiologis, patologis, dan genetik.<sup>36</sup>

Dikemukakan juga bahwa penggunaan antikolinergik pada pasien dewasa yang sehat ternyata menyebabkan penurunan fungsi kognitif dengan cepat.<sup>34,36</sup> Dikatakan juga beberapa obat dan faktor gaya hidup dikaitkan dengan peningkatan risiko penurunan fungsi kognitif.

## II.6.2 Genetik

Formaldehida menyebabkan genotoksik pada manusia dan hewan laboratorium. Studi pada manusia menunjukkan peningkatan DNA-protein crosslinks pada pekerja terkena formalin. Hal ini sejalan pada hasil penelitian laboratorium pada hewan. Genotoxicity dan cytotoxicity memainkan peran penting dalam karsinogenesis.<sup>2</sup>

Penurunan fungsi kognitif pada usia awal yang diyakini adanya faktor genetik yang berperan, yaitu pada masa bayi dan anak seperti autism, *Attention Deficit Hyperactive Disorder* (ADHD), kemunduran intelektual (*intellectual disability*) memiliki penyebab genetik. Walaupun faktor risiko lain juga turut mempengaruhi

seperti keadaan malnutrisi, kekurangan budaya, perawatan kesehatan yang buruk, dan kedekatan orang tua.<sup>37</sup>

### **II.6.3 Usia**

Dengan bertambahnya usia, maka tekanan darah juga akan meningkat karena kelenturan pembuluh darah besar yang berkurang pada penambahan usia. Penelitian Pusparini 2012 yang pada awalnya menghubungkan kadar homosistein darah dengan penurunan fungsi kognitif dengan MMSE mendapati bahwa terdapat hubungan bermakna antar usia dan fungsi kognitif. Semakin tua maka terjadinya penurunan fungsi kognitif semakin tinggi.<sup>38</sup>

Prevalensi gangguan fungsi kognitif pada sebuah penelitian di Panti jompo sebanyak 46.20% dimana asosiasi positif ditemukan pada umur, jenis kelamin, tingkat pendidikan, komplain subjektif, aktifitas kehidupan sehari-hari, kebiasaan membaca dan frekuensi aktifitas luang.<sup>39</sup>

### **II.6.4 Jenis kelamin**

Sebuah studi di Amerika Serikat pada pensiunan yang menghubungkan Indeks masa tubuh dan tingkat pendidikan pada pria dan wanita. Didapatkan dengan pendidikan tinggi maka pria 1,6 tahun dan wanita 1,9 tahun hidup lebih lama dibandingkan dengan mereka yang berpendidikan rendah.<sup>40</sup> Wanita lebih tinggi diperkirakan karena wanita terlindung dari penyakit aterosklerosis yang berhubungan dengan penurunan fungsi kognitif sebelum menopause. Wanita yang belum mengalami menopause dilindungi oleh hormon estrogen yang berperan dalam meningkatkan kadar *High Density Lipoprotein* (HDL). Kadar kolesterol HDL yang tinggi merupakan faktor pelindung dalam mencegah terjadinya proses aterosklerosis.

### **II.6.5 Status gizi**

Efek berat badan belum pada paparan formaldehidye belum dibuktikan pada manusia, namun hubungan signifikan telah dijelaskan dalam studi hewan. Pada tikus jantan yang terpapar 10ppm mengalami penurunan berat badan 10%.<sup>40</sup>

Hasil penelitian Kayo *et al* 2012 menunjukkan bahwa indeks massa tubuh (IMT) tidak berhubungan gangguan kognitif fungsi pada orang tua.<sup>41</sup> Sebuah studi *cross-sectional* berbasis populasi studi di Singapura di kalangan orang dewasa berusia diatas 55 tahun menunjukkan bahwa IMT tidak bermakna dikaitkan dengan penurunan kognitif, namun IMT rendah yang kronis adalah faktor yang terkait dengan penurunan fungsi kognitif.<sup>42</sup> Hasil yang sama terdapat pada penelitian Ropers bahwa tidak ada hubungan antara IMT dan penurunan fungsi kognitif.<sup>37</sup> Hasil dari hubungan antara IMT tinggi atau obesitas dan fungsi kognitif juga banyak yang tidak konsisten, namun ada penelitian terdapat hubungan antara IMT rendah terkait dengan risiko demensia.<sup>43,44</sup>

Jika status gizi juga dikaitkan dengan diet dimana asupan makan yang mengandung homosistein mempunyai hubungan bermakna dengan fungsi kognitif. Sebuah penelitian pra-dan pasca-suplementasi homocysteine mempengaruhi skor MMSE pasca-suplemetasi.<sup>38,45</sup>

### **II.6.6 Pekerjaan**

Sebuah studi untuk menganalisis hubungan antara status pekerjaan dengan risiko mengembangkan demensia pada usia lanjut di Malang pada 38 orang usia 60-70 tahun menunjukkan bahwa 61,1% dari responden tidak bekerja dan 11,1% dari total populasi mengalami penurunan kognitif. Namun tidak ada korelasi antara status pekerjaan dan risiko demensia.<sup>46</sup> Dikatakan pula beban kerja akan mempengaruhi aliran udara paru, sehingga beban kerja yang tinggi memungkinkan masuknya formaldehida di paru lebih cepat.

### **II.6.7 Pendidikan**

Sebuah studi di Amerika Serikat pada pensiunan yang menghubungkan Indeks masa tubuh, merokok dan tingkat pendidikan pada pria dan wanita dari tiga kelompok etnis (kulit putih, hispanik dan hitam) dengan penurunan fungsi kognitif didapatkan bahwa etnis kulit hitam laki-laki dan perempuan mengalami 3.7 tahun lebih lama gangguan kognitif dibandingkan kulit putih. Didapatkan pula pada pria dan wanita berpendidikan tinggi maka pria 1,6 tahun dan wanita 1,9 tahun hidup

lebih lama dibandingkan dengan mereka yang berpendidikan rendah. Namun hal ini akan memperpanjang periode penurunan kognitifnya. Pengaruh pendidikan lebih menonjol di antara etnis minoritas. Harapan hidup yang lebih tinggi berjalan bersama-sama dengan jangka waktu penurunan kognitif.<sup>39</sup>

Sejalan dengan penelitian tersebut didapatkan hasil yang sama pada penelitian Pusparini 2012 yang pada awalnya menghubungkan kadar homosistein darah dengan penurunan fungsi kognitif dengan MMSE mendapati bahwa terdapat hubungan bermakna antar tingkat pendidikan dan fungsi kognitif. Semakin tinggi tingkat pendidikan maka terjadinya penurunan fungsi kognitif semakin menurun.<sup>38</sup> Pendidikan berhubungan signifikan dengan kelompok demensia vascular dan kelompok kontrol.

Interpretasi *Mini Mental Status Examination* (MMSE) yang dipakai dalam penelitian ini untuk mengukur penurunan kognitif juga berkaitan dengan tingkat pendidikan. Dimana tingkat pendidikan mempengaruhi nilai ambang abnormal skor MMSE. Jika dengan tingkat pendidikan rendah (di bawah SLTP) ambang batas abnormal diturunkan menjadi 21, dan pada tingkat pendidikan setingkat SLTP dan SLTA dikatakan abnormal jika skor kurang 23. Pada tingkat perguruan tinggi skor abnormal jika kurang 24.

### **II.6.8 Masa bekerja**

Studi lain pajanan formaldehida menunjukkan kelelahan berlebihan, sakit kepala, gangguan tidur, lekas marah, dan perubahan mood. Fungsi neurologis mengalami gangguan juga pada pengujian, termasuk keseimbangan, waktu reaksi, bidang warna visual dan beberapa tes fungsi kognitif. Orang-orang ini diperiksa empat tahun atau lebih setelah paparan terakhir, sehingga fungsi otak yang terganggu lebih terlihat.<sup>15</sup>

Penelitian dari Kartikaningsih mengenai Pengaruh Paparan Berulang ikan Berformalin Terhadap Kerusakan Hati dan Ginjal Mencit (*Mus musculus*) mendapati Paparan berulang formaldehida dalam jangka lama secara oral bisa dideteksi dengan kerusakan organ hati dan ginjal mencit.<sup>47</sup> Dengan prinsip toksikologi maka semakin

lama seseorang bekerja maka semakin banyak terpajan bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja. Hubungan antara paparan dan efek ini sangat bergantung dari kadar formaldehida di udara, dosis paparan kumulatif yang merupakan penjumlahan kadar formaldehida di udara dan lamanya paparan serta lamanya formaldehida berada dalam tubuh.

### **II.6.9 Sidroma metabolik**

Sindrom metabolik adalah keadaan dimana terjadi tiga dari lima masalah kesehatan diantaranya tekanan darah tinggi, pre-diabetes resistensi insulin, HDL rendah, LDL dan trigliserid tinggi, dan obesitas sentral. Prevalensi gangguan kognitif pada sindroma metabolik sebesar 44,3%.<sup>47</sup> Penelitian Antonio Convit *et al* dari NYU School of Medicine menunjukkan bahwa sindrom metabolik berhubungan secara signifikan dengan gangguan neurokognitif pada orang dewasa. Hubungan ini menjadi efek jangka panjang dari metabolisme yang tidak baik dan dimulai dari masa anak dan remaja.<sup>48</sup>

Beberapa kriteria sindroma metabolik (tabel 2) yang banyak dipakai dan diterima luas adalah kriteria *National Cholesterol Education Program Third Adult Treatment Panel* (NCEP-ATP III), kriteria *World Health Organization* (WHO), kriteria *International Diabetes Federation* (IDF), *The American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute* (AHA/NHLBI).

Salah satu fungsi kognitif seperti demensia dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti status pekerjaan, jenis kelamin, riwayat merokok, hipertensi dan diabetes mellitus. Faktor-faktor resiko untuk gangguan fungsi kognitif seperti demensia vaskuler adalah umumnya sama dengan faktor resiko untuk stroke yaitu hipertensi, diabetes, hiperlipidemi, merokok, aritmia jantung. Pengobatan medis untuk demensia vaskuler ini ditujukan sebagai kontrol terhadap berbagai keadaan seperti hipertensi, diabetes, hiperlipidemia yang dapat menyebabkan infark.<sup>49</sup>

Tabel 2.1.  
Kriteria Diagnostik Sindroma Metabolik<sup>50</sup>

Unsur Sindroma Metabolik	NCEP ATP III	WHO	AHA	IDF
Hipertensi	Dalam pengobatan antihipertensi atau TD $\geq 130/85$ mmHg	Dalam pengobatan antihipertensi atau TD $\geq 140/95$ mmHg	Dalam pengobatan antihipertensi atau TD $\geq 130/85$ mmHg	Dalam pengobatan antihipertensi atau TD $\geq 130/85$ mmHg
Dislipidemi	Plasma TG $\geq 150$ mg/dL. HDL-C Laki $< 40$ mg/dL, perempuan $< 40$ mg/dL	Plasma TG $\geq 150$ mg/dL. HDL-C Laki $< 35$ mg/dL, perempuan $< 40$ mg/dL	Plasma TG $\geq 150$ mg/dL. HDL-C Laki $< 40$ mg/dL, perempuan $< 50$ mg/dL	Plasma TG $\geq 150$ mg/dL. HDL-C Laki $< 40$ mg/dL, perempuan $< 50$ mg/dL atau dalam pengobatan dislipidemia
Obesitas	Lingkar pinggang L $> 102$ cm, P $> 88$ cm	IMT $> 30$ kg/m <sup>2</sup> . Lingkar pinggang L $> 90$ cm, P $> 85$ cm	Lingkar pinggang L $> 102$ cm, P $> 88$ cm	Lingkar pinggang Asia L $> 90$ cm, P $> 80$ cm
Gangguan metabolisme glukosa	GD puasa $\geq 110$ md/dL	DM tipe 2 atau TGT. Mikroalbuminuri $\geq 20$ µg/menit (rasio albumin kreatinin $\geq 30$ )	GD puasa $\geq 100$ mg/dL	GD puasa $\geq 100$ mg/dL atau DM tipe 2
Kriteria Diagnosis	Minimal 3 kriteria	DM tipe 2 atau TGT + 2 kriteria. Jika Gula normal 3 kriteria	Minimal 3 kriteria	Obesitas sentral + 2 kriteria

### II.6.9.1 Tekanan darah

Data Kementerian Kesehatan pada tahun 2012 menyatakan prevalensi penderita hipertensi yang mengalami penurunan fungsi kognitif sebesar 7-9%.<sup>51</sup> Sampai saat ini penyebab peningkatan tekanan darah tidak diketahui dengan pasti. Peningkatan tekanan darah tidak disebabkan oleh faktor tunggal dan khusus. Peningkatan tekanan darah ini disebabkan berbagai faktor yang saling berkaitan. Peningkatan tekanan darah disebabkan oleh faktor primer yang diketahui yaitu seperti paparan zat kimia, kerusakan ginjal, gangguan obat tertentu, stress, kerusakan

vaskuler. Risiko relatif peningkatan tekanan darah tergantung pada jumlah dan keparahan dari faktor risiko yang dapat dimodifikasi dan yang tidak dapat dimodifikasi. Faktor-faktor yang tidak dapat dimodifikasi antara lain faktor genetik, umur, jenis kelamin, dan etnis. Sedangkan faktor yang dapat dimodifikasi meliputi stres, obesitas dan nutrisi serta lingkungan.

Hipertensi adalah faktor risiko untuk penurunan fungsi kognitif. Prevalensi hipertensi meningkat seiring usia, sehingga terjadi penurunan fungsi kognitif seiring dengan bertambahnya usia. Penyebabnya karena tingginya tekanan darah akan meningkatkan risiko aterosklerosis yang menyebabkan menurunnya vaskularisasi ke sel-sel otak sehingga terjadi iskemik substansia alba, plak neuritik angles di neokorteks dan hipokampus serta meningkatkan atrofi hipokampus dan amigdala yang akhirnya mempengaruhi penurunan fungsi kognitif.<sup>52</sup>

Saat ini dikenal pula istilah *Vascular Cognitive Impairment Non Dementia* (VCIND) yaitu gangguan fungsi kognitif yang ditimbulkan atau berhubungan dengan penyebab vaskular. Walaupun belum terdapat klasifikasi yang jelas. Namun dapat dikatakan VCIND jika gangguan kognitif minimal pada 1 domain, aktifitas sehari-hari tidak terganggu, tidak termasuk dalam kategori demensia dan kebanyakan individu dengan periode *plateau* yang panjang.<sup>53</sup>

Intervensi yang dilakukan dengan pemberian obat antihipertensi. Dengan menurunkan tekanan darah sistolik 12 mmHg dan distolik 5 mmHg maka menurunkan gangguan fungsi kognitif 8-28%.<sup>54</sup>

### **II.6.9.2 Gula darah**

Berbagai kriteria untuk peningkatan gula darah seperti dijelaskan diatas dan pada penelitian ini akan dipakai kriteria peningkatan gula darah menurut PERKENI (Perkumpulan Endokrin Indonesia) namun tanpa adanya anamnesa keluhan klasik. Kriteria Diabetes menurut PERKENI jika keluhan klasik ditemukan seperti poliuria, polidipsi, polifagia dan penurunan berat badan, maka pemeriksaan glukosaplasma sewaktu >200 mg/dL atau Pemeriksaan glukosa plasma puasa  $\geq$ 126 mg/dL dengan adanya keluhan klasik sudah cukup untuk menegakkandiagnosis DM.

Penelitian Kayo *et al* 2012 pada 109 lansia mengenai hubungan kadar gula darah sewaktu dalam darah dan gangguan fungsi kognitif pada lanjut usia. Dengan rata-rata kadar gula darah sewaktu  $137,41 \pm 70,25$  mg/dL didapatkan kadar gula darah yang semakin meningkat akan menurunkan fungsi kognitif pada lanjut usia.<sup>41</sup>

Pada beberapa studi ditemukan bahwa dalam keadaan hiperinsulinemia, insulin dapat mengurangi aktifitas kolinergik yang bersifat reversibel pada kultur neuron striatum dan dapat mempercepat *turnover* dari monoamin di otak. Sebagaimana diketahui bahwa neuron-neuron kolinergik banyak yang rusak pada demensia atau penyakit Alzheimer. Fakta-fakta tersebut menjelaskan bahwa insulin dapat mengganggu fungsi kognitif melalui penghambatan aktifitas sinap secara langsung, penurunan aktifitas kolinergik ataupun melalui keterlibatan metabolisme monoamin di otak. Berbagai hasil penelitian observasional masih cukup bervariasi, namun cenderung mendukung fakta adanya proporsi gangguan kognitif yang lebih tinggi pada pasien Diabetes Melitus.<sup>55</sup>

### **II.6.9.3 Profil lipid darah**

Peningkatan kolesterol pada usia pertengahan kehidupan berhubungan kuat dengan risiko demensia alzheimer maupun demensia avascular pada tiga dekade kemudian. Risiko hazard untuk demensia alzheimer 1,23 kali lebih tinggi pada kadar kolesterol tingkat borderline 200-239mg/dL dan 1,57 kali untuk kadar kolesterol tinggi ( $\geq 240$  mg/dL). Peningkatan HDL dan penurunan LDL serta kolesterol total akan meningkatkan fungsi kognitif sedangkan trigliserida tidak terlihat pengaruhnya pada fungsi kognitif.<sup>56</sup>

Hubungan antara kolesterol dengan fungsi kognitif telah banyak diteliti, dan hasilnya banyak yang saling bertentangan. Reitz, melakukan studi terhadap 1147 lanjut usia yang sehat tanpa demensia ataupun gangguan kognitif, didapati hasilnya tidak ada hubungan yang bermakna antara kolesterol total, HDL dan LDL dengan gangguan fungsi kognitif. Launer, menyatakan bahwa hubungan antara kadar lipid di usia paruh baya terhadap resiko terjadinya gangguan kognitif dibuktikan dengan autopsi dengan hasilnya bahwa kadar kolesterol total di usia paruh baya dihubungkan

dengan jumlah neuritik yang lebih sedikit, adanya plak amyloid dan *neurofibrillary tangles*.<sup>57</sup>

#### **II.6.9.4 Obesitas sentral**

Studi pada remaja yang mengalami obesitas didapati mengalami penurunan rentang perhatian dan fleksibilitas mental. Obesitas yang menyebabkan kerusakan endokrin dalam evaluasi MRI dan neuropsikologi menyebabkan kerusakan struktur otak dan pengurangan volume hippocampus yang berfungsi dalam dalam belajar dan memori.<sup>58</sup>

#### **II.6.10 Merokok**

Formaldehida juga merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting, karena formaldehida merupakan produk sampingan dari asap rokok, yang dapat menjelaskan sampai dengan 10-25% pajanan formaldehida di ruangan tertutup. Asap rokok telah dilaporkan mengandung kadar beberapa untuk lebih dari 100 mg formaldehida per batang. Perokok rata-rata menghirup sebanyak 0,4- 2,0 mg formaldehida perhari.<sup>2</sup>

Kosmetik produk yang mengandung formalin, formalin dan atau paraformaldehida. Merokok merupakan faktor risiko pada demensia dan demensia mengalami penurunan fungsi kognitif. Sebuah studi meneliti hubungan antara riwayat merokok dan penurunan kognitif dan eksekutif dalam transisi dari usia pertengahan sampai usia tua.

Didapatkan hasil terjadi penurunan kognitif lebih cepat pada pria perokok dibandingkan dengan bukan perokok sedangkan pada wanita penurunan kognitif yang terjadi tidak signifikan. Mantan perokok dengan setidaknya harus menghentikan 10 tahun, agar tidak terjadi efek penurunan kognitif.<sup>58</sup> Hasil yang sama didapat pada penelitian Reuser *et al* yang mendapatkan merokok mengurangi durasi gangguan kognitif.<sup>2</sup>

Sebuah penelitian pada 2016 responden mendapati merokok dan minuman beralkohol merupakan faktor risiko untuk gangguan kognitif pada pasien lansia,

sehingga penghentian merokok dan pengurangan minum dapat dianggap sebagai bagian dari strategi untuk mengurangi kejadian kognitif.<sup>60</sup>

### **II.6.11 Olahraga**

Olahraga sangat erat hubungannya dengan obesitas dan hipertensi. Kurang berolahraga akan meningkatkan kemungkinan timbulnya obesitas dan memudahkan timbulnya hipertensi. Kedua faktor tersebut merupakan faktor dalam sindroma metabolik yang nantinya memudahkan terjadinya makro dan mikroangiopati otak sehingga terjadi penurunan fungsi kognitif. Dengan berolahraga teratur menurunkan tahanan perifer. Olahraga yang teratur dalam jumlah sedang lebih baik dari pada olahraga berat tetapi hanya sesekali.

### **II.6.7 Formaldehida lingkungan**

Banyak hal yang mempengaruhi konsentrasi formaldehida lingkungan, seperti aliran udara, kecepatan angin, ventilasi, jarak dan posisi dengan sumber dan suhu lingkungan. Zasshi 2008 yang meneliti kadar formalin di ruangan laboratorium anatomi di salah satu Universitas di Jepang mengatakan konsentrasi formalin dipengaruhi oleh posisi ketinggian gedung, suhu dan kecepatan angin.<sup>61</sup>

### **II.7 Mini Mental Status Examination (MMSE)**

Berbagai macam instrumen *screening* fungsi kognitif dilakukan untuk untuk menilai individu dengan sangkaan mengalami gangguan fungsi kognitif, seperti *Mini-Mental Status Examination*, *Mayo Short Test of Mental Status*, *Clock Drawing Test*, *Clinical Dementia Rating*, *Montreal Cognitive Assasment (MoCA)* dan tes lainnya.<sup>61</sup>

*Mini-Mental Status Examination* (MMSE) merupakan salah satu dari sekian banyak tes yang sering digunakan secara luas untuk mendeteksi gangguan kognitif. Sensitifitas MMSE termasuk baik, penelitian Hasan *et al*<sup>60</sup> pada 400 orang dengan retang usia 16-75 tahun di Medan dan cutoff 23 di dapatkan hasil sensitifitas MMSE 87% , spesifitas 82%, dan nilai kappa 0,86.

Walaupun MMSE adalah pemeriksaan *screening* bukan untuk menentukan diagnosa penyakit secara spesifik, namun pemeriksaan ini tetap dapat digunakan

untuk pendeteksian gangguan fungsi kognitif secara umum. Untuk mendeteksi Mild Cognitive Impairment (MCI) dengan MMSE sebaiknya nilai *cut-off* untuk demensia digunakan lebih tinggi yaitu 26-28 dan dilakukan penyesuaian terhadap usia dan pendidikan. Kemudian individu dengan skor 26-28 harus di periksa lebih lanjut untuk mengetahui MCI atau bukan dengan menggunakan pemeriksaan seperti *Clinical Dementia Rating* ataupun *Mayo Short Test of Mental Status*.

*Clinical Dementia Rating* digunakan untuk menilai 6 domain yang berhubungan dengan kognitif dan fungsional performa seperti memori, orientasi, judgement dan pemecahan masalah, kegiatan komunitas, pekerjaan rumah dan hobi serta perawatan diri. *Clinical Dementia Rating* menggunakan 5 skala keparahan yaitu 0=normal, 0,5=MCI/questionable dementia, 1=mild dementia, 2=moderate dementia, 3=severe dementia.

Juga tersedia instrumen Montreal Cognitive Assasment yang banyak digunakan untuk penilaian MCI. Menurut studi validasi Nasreddine<sup>62</sup>, sensitivitas dan spesifisitas MoCA untuk mendeteksi MCI (n = 94) adalah 90% dan 87% masing-masing, dibandingkan dengan MMSE 18% dan 100% . Namun pada di kondisi lain MoCA kurang menjanjikan dan lebih unggul MMSE secara umum.

MMSE atau uji Folstein merupakan alat tes yang banyak digunakan dalam berbagai seting klinis untuk mengukur status kognitif serta berbagai gangguan kognitif pada seseorang, terutama pada lanjut usia. Tes ini dikembangkan oleh Marshal F. Folstein pada tahun 1975. MMSE merupakan suatu skala terstruktur yang terdiri dari 30 poin yang dikelompokkan menjadi 7 kategori yaitu orientasi terhadap tempat, orientasi terhadap waktu, registrasi, atensi dan konsentrasi, memori, bahasa dan kontruksi visual.<sup>63</sup>

Tes ini biasa digunakan dalam pengobatan untuk menyaring gangguan fungsi kognitif dan memperkirakan tingkat keparahan kerusakan kognitif serta mengikuti jalannya perubahan kognitif pada individu dari waktu ke waktu terhadap respon pengobatan. Berbagai penelitian juga mendapati hubungan yang bermakna antara pendidikan dan umur terhadap hasil MMSE, sehingga untuk dapat menggunakan instrumen ini haruslah tidak buta huruf dan berpendidikan minimal SLTP.

Teknik pemakaian dan penilaian MMSE menggunakan instrumen berbentuk berbagai pertanyaan. Daftar pertanyaan terdapat pada lampiran. Cara penggunaannya adalah sebagai berikut:<sup>65</sup>

1. Penilaian Orientasi (10 poin)

Pemeriksa menanyakan tanggal, kemudian pertanyaan dapat lebih spesifik jika ada bagian yang lupa (misalnya: "Dapatkah anda juga memberitahukan sekarang tanggal, bulan berapa?") Setiap pertanyaan benar mendapatkan 1 poin.

2. Penilaian Registrasi (3 poin).

Pemeriksa menyebutkan 3 nama benda yang tidak berhubungan dengan jelas dan lambat. Setelah itu pasien diperintahkan untuk mengulanginya. Jumlah benda yang dapat disebutkan pasien pada kesempatan pertama dicatat dan diberikan skor (0-3). Jika pasien tidak dapat menyebutkan ketiga nama benda tersebut pada kesempatan pertama, lanjutkan dengan mengucapkan namanya sampai pasien dapat mengulang semuanya, sampai 6 kali percobaan. Catat jumlah percobaan yang digunakan pasien untuk mempelajari kata-kata tersebut. Jika pasien tetap tidak dapat mengulangi ketiga kata tersebut, berarti pemeriksa harus menguji ingatan pasien tersebut. Setelah menyelesaikan tugas tersebut, pemeriksa memberitahukan kepada pasien agar mengingat ketiga kata tersebut, karena akan ditanyakan sebentar lagi.

3. Atensi dan konsentrasi (5 poin).

Pasien diperintahkan untuk menghitung mundur dari 100 dengan selisih 7. hentikan setelah 5 angka. Skor berdasarkan jumlah angka yang benar. Jika pasien tidak dapat atau tidak dapat mengerjakan tugas tersebut, maka dapat digantikan dengan kata "DUNIA" dari belakang. Cara menilainya adalah menghitung kata yang benar. Contohnya jika menjawab "AINUD" maka diberi nilai 5, tetapi jika menjawab "AINDU" diberi nilai 3.

4. Memori (3 poin)

Pasien diperintahkan untuk mengucapkan 3 kata yang diberikan sebelumnya kepada pasien dan disuruh mengingatnya. Pemberian skor dihitung berdasarkan jumlah jawaban yang benar.

5. Bahasa: praktek (2 poin).  
Penamaan : Pasien ditunjukkan arloji dan diminta menyebutkannya. Ulangi dengan menggunakan pensil. Skor 1 poin setiap nama benda yang benar (0-2).
6. Bahasa: pepetisi (1 Poin)  
Pasien diminta untuk mengulangi sebuah kalimat yang diucapkan oleh penguji pada hanya sekali kesempatan. Skor 0 atau 1.
7. Bahasa: perintah (3 poin)  
tahap yaitu pasien diberikan selembar kertas kosong, dan diperintahkan, ” Taruhkertas ini pada tangan kanan anda, lipat menjadi 2 bagian, dan taruh di lantai”. Skor 1 poin diberikan pada setiap perintah yang dapat dikerjakan dengan baik (0-3).
8. Bahasa: membaca (1 poin)  
Pasien diberikan kertas yang bertuliskan ”Tutup mata anda”. hurufnya harus cukup besar dan terbaca jelas oleh pasien. Pasien diminta untuk membaca dan melakukan apa yang tertulis. Skor 1 diberikan jika pasien mengikuti perintah. Tes ini bukan penilaian memori, sehingga penguji dapat mengatakan “silahkan melakukan apa yang tertulis” setelah pasien membaca kalimat tersebut.
9. Bahasa: menulis (1 Poin)  
Pasien diberikan kertas kosong dan diminta menuliskan suatu kalimat. Jangan mendikte kalimat tersebut, biarkan pasien menulis spontan. Kalimat yang ditulis harus mengandung subjek, kata kerja dan membentuk suatu kalimat. Tata bahasa dan tanda baca dapat diabaikan.
10. Kontruksi visual: menirukan (1 Poin)  
Pasien ditunjukkan gambar segi lima berpotongan dan kemudian pasien diminta untuk menggambarinya semirip mungkin. Kesepuluh sudut harus ada dan ada 2 sudut yang berpotongan untuk mendapatkan skor 1 poin. Tremor dan rotasi diabaikan.

Pada 30 pertanyaan tersebut diberi skor 1 jika jawaban pasien benar, 0 jika jawaban pasien salah atau pasien tidak menjawab. Setelah dilakukan penilaian, skor dijumlahkan dan didapatkan hasil akhir. Hasil yang didapatkan diinterpretasikan sebagai dasar diagnosis. Ada beberapa metode interpretasi yang dipergunakan, antara lain metode yang pertama hanya menggunakan *single cutoff*, yaitu abnormalitas fungsi kognitif jika skor kurang dari 24. Metode lain menggunakan range jika skor kurang dari 21 kemungkinan demensia akan meningkat, sedangkan jika skor lebih 25, kecil kemungkinan demensia.

Interpretasi lainnya memperhitungkan tingkat pendidikan pasien. Pada pasien dengan tingkat pendidikan rendah (di bawah SMP) ambang batas abnormal diturunkan menjadi 21, dan pada tingkat pendidikan setingkat SMA abnormal jika skor kurang 23, pada tingkat perguruan tinggi skor abnormal jika kurang 24.

Berat ringannya gangguan kognitif dapat diperkirakan dengan MMSE. Skor MMSE secara umum:

Skor 24 sampai 30 menunjukkan tidak didapatkan kelainan kognitif.

Skor 17-23 menunjukkan kelainan kognitif ringan, *probable* gangguan kognitif.

Skor 0-16 menunjukkan kelainan kognitif yang berat, *definit* gangguan kognitif.

## **II. 8 Tinjauan Perusahaan dan Perhitungan Paparan**

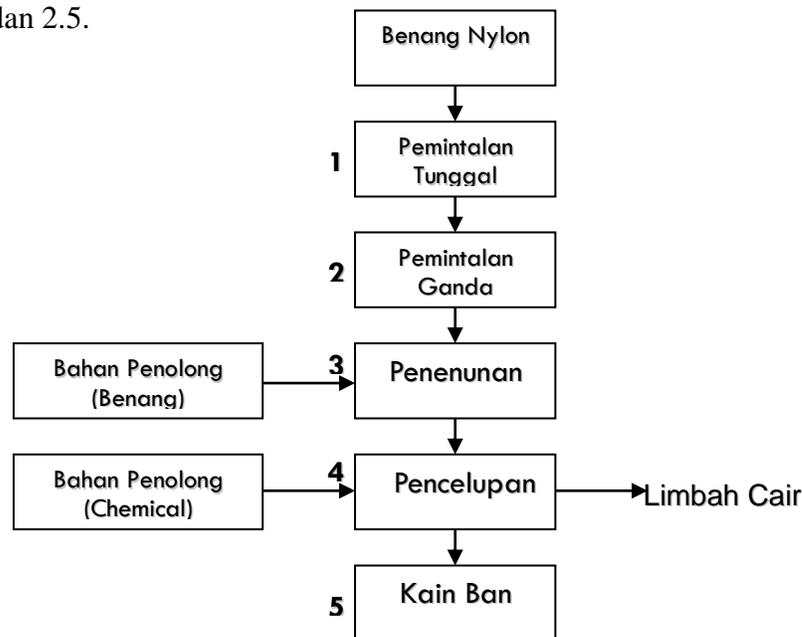
Paparan formaldehida terdapat dalam proses produksi perusahaan X yang menghasilkan serat kain ban. Kain ban merupakan bahan baku dalam pembuatan ban kendaraan, pesawat dan lainnya dari proses produksi ini dibuanglah limbah cair salah satunya berupa asam format yang merupakan hasil proses formaldehida.

Penilaian paparan bahan kimia berbahaya di tempat kerja yang digunakan menggunakan metode semikuantitatif yang diadopsi dari Departemen Tenaga Kerja, Divisi Keselamatan dan kesehatan Singapura. Langkah –langkah dalam penilaian besarnya paparan adalah sebagai berikut:

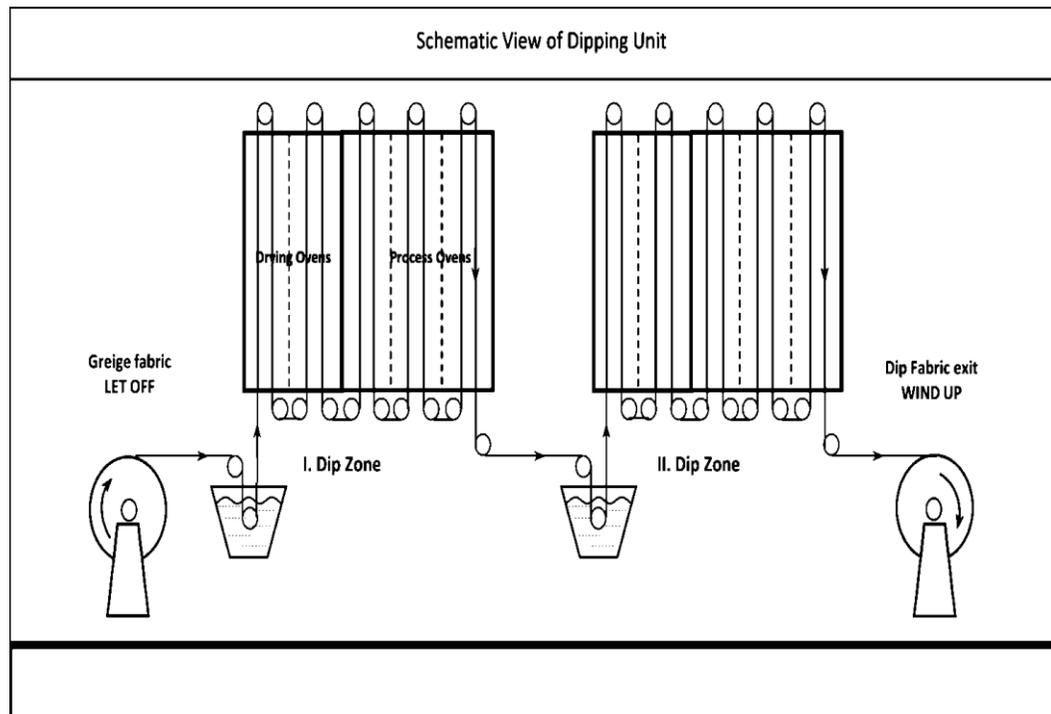
1. Langkah 1, Pembentukan kelompok kerja untuk melakukan penilaian, Perwakilan dari kedua pihak yaitu manajemen dan karyawan

## 2. Langkah 2, Rincian proses kerja

Tahapan proses produksi diawali dengan pemintalan benang nylon dari gulungannya dengan kecepatan sangat tinggi ke mesin. Kemudian dipintal lagi menjadi kain ban dengan cara melilit dua atau tiga benang oleh *cable twister* di departemen *weaving*. Setelah itu kain ban dan digulung menjadi rol-rol yang berdiameter 500 sampai 1500 mm. Pemintalan dan penenunan dilakukan pada suhu 28°C dan kelembaban relatif 65%. Terakhir pencelupan kain ban dengan *dip solution* (larutan perekat) pada bagian *dipping* yang meliputi beberapa tahap dimana salah satu tahapnya adalah dengan menggunakan larutan formaldehida sebagai campuran untuk melunakkan dan mengawetkan serat ban. Kemudian hasil produksi berupa kain ban yang siap dijual. Gambar diagram alir pembuatan serat kain ban dapat dilihat pada gambar 2.4 dan 2.5.



Gambar 2.4. Diagram alir pembuatan serat kain ban<sup>66</sup>



Gambar 2.5. Diagram alir produksi bagian dipping<sup>66</sup>

Dalam penelitian ini akan dinilai 2 departemen. Pertama adalah pemintalan (*weaving*) yaitu bagian yang tiak terpajan formaldehida karena prosesnya sebelum adanya pajana formaldehid. Kedua bagian pencelupan (*dipping*) adalah proses pencelupan serat ban kedalam cairan formaldehida dimana para pekerja dibagian tersebut secara langsung terpajan formaldehida.

### 3. Langkah 3, Identifikasi bahan kimia

Dalam hal ini sesuai proses kerja dan penelitian yang sedang dilakukan yaitu menggunakan bahan kimia formladehida. Perhitungan yang dipakai untuk menentukan besarnya pajanan dipakai metode secara semikuantitatif.<sup>67</sup>

### 4. Langkah 4, Penentuan peringkat bahaya (*Hazard rating/ HR*)

Formaldehida termasuk peringkat bahaya kategori 4 bersama kadmium, metilen klorida, ethylenen oksida, acrylonitrile butadiene 1,2. Kategori 4 adalah

bahan kimia yang kemungkinan karsinogen manusia, mutagen atau teratogen berdasarkan studi hewan. ACGIH A2 karsinogen, NTP Grup B, IARC Kelompok 2A, sangat korosif (PH 0 sampai 2 atau 11,5 sampai 14) dan merupakan bahan kimia beracun.

5. Langkah 5, Melakukan pemeriksaan dan wawancara kerja

Biasanya menggunakan *checklist* yang mencakup empat bidang:

1. Unit Kerja di mana bahan kimia beracun atau berbahaya yang digunakan
2. Praktek kerja
3. Emisi dari kontaminan
4. Bidang yang perlu perhatian lebih lanjut

6. Langkah 6, Memperoleh informasi mengenai frekuensi dan durasi paparan

Selain frekuensi dan durasi paparan harus diketahui juga hasil pengukuran formaldehid di udara. Dalam hal ini hasil pengukuran kadar formaldehid lingkungan dilakukan dengan metode deteksi tidak langsung bekerjasama dengan Balai Pusat Hiperkes Jakarta.

7. Langkah 7, Penentuan tingkat paparan

Tingkat paparan yang aktual didapatkan dengan rumus:

$$E = \frac{F \times D \times M}{W}$$

E = Paparan mingguan (ppm atau mg/m<sup>3</sup>)

F = Frekuensinya paparan per minggu (jumlah karyawan terpapar per minggu)

M= Besarnya paparan(ppm atau mg/m<sup>3</sup>)

W = rata-rata jam kerja per minggu (40 jam)

D = rata-rata durasi paparan (jam)

Hal ini diasumsikan bahwa tidak ada paparan ketika tugas/pekerjaan tidak dilakukan.

Tingkat Paparan (*Exposure rating/ ER*)

Paparan mingguan (E) kemudian dibandingkan dengan permissive exposure Limit (PEL) dan tingkat paparan kemudian dapat ditentukan dengan menggunakan tabel berikut.

Tabel 2.2. Tingkat Paparan (*Exposure rating/ ER*)<sup>64</sup>

E/PEL	Tingkat Paparan ( <i>Exposure rating/ ER</i> )
<0,1	1
0,1 to <0,5	2
0,5 to 1,0	3
1,0 to 2,0	4
≥ 2,0	5

8. Langkah 8, Evaluasi Tingkat Risiko (*Risk rating*)

Besarnya tingkat risiko dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Tingkat Risiko} = \sqrt{\text{HR} \times \text{ER}}$$

HR = Peringkat bahaya (pada langkah 4), formaldehida termasuk HR= 4

ER = Tingkat Paparan (*Exposure rating/ ER*) skala 1 sampai 5

Nilai tingkat risiko dibatasi dalam skala 1 sampai 5. Ketika hasil tingkat risiko tidak bulat maka harus dibulatkan ke bilangan terdekat. Kemudian hasil risiko signifikan diperoleh berdasarkan peringkat sesuai dengan tabel dibawah ini

Tabel 2.3. Tingkat Risiko<sup>64</sup>

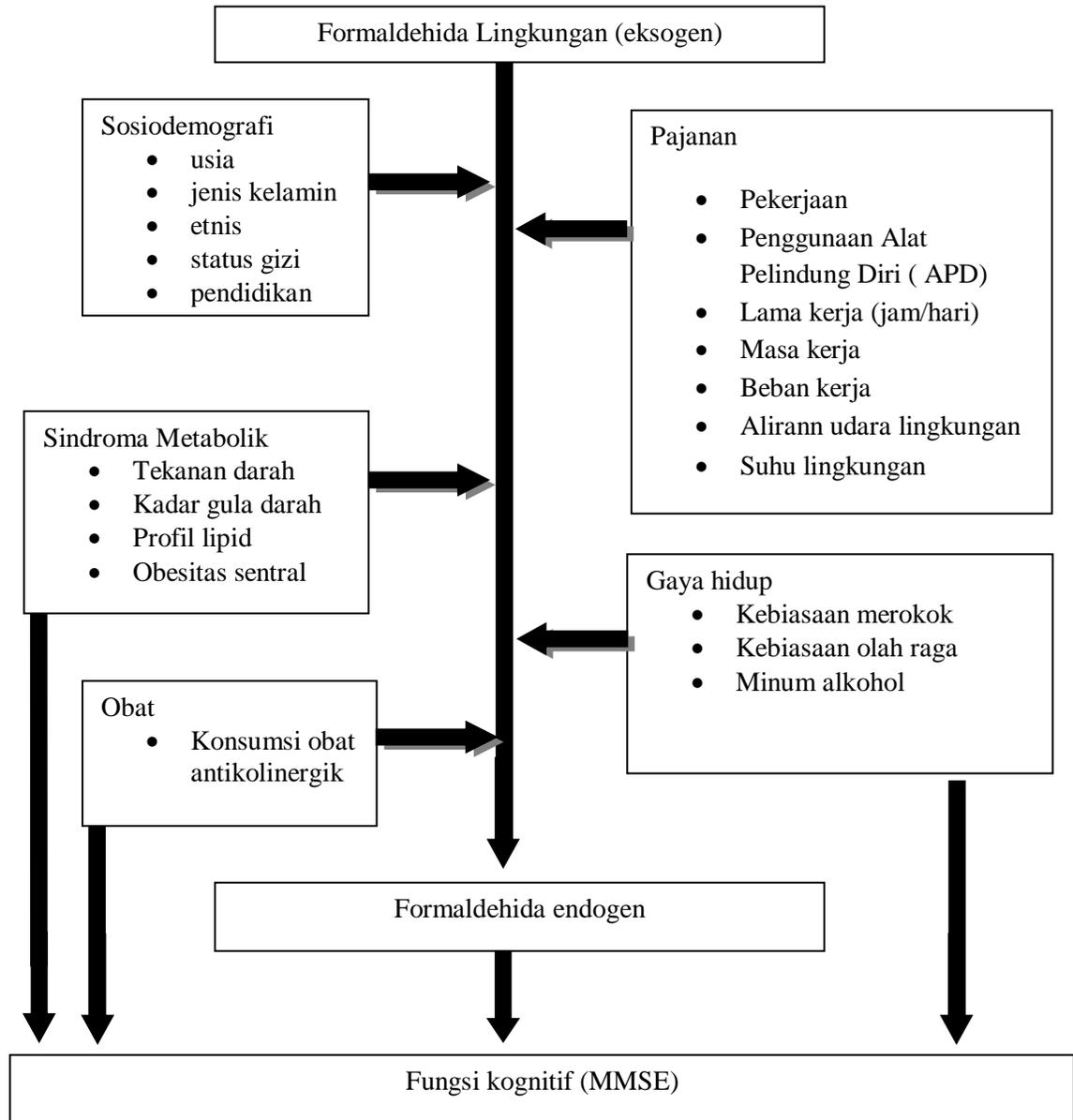
Tingkat Risiko	Risiko	Warna matrix
1	Tidak berarti	
2	Rendah	
3	Medium	
4	Tinggi	
5	Sangat Tinggi	

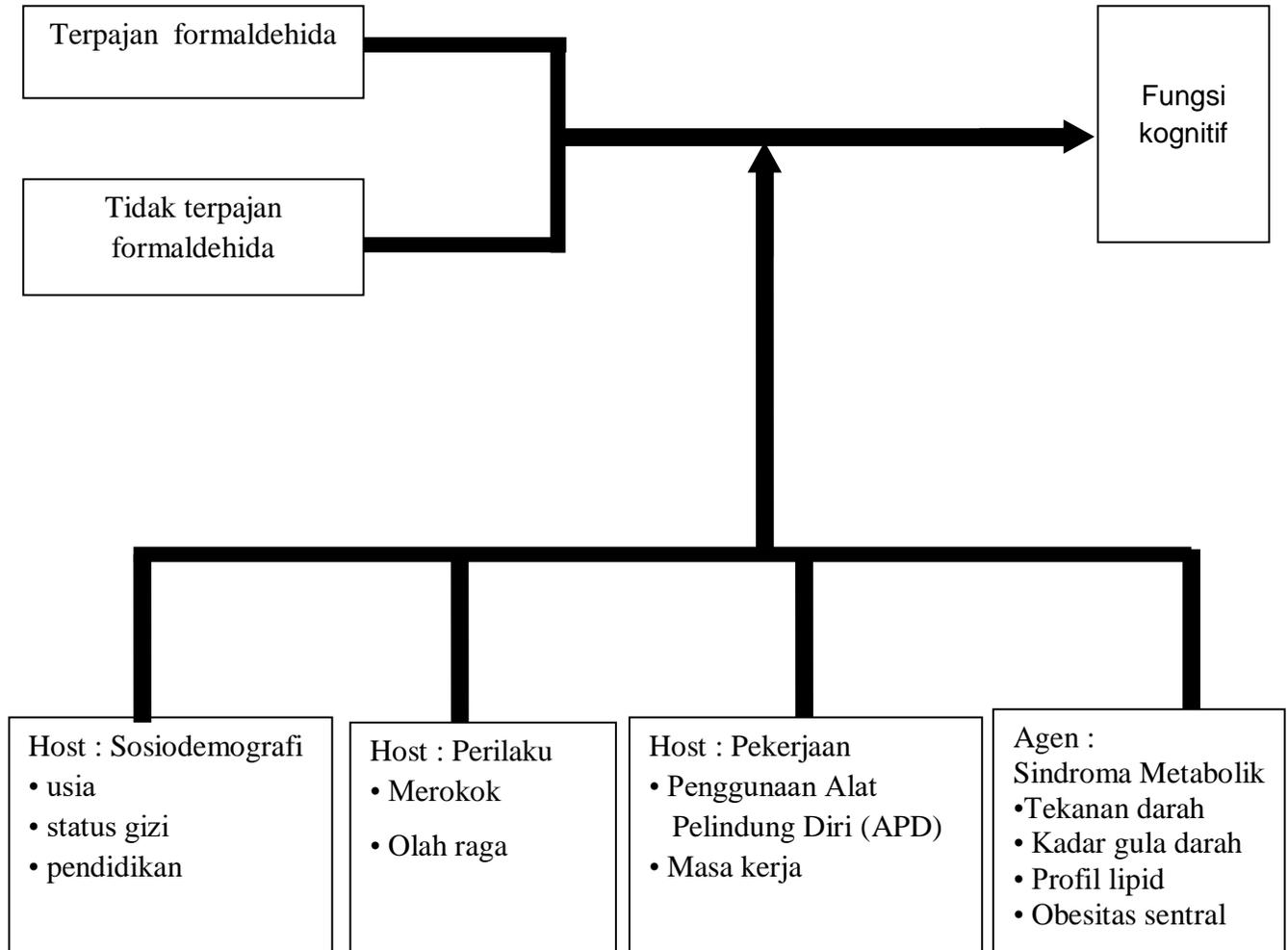
Sebagai alternatif dapat menggunakan matriks di bawah ini untuk menentukan tingkat risiko.

Table 2.4. Matrix Tingkat risiko<sup>64</sup>

HR ER	1	2	3	4	5
1	1 4	1. 4	1. 7	2	2. 2
2	1. 4	2	2. 4	2. 8	3. 2
3	1. 7	2. 4	3	3. 5	3. 9
4	2	2. 8	3. 5	4	4. 5
5	2. 2	3. 2	3. 9	4. 5	5

## Kerangka teori



**Kerangka konsep**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III. 1 Desain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian analitik untuk mencari hubungan antar variabel dengan pendekatan desain *comparative cross sectional* yaitu membandingkan dua kelompok pekerja yang bekerja terpajan langsung dengan formaldehida dan pekerja yang tidak terpajan formaldehida pada perusahaan yang sama.

#### **III. 2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian adalah perusahaan yang memproduksi serat ban yang berlokasi di Jawa Barat. Waktu penelitian selama 10 hari pada tanggal 3 Maret 2014 sampai dengan 14 Maret 2014, ketika dilakukan pemeriksaan kesehatan tahunan pada perusahaan tersebut.

#### **III. 3 Populasi penelitian dan Responden Penelitian**

##### **III.3.1 Populasi penelitian**

Populasi target adalah pekerja industri ban Jawa Barat

Populasi terjangkau adalah pekerja industri ban Perusahaan X.

##### **III.3.2 Kriteria inklusi**

1. Bersedia mengikuti penelitian
2. Laki-laki
3. Usia maximal 60 tahun
4. Telah bekerja >4 tahun

##### **III.3.3 Kriteria eksklusi**

1. Riwayat trauma kepala, penyakit alzaimer, stroke, diabetes melitus, hipertensi lebih dari 4 tahun dan pernah atau sedang menjalani pengobatan untuk penyakitnya tersebut. Data didapatkan dari anamnesa.
2. Tingkat pendidikan kurang dari SLTP

### III.3.4 Perhitungan Besar Responden

Besarnya responden yang diperlukan dihitung dengan menggunakan rumus analitik kategorik kategorik tidak berpasangan<sup>68</sup> yaitu:

$$n_1 = n_2 = \frac{(z_\alpha \sqrt{2PQ} + z_\beta \sqrt{P_1Q_1 + P_2Q_2})^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

Dimana :

$n_1$  : kelompok terpajan

$n_2$  : keolompok tidak terpajan

$Z_\alpha$  : Kesalahan tipe 1 yang ditetapkan sebesar 5 %, yaitu 1,96 (2 arah)

$Z_\beta$  : Kesalahan tipe 2 yang ditetapkan sebesar 20 %, yaitu 0,84

$P_1$  : Proporsi pada kelompok yang mengalami penurunan fungsi kognitif pada terpajan formaldehida.  $(0,224)^4$

$P_2$  : Proporsi pada kelompok yang mengalami penurunan fungsi kognitif pada yang tidak terpajan formaldehida.  $(0,462)^{39}$

$Q_1$  :  $1 - P_1 = 1 - 0,224 = 0,776$

$Q_2$  :  $1 - P_2 = 1 - 0,462 = 0,538$

$P_1 - P_2$  : selisih proporsi minimal yang dianggap bermakna =  $0,224 - 0,462 = 0,238$

$P$  : Proporsi total =  $(P_1 + P_2) / 2 = (0,224 + 0,462) / 2 = 0,343$

$Q$  :  $1 - P = 1 - 0,343 = 0,657$

Sehingga didapat besar responden pada kelompok terpajan dan tidak terpajan adalah:

$$n_1 = n_2 = \frac{(1,96 \sqrt{2 \times 0,343 \times 0,657} + 0,84 \sqrt{0,224 \times 0,776 + 0,462 \times 0,538})^2}{(0,238)^2}$$

$$= 62$$

Kelompok terpajan dibutuhkan 62 pekerja dan kelompok tidak terpajan dibutuhkan 62 pekerja. Namun pekerja yang mengikuti pemeriksaan fungsi kognitif berjumlah 190 orang pekerja yang terdiri dari *dipping* 73 orang pekerja dan *weaving* 117 orang pekerja. Kemudian terdapat 21 orang pekerja wanita, 21 orang pekerja bekerja kurang dari 4 tahun, 3 orang mempunyai riwayat trauma kepala, 1 orang mempunyai riwayat tekanan darah tinggi lebih dari 4 tahun, 2 orang pekerja

mempunyai riwayat diabetes melitus lebih dari 4 tahun dan 2 orang pekerja terlewatkan dilakukan pemeriksaan fungsi kognitif karena sebab teknis di lapangan. Sehingga peneliti mendapatkan 140 responden yang berasal dari bagian terpajan (*dipping*) 62 sample dan tidak terpajan (*weaving*) 78 sample.

Agar mendapatkan kesetaraan jumlah responden yang sama yaitu perbandingan 1:1 antara kelompok terpajan dan tidak terpajan kemudian dilakukan random secara *Simple Random sampling* pada responden di bagian *weaving* dengan menggunakan SPSS. Akhirnya didapatkan jumlah sample yang diinginkan 62 responden dari masing masing bagian inilah yang akan dilakukan analisis data selanjutnya.

### **III.4 Sumber Data**

#### **III.4.1 Variabel**

Variabel terikat adalah fungsi kognitif

Variabel bebas dikelompokkan berdasarkan:

1. Paparan formaldehida
2. Sosiodemografi yaitu usia, status gizi, pendidikan
3. Perilaku yaitu merokok dan olahraga
4. Pekerjaan yaitu pemakaian alat pelindung diri (APD) dan masa kerja
5. Sindroma metabolik yaitu tekanan darah, gula darah, profil lipid dan obesitas sentral.

Pada penelitian ini tidak dimasukkan variabel jenis kelamin dikarenakan pada populasi terpajan keseluruhannya berjenis kelamin laki-laki.

#### **III.4.2 Sumber Data**

Beberapa sumber data pada penelitian ini antara lain untuk penilaian data fungsi kognitif didapat dengan kuesioner *Mini Mental Status Examination* (MMSE) langsung pada pekerja. Data lain juga didapat dari hasil pemeriksaan kesehatan pekerja pada bulan Maret tahun 2014 baik data umur, tinggi badan, berat Badan dan laboratorium. Kemudian pengukuran kadar formaldehida lingkungan didapat dari perusahaan.

### III.4.3 Batasan Operasional

No	Variabel	Alat Ukur	Cara Pengukuran	Hasil Pengukuran	Skala Pengukuran
1	Fungsi kognitif	Data primer yaitu Kuesioner <i>Mini Mental Status Examination</i> (MMSE) bahasa Indonesia yang telah tervalidasi	Dari hasil perhitungan kuesioner MMSE melalui penilaian orientasi tempat, waktu, registrasi, atensi & konsentrasi, memori, bahasa, kontrusi visual. Normal 24-30 kemudian untuk kategori Ringan 17-23 dan Berat 0-16 akan dijadikan dalam kategori yang sama yaitu penurunan fungsi kognitif. <sup>65</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = Normal 24-30</li> <li>• 1= Gangguan 0-23</li> </ul>	Kategorikal
2	Usia	Data primer	Menggunakan kuesioner dilihat dari usia pekerja dan tanggal lahir pekerja pada KTP (Kartu Tanda Penduduk)	Mean ± SD/ Median (Min-Max)	Numerik
3	Status Gizi	Data primer yaitu Perhitungan rumus Index masa tubuh (IMT)	IMT yaitu berat badan dalam kg dibagi tinggi badan dalam m <sup>2</sup> dan menggunakan data sekunder modifikasi dari asia pasifik .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Kurang jika IMT &lt; 18,5 kg/m<sup>2</sup>,</li> <li>• 1=sehat jika IMT 18,5 - 23 kg/m<sup>2</sup>,</li> <li>• 2=berlebih/obesitas jika IMT &gt; 23 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>	Kategorikal
4	Pendidikan	Data primer	Menggunakan kuesioner mengenai tingkat pendidikan terakhir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Pendidikan akademi/sarjana.</li> <li>• 1=Pendidikan SLTA</li> <li>• 2=Pendidikan SLTP</li> </ul>	Kategorikal
5	Alat pelindung diri (APD)	Data primer	Menggunakan kuesioner mengenai frekuensi pemakaian APD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0= Selalu,Setiap hari</li> <li>• 1= Kadang, Tidak setiap hari</li> <li>• 2= Tidak pernah.</li> </ul>	Kategorikal

6	Masa Kerja	Data primer	Menggunakan kuesioner mengenai jumlah bilangan Dalam tahun masa kerja diperusahaan tersebut, berdasarkan studi penelitian terdahulu. Penurunan fungsi kognitif terjadi pada pekerja dengan masa kerja pajanan formaldehida selama $\geq 4$ tahun, dihitung sejak mulai bekerja sampai saat data diambil. (KH Kilburn) <sup>15</sup>	Mean $\pm$ SD/ Median (Min-Max)	Numerik
7	Tekanan darah	Data primer	Pemeriksaan dengan spigmomanometer yang dikategorikan berdasarkan kategori hipertensi WHO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0= Normal jika tekanan sistole <math>&lt;120</math>mmHg dan tau tekanan diastole <math>&lt;80</math> mmHg</li> <li>• 1= Prehipertensi jika tekanan sistole 120-129 mmHg dan tau tekanan diastole 80-89 mmHg</li> <li>• 2= Hipertensi jika tekanan sistole <math>\geq 130</math>mmHg dan tau tekanan diastole <math>\geq 90</math> mmHg</li> </ul>	Kategorikal
8	Gula Darah	Data primer	Nilai kadar glukosa plasma puasa (GDP) dan kadar glukosa plasma sewaktu (GDS) menurut PERKENE 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Tidak ada peningkatan, jika GDP <math>&lt; 110</math> mg/dl atau GD) <math>&lt; 200</math>mg/dL</li> <li>• 1=Ada peningkatan, jika GDP <math>\geq 110</math> mg/dl dan atau GDS <math>\geq 200</math>mg/dL</li> </ul>	Kategorikal
9	Dislipidemi	Data primer	Nilai profil lipid HDL darah atau Nilai profil lipid Trigliseri darah menurut WHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Tidak ada dislipidemi, jika TG <math>&lt; 150</math> mg/dl dan atau HDL <math>&gt; 35</math> mg/dl</li> <li>• 1=Ada dislipidemi jika TG <math>\geq 150</math> mg/dl dan atau HDL <math>\leq 35</math> mg/dl</li> </ul>	Kategorikal

10	Obesitas sentral	Data primer	Dari hasil pengukuran lingkar perut laki-laki menurut WHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Normal &lt;90cm</li> <li>• 1=Obesitas sentral ≥90 cm</li> </ul>	Kategorikal
11	Merokok	Data primer	Kategori perokok menggunakan indeks Brinkman (IB), yakni perkalian antara jumlah rata-rata batang rokok yang dihisap sehari dikalikan lama merokok dalam tahun.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0= Tidak merokok</li> <li>• 1=Ringan jika merokok 1-200 batang,</li> <li>• 2=Sedang jika merokok 201-600 batang,</li> <li>• 3=Berat jika merokok 601 batang atau lebih</li> </ul>	Kategorikal
12	Olahraga	Data primer	Kategori olahraga menggunakan perhitungan frekuensi berolahraga dalam satu minggu secara rutin. Kategori berdasarkan olahraga yang baik untuk kardiovaskular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0=Rutin jika frekuensi olahraga ≥ 3x/minggu</li> <li>• 1=Jarang jika frekuensi olahraga 1-2x/minggu</li> <li>• 2=Tidak pernah berolahraga sama sekali</li> </ul>	Kategorikal
13	Formaldehida lingkungan	Data sekunder	Adanya pajanan formaldehida eksogen (lingkungan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = Tidak terpajan (<i>weaving</i>)</li> <li>• 1= Terpajan (<i>dipping</i>)</li> </ul>	Kategorikal

#### III.4.4 Cara Pengumpulan Data

Beberapa cara pengumpulan data pada penelitian ini antara lain untuk data penilaian penurunan fungsi kognitif didapat dengan kuesioner *Mini Mental Status Examination* (MMSE) langsung pada pekerja di perusahaan. Peneliti bertindak sebagai penguji dan pengisi kuesioner. Selain itu data lain yang didapat dari pengisian kuesioner adalah usia, masa kerja, penggunaan APD, kebiasaan merokok dan kebiasaan olahraga.

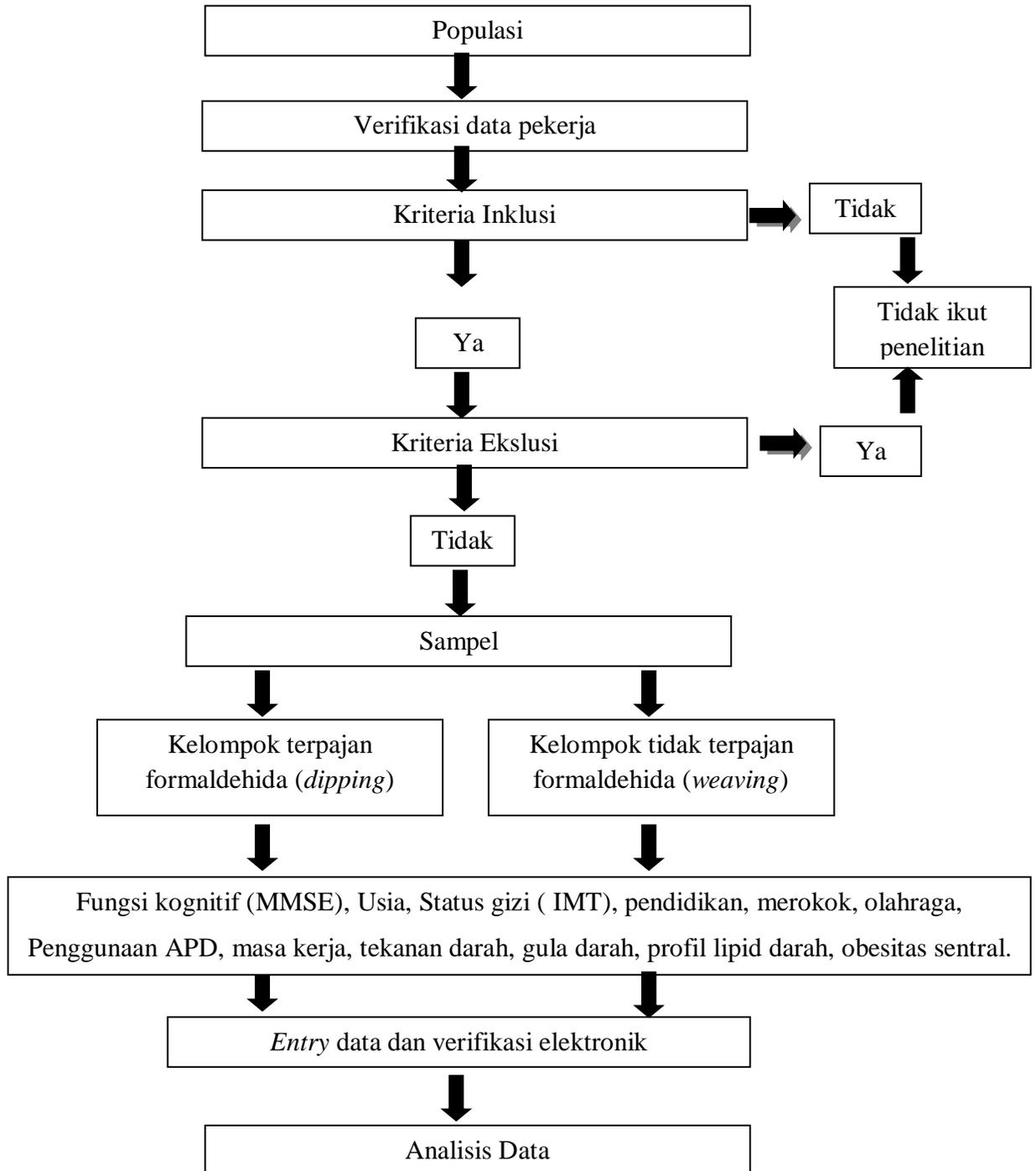
Data lain juga didapat dari data primer yang merupakan hasil pemeriksaan berkala pekerja pada tahun 2014 adalah usia, status gizi, masa kerja, tekanan darah, kadar gula darah, profil lipid darah dan lingkaran perut. Kemudian pengukuran kadar formaldehida lingkungan didapat dari perusahaan melalui pengukuran secara tidak langsung yaitu Gas Chromatografi yang berkerjasama dengan Laboratorium MIPA Universitas Indonesia. Pengukuran dilakukan pada November 2013 dan Maret 2014.

#### III.4.5 Cara Analisis Data

Analisis data menggunakan SPSS 20.00 dan Stata 12 melalui beberapa tahap, sebagai berikut :

- a. Analisis univariat terhadap variabel dependen dan independen untuk melihat distribusi frekuensi. Data numerik disajikan dalam bentuk median (arena distribusi tidak normal). Data kategorik disajikan dalam bentuk proporsi/ persentase.
- b. Analisis bivariat untuk melihat hubungan antar seluruh variabel dependen dengan independen.
- c. Analisis multivariat regresi logistik untuk melihat hubungan variabel independen manakah yang paling dominan. Analisa regresi logistik adalah salah satu pendekatan model matematis yang digunakan untuk menganalisa hubungan satu atau beberapa variabel independen dengan sebuah variabel dependen kategori yang bersifat dikotom yang mempunyai dua nilai variasi.

### III.5 Alur Penelitian



### III.6 Proses Pengumpulan Data

Pemeriksaan fungsi kognitif dilakukan pada pemeriksaan kesehatan atau *medical check up* (MCU) pada pekerja di bagian *dipping* yang terpajan dengan zat kimia formalehida dan *weaving* yang tidak terpajan zat kimia formaldehida pada perusahaan industri kain ban. Pemeriksaan berlangsung selama 10 hari pada tanggal 3 Maret 2014 sampai dengan 14 Maret 2014. Pelaksanaannya berdasarkan peraturan perusahaan atau peraturan pemerintah yang ada, dan juga dilakukan oleh pekerja sendiri secara sukarela. Fungsi kognitif yang diperiksa adalah menggunakan MMSE (*Mini Mental State Examination*).

Pemeriksaan fungsi kognitif dengan MMSE adalah bagian yang ditetapkan oleh perusahaan sebagai salah satu pemeriksaan berkala dimana pekerja yang berasal dari dua departemen tersebut yaitu *dipping* dan *weaving* diharuskan mengikuti pemeriksaan tersebut. Rangkaian pemeriksaan berkala diawali dengan pendaftaran pekerja ke bagian pendaftaran; pengisian kuesioner oleh pekerja itu sendiri; pengambilan darah dan urin; pemeriksaan fisik; pemeriksaan fungsi kognitif; pemeriksaan rekam jantung; pemeriksaan fungsi paru dan swab hidung; pemeriksaan rontgen dan terakhir verifikasi data oleh petugas MCU. Dalam tahapan pemeriksaan fungsi kognitif, peneliti melakukan pemeriksaan sendiri menggunakan MMSE. Walaupun perusahaan mengharuskan untuk mengikuti pemeriksaan tersebut. Namun peneliti tetap menawarkan dengan bertanya kepada setiap pekerja apakah bersedia untuk dilakukan pemeriksaan fungsi kognitif menggunakan MMSE dengan metode tanya jawab (*interview*). Pekerja yang setuju diminta untuk menandatangani lembar persetujuan.

Setelah menandatangani lembar persetujuan, pekerja selanjutnya menjadi subyek penelitian diarahkan mengikuti prosedur pemeriksaan sebagai berikut :

1. Dilakukan verifikasi data kuesioner yang diisi oleh subyek pada awal MCU dengan metode anamnesa kepada subyek.
2. Pemeriksaan fungsi kognitif dengan MMSE.
3. Seluruh data yang diperoleh dicatat dalam lembar hasil pemeriksaan tersendiri yang dibuat oleh peneliti.

4. Untuk pengarsipan, seluruh hasil lembar pemeriksaan dimasukkan ke dalam *master table*. Data yang dimasukkan meliputi nomor, kode, Nama, tanggal MCU, departemen, jenis kelamin, usia, riwayat penyakit dan trauma kepala, tinggi badan, berat badan, indeks massa tubuh, pendidikan, merokok, olahraga, penggunaan APD, masa kerja, tekanan darah, laboratorium Cholesterol, Trigliseria, HDL, LDL, Gula darah puasa, lingkar pinggang, dan hasil MMSE.
5. Data-data dari *master table* ini, dipilih kembali meliputi data-data kode, formaldehida lingkungan, usia, status gizi, pendidikan, merokok, olahraga, APD, masa kerja, tekanan darah, gula darah, profil lipid, obesitas Sentral, dan hasil MMSE.
6. Selanjutnya *master table* disimpan oleh peneliti untuk rencana penelitian.

### **III.7 Etika Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan primer, dimana pekerja dan data hasil penelitian dirahasiakan dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian ini. Penelitian yang akan dilakukan setelah mendapat rekomendasi dari komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

## BAB IV HASIL PENELITIAN

### IV.1 Karakteristik Responden

Dari 124 responden, yang seluruhnya laki-laki, nilai tengah berumur 46 tahun dengan responden termuda berumur 23 tahun dan yang tertua berumur 55 tahun. Nilai tengah masa kerja 22 tahun dengan responden terbaru 4 tahun dan terlama 29 tahun.

Gambaran fungsi kognitif secara keseluruhan responden didapatkan hasil 95 responden (76,6%) normal dan 29 responden (23,4%) gangguan fungsi kognitif (tabel 4.1). Gangguan fungsi kognitif terdiri dari 10 responden (8,1%) pada bagian yang tidak terpajan formaldehida dan dengan jumlah yang lebih banyak terdapat 19 responden (15,3%) pada bagian yang terpajan formaldehida. Pembagian komponen kognitif didapatkan bahwa atensi dan memori adalah 2 komponen yang paling kurang (tabel 4.2).

Tabel 4.1. Gambaran Fungsi Kognitif Pekerja

Fungsi Kognitif	n	%
Normal	95	76,6
Gangguan	29	23,4

Tabel 4.2 Gambaran Komponen Fungsi Kognitif

Komponen	Penuh n (%)	Kurang n (%)
Orientasi waktu	109 (87,9)	15 (12,1)
Oreintasi tempat	118 (95,2)	6 (4,8)
Registrasi	123 (99,2)	1 (0,8)
Atensi	42 (33,9)	82 (66,1)
Memori	49 (39,5)	75 (60,5)
Bahasa	111 (89,5)	13 (10,5)
Konstruksi Visual	92 (74,2)	32 (25,8)

Gambaran sosiodemografi (tabel 4.3) berdasarkan usia yang titik potongnya berdasarkan terjadinya penurunan metabolisme setelah usia 40 tahun, didapatkan usia dibawah 40 tahun sebanyak 25 responden (20,2%) dan usia diatas 40 tahun berjumlah 99 responden (79,8%).

Berdasarkan status gizi kebanyakan pekerja memiliki status gizi tidak normal sebanyak 81 responden (65,3%) yang terdiri dari berat badan berlebih dan obesitas yang berjumlah 75 responden (60,5%) dan gizi kurang berjumlah 6 responden (4,8%) sedangkan gizi normal 43 responden (34,7%).

Dilihat dari tingkat pendidikan terdapat 11 responden (89,5%) berlatar pendidikan minimal SLTA yang terdiri dari 7 responden (5,6%) pendidikan sarjana/akademi dan 104 responden (83,9%) berlatar pendidikan SLTA, sedangkan 13 responden (13%) berlatar pendidikan SLTP.

Tabel 4.3. Gambaran Sosiodemografi

Variable	Kategori	n	%
Usia	Diatas 40	99	79,8
	Dibawah 40	25	20,2
Status Gizi	Normal	43	34,7
	Tidak Normal	81	65,3
Pendidikan	Minimal SLTA	111	89,5
	SLTP	13	10,5

Gambaran perilaku (tabel 4.4) berdasarkan kebiasaan merokok didapatkan 44 responden (35,5%) tidak merokok dan 80 responden (64,5%) merokok. Perokok terdiri dari 55 responden (44,4%) perokok ringan, 24 responden (19,4%) perokok sedang dan 1 responden (0,8%) perokok berat.

Dilihat dari kebiasaan olahraga yang dilakukan didapatkan hasil 73 responden (58,9%) berolahraga yang terdiri dari 7 responden (5,6%) rutin berolahraga setiap minggunya, 66 responden (53,2%) jarang berolahraga sedangkan yang tidak berolahraga sebanyak 51 responden (41,1%).

Tabel 4.4. Gambaran Perilaku

Variable	Kategori	n	%
Kebiasaan	Tidak merokok	44	35,5
Merokok	Merokok	80	64,5
Olahraga	Olahraga	73	58,9
	Tidak Olahraga	51	41,1

Gambaran pekerjaan responden dalam melakukan pekerjaannya (tabel 4.5) berdasarkan penggunaan APD didapatkan 39 responden (31,5%) selalu rutin menggunakan APD sedangkan 85 responden (68,5%) tidak rutin memakai APD

yang terdiri dari 65 responden (52,4%) kadang menggunakan APD dan 20 responden (16,1%) tidak pernah menggunakan APD sama sekali.

Berdasarkan masa bekerja dibagian masing-masing yang dibagi berdasarkan nilai tengah atau median 22 tahun didapatkan sebanyak 79 responden (63,7%) diatas atau sama dengan 22 tahun dan yang bekerja dibawah 22 tahun sebanyak 45 responden (36,3%).

Tabel 4.5. Gambaran Pekerjaan

Variabel	Kategori	n	%
Penggunaan APD	Rutin	39	31,5
	Tidak rutin	85	68,5
Masa Kerja	Diatas 22 tahun	79	63,7
	Dibawah 22 tahun	45	36,3

Gambaran karakteristik kearah sindroma metabolik (tabel 4.6) berdasarkan tekanan darah didapatkan 51 responden (41,1%) tekanan darah normal dan 73 responden (58,9%) tekanan darah tidak normal yang terdiri dari 53 responden (42,7%) prehipertensi dan 20 responden (16,1%) hipertensi.

Dilihat dari hasil laboratorium gula darah puasa dengan nilai potong 110 mg/dl didapatkan hasil 104 responden (83,9%) gula darah puasa kurang atau sama dengan 110 mg/dl dan 20 responden (16,1%) gula darah puasa  $\geq$  110 mg/dl.

Berdasarkan profil lipid yang didapatkan dari pemeriksaan laboratorium Trigliserida dan *High Density Lipoprotein* (HDL) didapatkan 75 responden (60,5%) tidak ada dislipidemi dan 49 responden (70,2%) terapat dislipidemi.

Hasil pengukuran lingkaran perut untuk melihat ada tidaknya obesitas sentral didapatkan 87 responden (70,2%) tidak ada obesitas sentral dan 37 responden (29,8%) terdapat obesitas sentral.

Tabel 4.6. Gambaran Sindroma Metabolik

Variabel	Kategori	n	%
Tekanan darah	Normal	51	41,1
	Prehipertensi, hipertensi	73	58,9
Gula Darah	Tidak ada peningkatan	104	83,9
	Ada peningkatan	20	16,1
Profil lipid	Tidak ada dislipidemi	75	60,5
	Ada dislipidemi	49	39,5
Obesitas Sentral	Tidak ada	87	70,2
	Ada	37	29,8

## IV.2 Hasil Uji Hipotesis

Data hasil pemeriksaan fungsi kognitif yang didapat dari MMSE yang diuji secara statistik berdasarkan variabel karakteristik responden, disajikan dalam pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7. Gambaran Hubungan Fungsi Kognitif dan Variabel

No	Variabel	Kategori	Fungsi Kognitif Normal n (%)	Fungsi Kognitif Turun n (%)	OR kasar	CI	P	
1	Pajanan Formaldehid	0	Tidak terpajan	52 (83,9)	10 (16,1)	1,00	Reference	0,056
		1	Terpapaj	43 (69,4)	19 (30,6)	2,29	(0,96-5,46)	
2	Usia	0	Diatas 40 tahun	23 (92,0)	2 (8,0)	1,00	Reference	0,042
		1	Dibawah 40 tahun	72 (72,7)	27 (27,3)	4,31	(0,95-19,54)	
3	Status Gizi	0	Normal	33 (76,7)	10 (23,3)	1,00	Reference	0,980
		1	Tidak Normal	62 (76,5)	19 (23,5)	1,01	(0,42-2,42)	
4	Pendidikan	0	Minimal SMA	90 (81,1)	21 (18,9)	1,00	Reference	0,002
		1	SLTP	5 (38,5)	8 (61,5)	6,85	(2,03-23,09)	
5	Merokok	0	Tidak merokok	33 (75)	11 (25)	1,00	Reference	0,753
		1	Merokok	62 (77,5)	18 (22,5)	0,87	(0,36-2,06)	
6	Olahraga	0	Olahraga	60 (82,2)	13 (17,8)	1,00	Reference	0,079
		1	Tidak Olahraga	35 (68,6)	16 (31,4)	2,10	(0,9-4,89)	

No	Variabel		Kategori	Fungsi Kognitif Normal n (%)	Fungsi Kognitif Turun n (%)	OR kasar	CI	P
7	APD	0	Rutin	31 (79,5)	8 (20,5)	1,00	Reference	0,609
		1	Tidak rutin	64 (75,3)	21 (29,7)	1,27	(0,51-3,19)	
8	Masa Kerja	0	Diatas	39 (86,7)	6 (13,3)	1,00	Reference	0,046
		1	Dibawah	56 (70,9)	23 (29,1)	2,67	(0,99-7,16)	
9	Tekanan darah	0	Normal	45 (88,2)	6 (11,8)	1,00	Reference	0,011
		1	Prehipertensi, Hipertensi	50 (68,5)	23 (31,5)	3,95	(1,28-9,23)	
10	Gula darah	0	< 110 mg/dL	82 (78,8)	22 (21,2)	1,00	Reference	0,246
		1	≥110 mg/dL	13 (65)	7 (35)	2,07	(0,715-5,63)	
11	Profil lipid	0	Tidak Dislipidemi	63 (84)	12 (16)	1,00	Reference	0,016
		1	Ada Dislipidemi	32 (65,3)	17 (34,7)	2,78	(1,18-6,54)	
12	Obesitas Sentral	0	Tidak ada	70 (80,5)	17 (19,5)	1,00	Reference	0,121
		1	Ada	25 (67,6)	12 (32,4)	1,97	(0,82-9,71)	

Dari tabel di atas terlihat bahwa terjadi gangguan fungsi kognitif lebih banyak terjadi pada responden yang bekerja di bagian *dipping* yang terpajan formaldehid sebanyak 19 responden (30,6%) dengan OR 2,29 CI (0,96-5,46) dan nilai p 0,056. Berdasarkan hasil analisis bivariat Gangguan fungsi kognitif juga lebih banyak terjadi pada responden dengan karakteristik:

- usia  $\geq 40$  tahun 27 (27,3%) OR 4,31(95%CI 0,95-19,54), nilai p 0,042.
- latar pendidikan SLTP 8(61,5%) OR 6,85 95%CI 2,03-23,09), nilai p 0,002
- tidak merokok 11 (25%) OR 0,87 (95%CI 0,36-2,06), nilai p 0,753
- tidak olahraga 16 (31,4%) OR 2,1 (95%CI 0,9-4,89) dan nilai p0,079,
- tidak rutin memakai alat pelindung diri 21 (24,7) OR1,27 (95%CI 0,51-3,19), nilai p 0,609
- masa kerja  $\geq 22$  yaitu 23(29,1%) OR2,67 ( 95%CI 0,99-7,16), nilai p 0,046

- g. tekanan darah meningkat 23(31,5%) OR3,95 95%CI 1,28-9,23), nilai p 0,011
- h. gula darah tinggi 7(35%) dengan OR2,07 (95% CI 0,715-5,63), nilai p 0,246
- i. dislipiemia 17 (34,7%) OR 2,78 (95% CI 1,18-6,54), nilai p 0,016
- j. obesitas sentral 12 (32,4%) OR 1,97 (95% CI 0,82-9,71), nilai p 0,121.

Variabel pajanan formaldehida lingkungan, usia, pendidikan, olahraga, masa kerja, tekanan darah, profil lipid dan obesitas sentral selanjutnya dilakukan analisis multivariat untuk mengontrol faktor risiko perancu. Dari hasil analisis multivariat pertama didapatkan pajanan formaldehida lingkungan, pendidikan, tekanan darah meningkat dan profil lipid. Namun dikarenakan hanya 29 responden yang mengalami penurunan fungsi kognitif, maka sesuai dengan *rule of thumb* bahwa dengan jumlah dibawah 30 akan ditampilkan hasil akhir hanya 2 variabel yang paling berpengaruh baik secara statistik dan mekanisme biologisnya.

Hasil akhir multivariat variabel yang berpengaruh terhadap fungsi kognitif adalah pajanan formaldehid lingkungan dan tekanan darah. (Tabel 4.8)

Tabel 4.8. Hasil Multivariat

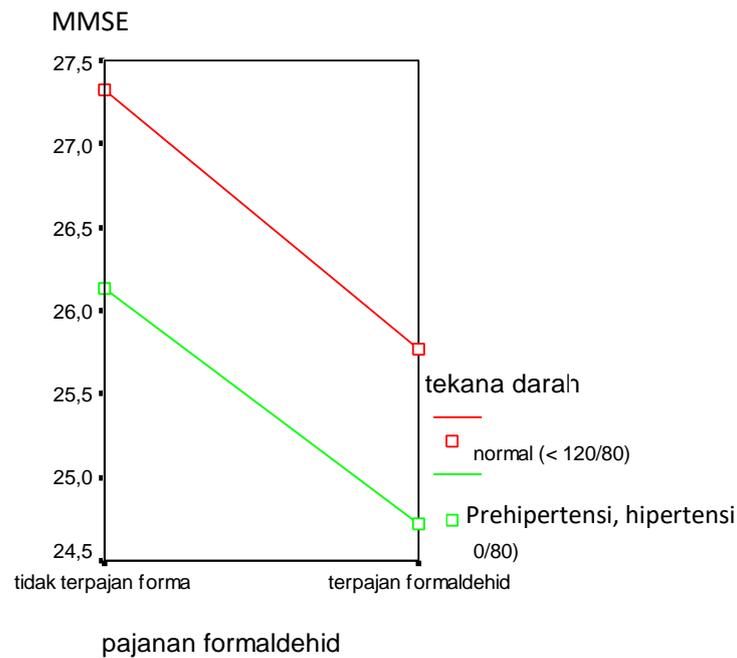
Variabel	OR	P	$\beta$	CI
Pajanan formaldehida	2,459	0,048	0,090	1,007-6,005
Prehipertensi, Hipertensi	3,636	0,011	1,292	1,338 – 9,903

Constanta -2,550.  $r^2$  0,085.

Hasil interaksi variabel yang berpengaruh terhadap penurunan fungsi kognitif yaitu pajanan formaldehid dan tekanan darah, ditampilkan pada tabel 4.9 dan gambar 4.1 dibawah ini. Hasil interaksi model ini tidak menunjukkan adanya interaksi antara pajanan formaldehid dan tekanan darah tinggi baik prehipertensi dan hipertensi.

Tabel 4.9. Hasil Interaksi Pajanan Formaldehida dan Prehipertensi, hipertensi

Variabel	Interaksi
Pajanan formaldehida * Prehipertensi, hipertensi	0,901



Gambar 4.1. Grafik Hubungan pajan formadehida dan prehipertensi, hipertensi

Namun jika dilihat dari statistik (tabel 4.7) maka pajanan formaldehid bermakna meningkatkan risiko 2,46 kali gangguan fungsi kognitif dan prehipertensi hipertensi bermakna meningkatkan risiko 3,64 kali gangguan fungsi kognitif. Nilai  $r^2$  0,085 yang berarti prehipertensi hipertensi dan pajanan formaldehid lingkungan hanya menjelaskan 8,5% dari variasi penurunan fungsi kognitif. Stratifikasi pekerja yang terpajan dan tidak terpajan formaldehida berdasarkan tekanan darah dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.10. Gambaran Tekanan darah dan fungsi kognitif pada pekerja terpajan formaldehida

Tekanan Darah	Fungsi Kognitif	
	Normal	Gangguan
Normal	20	6
Prehipertensi, hipertensi	23	13

Tabel 4.11. Gambaran Tekanan darah dan fungsi kognitif pada pekerja tidak terpajan formaldehida

Tekanan Darah	Fungsi Kognitif	
	Normal	Gangguan
Normal	25	0
Prehipertensi, hipertensi	27	10

Khusus untuk variabel perilaku merokok kemudian dilakukan startifikasi tersendiri mengingat formaldehida merupakan zat kimia yang juga terdapat di dalam rokok. Hasilnya baik perilaku merokok atau tidak merokok tidak bermakna secara statistik mempengaruhi fungsi kognitif baik di daerah terpajan maupun tidak (tabel 4.12 dan 4.13).

Tabel 4.12. Gambaran perilaku merokok dan fungsi kognitif

Tekanan Darah	Fungsi Kognitif		OR kasar	CI	p
	Normal	Gangguan			
Tidak terpajan	20	6			
Terpajan	23	13	2,276	(0,75-6,86)	0,137

Tabel 4.13. Gambaran perilaku tidak merokok dan fungsi kognitif

Kategori	Fungsi Kognitif		OR kasar	CI	p
	Normal	Gangguan			
Tidak terpajan	19 (82,6)	4 (17,4)			
Terpajan	14 (66,7)	7 (33,3)	2,375	(0,58-9,72)	0,223

## BAB V PEMBAHASAN

Untuk menunjang penelitian ini dilakukan pengukuran formaldehida lingkungan dengan menggunakan metode pembacaan tidak langsung gas kromatografi yang dilakukan oleh laboratorium MIPA Universitas Indonesia pada bulan Nopember 2013 dan Maret 2014 dan hasilnya keduanya dibawah NAB. Berikutnya dilakukan penilaian pajanan formaldehida dengan metode semikuantitatif yang diadopsi dari Departemen Tenaga Kerja, Divisi Keselamatan dan kesehatan Singapura.

Awalnya dilakukan penentuan peringkat bahaya (*hazard rating/ HR*) dimana formaldehida termasuk peringkat bahaya kategori 4. Permissible Exposure Limit/PEL adalah 0,75 ppm pada rata-rata 8 jam waktu bekerja (*Time Weight Average/ TWA*). Kemudian sesuai dengan rumus didapatkan paparan mingguan dalam ppm. Diasumsikan bahwa tidak ada paparan ketika tugas/ pekerjaan tidak dilakukan.

Hasilnya meskipun nilai besarnya paparan sesuai pengukuran formaldehida didapatkan hasil dibawah NAB namun dengan memperhitungkan paparan mingguan, tingkat paparan dan *hazard rating*, hasilnya pada bulan Nopember 2013 tingkat risiko pajanan formaldehid dalam kategori 4 (tinggi) dan pada bulan Maret 2014 tingkat risiko dalam kategori 3 (medium). Dengan begitu adanya risiko pajanan formaldehida di lingkungan kerja layak untuk dilakukan penelitian.

Prevalensi gangguan kognitif pada penelitian ini sebesar 23,4%, terdiri dari 10 responden (8,1%) pada bagian yang tidak terpajan formaldehida dan dengan jumlah yang lebih banyak terdapat 19 responden (15,3%) pada bagian yang terpajan formaldehida. Hasil ini lebih rendah dibandingkan prevalensi gangguan fungsi kognitif pada pekerja teknisi histologi yang juga terkena pajanan formadehid 0,2 – 1,9ppm yaitu 57,5%<sup>15</sup>. Mungkin perbedaan konsentrasi formaldehida dimana lebih tinggi pada laboratorium histologi menjadi penyebab perbedaan ini. Sama halnya jika dibandingkan dengan prevalensi gangguan fungsi kognitif pada lansia 46,2%<sup>39</sup> dan prevalensi gangguan kognitif pada sindroma

metabolik sebesar 44,3%<sup>47</sup>, hasil pada penelitian ini juga lebih rendah. Hal ini dimungkinkan jumlah responden yang kecil pada penelitian ini.

Pada pekerja yang terpajan formaldehida terdapat 2 responden dengan nilai MMSE 17 dimana hasil tersebut hampir mendekati nilai MMSE kategori berat (0-16). Terhadap 2 orang tersebut memerlukan penanganan khusus yaitu melakukan rujukan ke dokter spesialis saraf dan melakukan pemindahan lokasi kerja yang tidak terdapat pajanan bahan kimia formaldehida.

Hasil akhir penelitian ini setelah dilakukan analisis multivariat maka ditetapkan 2 variabel yang paling mempengaruhi gangguan fungsi kognitif baik secara statistik maupun mekanisme biologis yaitu pajanan formaldehid dan tekanan darah tinggi (prehipertensi dan hipertensi). Meskipun hasil analisa interaksi kedua variabel tersebut tidak menunjukkan adanya interaksi antara pajanan formaldehid dan tekanan darah tinggi. Maksudnya tekanan darah tinggi bukan menjadi perantara antara pajanan formaldehid dan gangguan fungsi kognitif. Namun jalur penurunan fungsi kognitif berjalan sendiri-sendiri antara pajanan formaldehid yang secara langsung menyebabkan penurunan fungsi kognitif dan antara tekanan darah tinggi yang juga secara langsung menyebabkan penurunan fungsi kognitif.

Walaupun didapatkan faktor resiko awal yang dominan terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban adalah latar belakang pendidikan SLTP, tekanan darah tinggi, dislipidemia dan pajanan formaldehida, dipilihnya model variabel pajanan formaldehid dan tekanan darah tinggi dengan berbagai pertimbangan. Kedua variabel lain tidak bermakna secara statistik, selain itu variabel pendidikan dan dislipidemia sangat sulit untuk dimodifikasi dalam sebuah intervensi berkelanjutan.

Secara statistik tekanan darah tinggi (prehipertensi dan hipertensi) bermakna meningkatkan risiko 3,64 kali gangguan fungsi kognitif. Tekanan darah tinggi adalah faktor risiko untuk penurunan fungsi kognitif. Prevalensi hipertensi meningkat seiring usia. Penyebabnya karena tingginya tekanan darah akan meningkatkan risiko aterosklerosis yang menyebabkan menurunnya vaskularisasi ke sel-sel otak sehingga terjadi iskemik substansia alba, plak neuritik angles di neokorteks dan hipokampus serta meningkatkan atrofi

hipokampus dan amigdala yang akhirnya mempengaruhi penurunan fungsi kognitif.<sup>52</sup> Penyebab aterosklerosis ini juga sejalan dengan penyebab wanita lebih kurang berisiko terjadi gangguan fungsi kognitif karena wanita terlindungi dari aterosklerosis yang berhubungan dengan hormonal sebelum menopause.<sup>40</sup>

Pekerja yang mempunyai tekanan darah tinggi dan terjadi penurunan fungsi kognitif mempunyai aktifitas sehari-hari tidak terganggu dikategorikan sebagai *Vascular Cognitive Impairment Non Dementia* (VCIND) yaitu gangguan fungsi kognitif yang ditimbulkan atau berhubungan dengan penyebab vaskular.

Selain itu pemantauan dan intervensi yang dilakukan juga lebih mampu laksana. Pemantauan dengan pengukuran tekanan darah menggunakan alat sederhana yaitu sphygmomanometer. Sedangkan intervensi yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian obat antihipertensi. Dengan menurunkan tekanan darah sistolik 12 mmHg dan diastolik 5 mmHg maka menurunkan gangguan fungsi kognitif 8-28%.<sup>54</sup>

Variabel lainnya yang dominan adalah pajanan formaldehida 0,4 ppm yang ada dibagian *dipping* berisiko 2,46 kali lebih besar untuk mengalami gangguan fungsi kognitif dibandingkan dengan bagian *weaving* yang tidak terpajan. Hal ini mirip dengan studi yang dilakukan oleh Kilburn dimana 76 pekerja di laboratorium histologi dengan pajanan formaldehida 0.2 sampai 1.9 ppm mempunyai risiko lebih besar mengalami gejala *neurobehaviour* (kurang konsentrasi dan hilangnya memori, gangguan tidur, ketidakseimbangan dan variasi dalam mood) dibandingkan 56 pekerja wanita yang bekerja dibagian administrasi dan tidak terpajan formaldehid.<sup>15</sup> Walaupun menggunakan instrumen berbeda dalam penilaian fungsi kognitif namun hasil ini menjelaskan adanya pajanan zat kimia formaldehida meningkat risiko gangguan fungsi kognitif.

Secara teori formaldehid eksogen yang didapat dari pajanan di tempat kerja masuk ke dalam tubuh dan menjadi formaldehida endogen. Formaldehida endogen kronis mendorong ketidakseimbangan antara produksi dan degradasi formaldehida endogen. Berbagai jalur menambah akumulasi formaldehid endogen. Kemudian formaldehida endogen terakumulasi dalam sel-sel termasuk sel saraf. Kerusakan sistem saraf dan penurunan fungsi kognitif yang terjadi dikarenakan formaldehida bereaksi dengan DNA-protein, membran lipid sel dan

otak.<sup>17</sup> Formaldehida bereaksi dengan protein saraf (neuroamines) dan pemancar saraf seperti katekolamin yang dapat mengganggu fungsi sistem saraf. Paparan formaldehida ini dapat menyebabkan sensitisasi baik pada tingkat paparan rendah maupun tinggi.<sup>18,19</sup> Kerusakan tersebut mempengaruhi kemampuan untuk berpikir, konsentrasi, merumuskan ide, logika dan memori.

Tidak dilakukannya *biomonitoring* menggunakan asam format, karena berbagai hal seperti usia dan asupan makan seperti asam folat mempengaruhi hasil pemeriksaan asam format di urin. Selain itu inhalasi formaldehida 0,1 mg/m<sup>3</sup> sulit untuk menghasilkan 2mg asam format di urin. Namun terdapat penelitian yang hasilnya bahwa pengukuran MMSE berkorelasi dengan tingkat formaldehida urin pada pasien demensia. Pengukuran formaldehid urin dapat digunakan sebagai metode non-invasif untuk menilai ada tidaknya gangguan fungsi kognitif. Dengan berbagai pertimbangan sehingga dalam penelitian ini hanya dipakai *monitoring* formaldehid lingkungan.

Dari hasil perhitungan kuesioner MMSE melalui penilaian komponennya didapatkan bahwa komponen yang nilainya kurang adalah atensi 66,1% responden dan komponen memori 60,5% responden. Jika kita lihat dari kelompok paparan maka 39 responden (47,6%) dan memori 39 responden (52%) pada bagian terpajan. Komponen ini walaupun tidak berpengaruh pada proses kerja, namun berpengaruh kepada keselamatan kerja pekerja. Sehingga dengan begitu atensi dan memori harus selalu ditingkatkan salah satunya melalui peringatan peringatan keselamatan kerja yang disiarkan melalui pengeras suara saat bekerja.

Selain itu telah diketahui formaldehida merupakan produk sampingan dari asap rokok yang mengandung lebih dari 100 mg formaldehida per batang dimana perokok rata-rata menghirup sebanyak 0,4- 2,0 mg formaldehida per hari. Namun dalam penelitian ini telah dilakukan stratifikasi analisa lebih lanjut pada variabel rokok baik pada kelompok terpajan formaldehid dan tidak terpajan formaldehid. Hasilnya tidak ada perbedaan bermakna antara pekerja yang tidak terpajan dan terpajan, pada pekerja yang tidak merokok OR 2,37 (95% CI 0,58-9,72) dengan pekerja yang merokok OR 2,28 (95% CI 0,75-6,86).

Formaldehida memiliki partikel yang sebagian besar masuk melalui pernapasan daripada kulit dan saluran cerna. Penggunaan alat pelindung diri

pernapasan mempunyai peranan besar dalam melindungi pekerja dari pajanan formaldehid di lingkungan tempat kerja. Hasil penelitian ini tidak mendapatkan hubungan antara alat pelindung diri (APD) dan pajanan, namun pemakain APD yang tidak rutin 1,27 kali berisiko terjadinya gangguan fungsi kognitif. Selain dimungkinkan oleh jumlah sampel yang kecil. Padahal APD yang dipergunakan sehari-hari berupa masker kain untuk melindungi pajanan formaldehida adalah bukan APD yang benar. Prosedur penggantian belum terprosedur dengan baik. Formaldehida yang termasuk zat kimia yang mudah menguap, APD yang dipergunakan adalah respirator menggunakan penyaring berupa *catridge*.

## BAB VI

### KESIMPULAN SARAN

#### VI.1 Kesimpulan

1. Gambaran fungsi kognitif secara keseluruhan pada pekerja industri serat kain ban adalah 23,4% mengalami gangguan fungsi kognitif, terdiri dari 8,1% pada pekerja yang tidak terpajan formaldehida dan 15,3% pada pekerja yang terpajan formaldehida.
2. Tidak terdapat hubungan pajanan formaldehida lingkungan terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban namun dalam analisa multivariat faktor resiko yang dominan terhadap gangguan fungsi kognitif adalah pajanan formaldehida.
3. Adanya hubungan sosiodemografi usia dan latar pendidikan terhadap gangguan fungsi kognitif dan tidak adanya hubungan sosiodemografi Indeks massa tubuh terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri kain ban.
4. Tidak adanya hubungan perilaku berolahraga dan merokok terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri kain ban.
5. Adanya hubungan masa kerja terhadap gangguan fungsi kognitif dan tidak adanya hubungan penggunaan alat pelindung diri terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri kain ban.
6. Adanya hubungan tekanan darah (prehipertensi, hipertensi) dan profil lipid terhadap gangguan fungsi kognitif dan tidak adanya hubungan gula darah dan obesitas sentral terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban
7. Faktor resiko yang dominan terhadap gangguan fungsi kognitif pada pekerja industri serat kain ban adalah tekanan darah tinggi (prehipertensi, hipertensi) OR 3,64 (95% CI 1,338 – 9,903) dan pajanan formaldehida yang ada dibagian *dipping* OR 2,46 (95% CI 1,007-6,005).

## VI.2 Saran

1. Melakukan pemeriksaan fungsi kognitif pada pemeriksaan kesehatan secara rutin satu tahun sekali.
2. Melakukan pengukuran formaldehida lingkungan enam bulan sekali.
3. Melakukan penanganan kontrol terhadap pekerja dengan prehipertensi dan hipertensi melalui program promotif, preventif dan kuratif.
4. Melakukan kontrol teknik, administratif dan penggunaan APD terhadap pekerja yang terpajanan formaldehida di bagian *dipping*. Salah satunya mengganti APD masker kain dengan respirator dan membuat standar prosedur operasional pemeliharaan dan penggantian APD.
5. Melakukan penanganan khusus pada 2 responden yang bekerja pada bagian terpajan formaldehida dengan nilai MMSE hampir mendekati kategori berat, berupa rujukan ke dokter spesialis saraf dan melakukan pemindahan lokasi kerja yang tidak terdapat pajanan bahn kimia formaldehida.
6. Komponen kognitif atensi dan memori harus selalu ditingkatkan salah satunya melalui peringatan-peringatan keselamatan kerja yang disiarkan melalui pengeras suara saat bekerja.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. International Labour Organization. (2012). Safety and health at work. Diakses dari URL: <http://www.ilo.org>.
2. Bernard.D., Goldstein, Martyn.T., et al. (2006). Monograph 88. Formaldehyde. *International Agency For Research On Cancer*.
3. Xiaojiang.T., Yang B, Anh.D., et al. (2009). Formaldehyde in China: production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environment International*, 35: 1210–24. Diunduh 4 Desember 2012.
4. Zhiqian.T., Jinling.Z., Wenhong.L., et al. (2011). Urine formaldehyde level is inversely correlated to Mini Mental State Examination Scores in Senile Dementia. *Journal Neurobiology of aging*, 32 (1): 31-41. Diunduh 7 Desember 2012.
5. Marceaux.JC., Dilks.LS., Hixson.S. (2008). Neuropsychological effects of formaldehyde use. *J Psychoactive Drugs*, June; 40(2): 207-10. Diunduh 25 desember 2012.
6. Occupational Safety Health Administration. (1992). U.S.Department of Labor Program. Highlights fact sheet 1992, 27. Diunduh dari <http://www.osha.gov>.
7. Soeriptom.M. (2008). Higiene industri. Balai penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
8. Harrington J.M., Gill F.S. (2003). Kesehatan Kerja. EGC.
9. Golden.R., Pyatt.D., Shields.PG. (2006). Formaldehyde as a potential human leukemogen: an assessment of biological plausibility. *Crit Rev Toxicol*, February ;36(2): 135-53. Diunduh 01 Januari 2013.
10. WHO Regional Office Europe.(2001). Airquality guideline. Copenhagen.
11. Yohko.K., Reiko.K., Toyo.O., et al. (1993). Distribution of radioactivity from 14c-formaldehyde in pregnant mice and their fetuses. *British Journal of Industrial Medicine*, February; 50(2):176-182. Diunduh 27 Desember 2012.
12. Nordman.H., et al. (1985). Formaldehyde asthma rare or overlooked? *J. Allergy Clin Immunol*, 75:81-99. Diunduh 27 Desember 2012.

13. NIOSH Criteria for a Recommended Standard. (1976). Occupational exposure to formaldehyde. USDHEW. Diunduh dari <http://www.chemicalinjury.net>.
14. Grammer.LC., et al. (1990). Clinical and Immunologic Evaluation of 37 Workers Exposed to Gaseous Formaldehyde. *Journal Allergy Clinical Immunology*, 86:177-181. Diunduh 27 Desember 2012.
15. Kilburn.KH, Warshaw.R. (1987). Formaldehyde Impairs Memory, Equilibrium and Dexterity in Histology Technicians. *Archive Environment* 42:117. Diunduh pada 25 Desember 2012.
16. Kilburn.KH., Warshaw.R., Boylen.CT., et al. (1985). Pulmonary and neurobehavioral effects of formaldehyde exposure. *Archive Environmental Health*, Sep-Oct;40(5):254-60. Diunduh pada 25 Desember 2012.
17. Cheng.G., Shi.Y., Sturla.SJ., et al. (2003). Reactions of Formaldehyde Plus Acetaldehyde with Deoxyguanosine and DNA: Formation of Cyclic Deoxyguanosine Adducts and Formaldehyde Cross-Links. *Chemical Res Toxicol*, 16:145–152. Diunduh 22 Nopember 2012.
18. Thrasher.JD. (1990). Immune Activation and Auto Antibodies in Humans with Long-Term Inhalation Exposure to Formaldehyde. *Archive Enviromental Health*, 45: 217-223. Diunduh 25 Nopember 2012.
19. Songur.A., Ozen.OA., Sarsilmaz.M. (2010). The toxic effects of formaldehyde on the nervous system. *reviews of environmental contamination and toxicology*, 203: 105-118. Diunduh 5 Desember 2012.
20. Miao.J., Rongqiao.H. (2012). Chronic formaldehyde-mediated impairments and age-related dementia. State Key Laboratory of Brain and Cognitive Sciences. Institute of Biophysics. Beijing China: Chinese Academy of Science.
21. Geoffrey.T., Kellie.E., Roy.H. (2004). Enhancing occupational safety and health. *Work Safety and Health Associates Elsevier Britain*.
22. Heinzow.B. (1999). Human-biomonitoring of formaldehyde. *German Federal Environmental Agency*, 42 (10): 820-822.

23. Carina.L. (2012). Presentation in 2<sup>nd</sup> International Formaldehyde Science Conference Madrid. Diunduh dari <http://www.formacare.org>.
24. Agency for Toxic Substances and Disease Register. (1999). General information of formaldehyde.
25. Standard Nasional Indonesia. (2005). Nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia di udara tempat kerja. SNI 19-0232-2005.
26. United Nation Environmental Programme. SIDS Initial Assessment Report. (2003). Diunduh dari <http://www.inchem.org> pada 28 Nopember 2012.
27. Kamus besar bahasa Indonesia versi online dalam jaringan. Diunduh dari <http://kbbi.web.id>. Diunduh pada 28 Nopember 2012.
28. Benedict.RH. (2011). Cognitive dysfunction in multiple sclerotic. Clinical Bulletin National Multiple Sclerosis Society. Diunduh dari <http://www.nationalmssociety.org>
29. Stedman's medical dictionary. (1999) 27th ed. Baltimore: Williams & Wilkins. Cognitive; p.377.
30. Nick.B., Sandberg. (2009). Cognitive enhancement: Methods, ethics, regulatory challenges. *Science & Engineering Ethics*, 15 (3) (09): 311-4. Diunduh 1 Januari 2013.
31. Snell, Richard.S. (2006). Neuroanatomi klinik. Jakarta, EGC.
32. Legge.DS., Hachinski.V (2010). Vascular cognitive impairment: progress toward knowledge and treatment. *Dementia Neuropsychol*, 4(1): 4-13.
33. American Psychiatrist Association. (2012). Diagnostic and Stastic Manual of Mental Disorder DSM IV 4th edition. Diunduh dari [www.psychiatry.org](http://www.psychiatry.org). Pada 18 Desember 2012.
34. Bridget.MK. (2008). Identify neurological risks. *JAMA*, 299(20):2375-2376. Diunduh 26 Nopember 2012.
35. Weisskopf.MG., Morozova.N., O'Reilly.EJ., et al. (2009). Prospective study of chemical exposures and amyotrophic lateral sclerosis mortality. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 80:558–561. Diunduh 2 Januari 2013.

36. Julie Phukan. (2007). Cognitive impairment in amyotrophic lateral sclerosis. *The Lancet Neurology*, November 6(11): 994 - 1003. Diunduh 1 Januari 2013.
37. Hilger Roper. (2011). Genetics of early onset cognitive impairment. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, (11): 161-187
38. Pusparini. (2009). Homocysteine and cognitive function in the elderly. *Universa Medicina*, (28): 2. Diunduh 18 Desember 2012.
39. Onesimo.JR., Arturo.XP., David.F., et al. Prevalence and Correlates of Cognitive Impairment in Adults with Subjective Memory Complaints in Primary Care Centres. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 33: 226-232. Diunduh 13 Desember 2012.
40. Reuser.M., Willekens.FJ., Bonneux.L, et al. (2011) Higher education delays and shortens cognitive impairment: a multistate life table analysis of the US health and retirement study. *Eur J Epidemiol*, Mei; 26(5):395-403. Diunduh 13 Desember 2012.
41. Kayo.R. (2012). Kadar gula darah sewaktu sebagai prediktor gangguan fungsi kognitif pada lanjut usia. *Universa Medicina*, (31) 2; 71-138. Diunduh 18 Desember 2012.
42. Ng.TP., Feng.L., Niti.M., et al. Albumin, haemoglobin, BMI and cognitive performance in older adults. *Age Ageing*, 37: 423–9.
43. Stewart.R., Masaki.K., Xue.QL., et al. (2012). A 32-year Prospective study of change in body weight and incident dementia: the honolulu-asia agingstudy. *Arch Neurol*, 62: 55–60.
44. Buchman.AS., Wilson.RS., Bienias.JL. (2005). Change in body mass index and risk of incident alzheimer disease. *Neurology*, 65: 892–7.
45. Pusparini. (2010). Decreased Serum Homocysteine Levels After Micronutrient Supplementation in Older People. *Universa Medicina*, September Desember; (29):3. Diunduh 18 Desember 2012.
46. Utomo Budi. (2012). Correlation between Status in employment of elderly with risk of dementia occurrence in Dukuh ampel gading, Malang. [skripsi] Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.

47. Kartikaningsih Hartati. (2006). Pengaruh paparan berulang ikan berformalin terhadap kerusakan hati dan ginjal mencit (*mus musculus*) sebagai media pembelajaran keamanan pangan. Program Studi Biologi. Diunduh 22 desember 2012.
48. Saudarajen. (1995). Pengaruh sindroma metabolik terhadap gangguan fungsi konitif. Magister ilmu biomedik, Universitas Diponegoro.
49. Nicole.MG., Victor.WH., Jan.A., et al. (2008). Metabolic syndrome and cognitive function in healthy middle-aged and older adults without diabetes. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cognitive*, Sep; 15(5): 627–641. Diunduh 25 desember 2012.
50. Maharaja.RT., Blumenthala.RS., Defilippisa.AP. (2010). A practical approach to the metabolic syndrome: review of current concepts and management. Johns Hopkins Ciccarone Preventive Cardiology Center, Johns Hopkins University School of Medicine,.
51. Gambaran Kesehatan Lanjut Usia di Indonesia. (2013). Pusat Data dan Informasi. Kementerian Kesehatan republik Indonesia. Diunduh dari [www.depkes.go.id](http://www.depkes.go.id) pada 13 Juni 2013.
52. Birns.J., Kalra.L. (2009). Cognitive function and hypertension. *King's Journal of Human Hypertension*, 23, 86–96. Diunduh 13 Juni 2013.
53. Bowler.JV. (2005). Vascular Cognitive Impairment. *Journal Neurology Neurosurgery Psychiatry*, 76(Suppl V):v35–v44. Diunduh dari [jnp.bmj.com](http://jnp.bmj.com) pada 14 Juni 2014.
54. Philip.BG., Angelo.S., Sandra .EB. (2011). Vascular Contributions to Cognitive Impairment and Dementia: A Statement for Healthcare Professionals. American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2011;42:2672-2713. Diunduh dari <http://stroke.ahajournals.org/> pada 7 Juni 2014.
55. Rizaldy Pinzon. (2008). Gangguan Kognitif Pada Diabetes Melitus. SMF Saraf RS Bethesda Yogyakarta. *Dexa Media*, Jan; 1(21): 15-16. Diunduh 2 Januari 2013.

56. Rahmawati.D., Muhartono.H., Trianggono.B. (2006). Diagnosis dan faktor risiko demensia vaskular pada usia lanjut. Universitas Diponegoro, 129-45.
57. Di Legge.S., Hachinski.V. (2010). Vascular Cognitive Impairment: Progress Toward Knowledge and Treatment. *Dement Neuropsychol*, 4(1):4-13. Diunduh pada 7 Juni 2014.
58. The National Center for Research Resources. (2012). Obesity and Metabolic Syndrome Associated With Impaired Brain Function in Adolescents *ScienceDaily*. Diunduh pada 7 Juni 2014.
59. Sabiaet.S. (2012). Impact of Smoking on Cognitive Decline in Early Old AgeThe Whitehall II Cohort Study. *Arch Gen Psychiatry*, 69(6):627-635. Diunduh 6 Desember 2013.
60. Huadong, Juan.D., Jingcheng.L., et al. (2003). Study of the relationship between cigarette smoking, alcohol drinking and cognitive impairment among elderly people in Chinazhou. *British Geriatrics Society Age and Ageing*, 32. Diunduh 6 Desember 2012.
61. Zasshi.K., Takayanagi.M. (2008). Vertical distribution of formaldehyde concentration and simulated temperature and wind velocity from computational fluid dynamics in a gross anatomy laboratory. *PubMed*, Maret 83(1): 7-13. Diunduh 28 Desember 2012
62. Hasan.S., Kiking.R., Sumarnita.T., et al. (2001). The Mini Mental State Examination in healthy individuals ini Medan, Indonesia by age and education level. *Neurol J Southeast Asia*, 6: 19-22
63. Nasreddine.Z. (2010). Walter Wittich, Natalie Phillips, Howard Chertkow. Sensitivity and specificity of the Montreal Cognitive Assessment modified for individuals who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, June, 104 (6): 360-368.
64. Folstein.MS., Forstein.SE., McHugh.PR. (1975). Mini Mental State: A practical method for grading the cognirive state of patient for clinician. *J Psychiatry*, 2: 289-98. Diunduh 2 Januari 2013.

65. Folstein.FM. Karel Karsten. Mini Mental State Examination Versi Indonesia [MMSE-Indo] Validated. Diunduh dari [www.elrhinoglobal.com](http://www.elrhinoglobal.com) pada 26 Desember 2012.
66. Indokordsa Tbk Internal Document. (2012). FlowChart Unit process.
67. Ministry of Man Power, Occupational Safety and Health Division. (2013). A semiquantitatif metode to asses occupational exposure to harmful chemical. Diunduh 8 mei 2013.
68. Eko Budiarto. (2011). Biostatistika untuk kedokteran dan kesehatan masyarakat. EGC.

## LAMPIRAN

### Penjelasan menjadi Responden

Selamat Pagi/Siang/Sore,

Perkenalkan nama Saya dr. Ade Dwi Lestari, mahasiswi Program Spesialis Kedokteran Okupasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia. Saya bermaksud melakukan penelitian mengenai hubungan antara pajanan bahan kimia formaldehida di industri kain ban dengan Fungsi Kognitif Pada Pekerja. Fungsi kognitif sendiri adalah semua proses mental yang digunakan oleh organisme untuk mengatur informasi seperti memperoleh input dari lingkungan (persepsi), memilih (perhatian), mewakili (pemahaman) dan menyimpan (memori) informasi dan akhirnya menggunakan pengetahuan ini untuk menuntun perilaku.

Pekerja terpajan bahan kimia formaldehida yang dipergunakan dalam proses produksi di bagian *dipping* sebanyak 76 pekerja dan dibagian *weaving* juga sebanyak 76 pekerja. Angket yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi 30 pertanyaan yang terkait dengan orientasi, registrasi, atensi kalkulasi, mengenal kembali dan bahasa. Pengisian angket dilakukan oleh dokter dan memerlukan waktu kurang lebih 15 menit untuk menyelesaikan semua pertanyaan. Semua proses dalam penelitian ini tidak menimbulkan efek samping.

Penelitian ini bersifat sukarela dan semua informasi yang Saudara berikan terjamin kerahasiaannya, tidak akan diberikan kepada siapapun. Saudara juga untuk mundur sewaktu waktu jika tidak berkenan. Saudara juga diberi kesempatan untuk menanyakan semua hal yang belum jelas sehubungan dengan penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan sebagai penyelesaian tesis saya yang merupakan syarat kelulusan di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Saya berharap Saudara bersedia untuk menjadi responden dalam penelitian ini. Bila sewaktu-waktu Anda membutuhkan penjelasan, anda dapat menghubungi saya dr. Ade Dwi Lestari di 08128021830.

Setelah Saudara membaca maksud dan kegiatan penelitian diatas, maka saya mohon untuk mengisi nama dan tanda tangan dibawah ini.

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**(INFORMED CONSENT)**

Saya bertanda tangan di bawah ini,

Nama : .....

Tempat / Tanggal Lahir : .....

Pekerjaan : .....

Unit Kerja : .....

Alamat Rumah : .....

.....

No. Telepon : .....

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah mendapat penjelasan penelitian mengenai : Hubungan Antara Paparan Formaldehida di industri kain ban dengan gangguan fungsi kognitif, eosinofil dan neutrofil swab hidung, kelainan sel darah putih dan kadar cystatin c serum. Saya mengetahui dan memahami bahwa saya, dalam penelitian ini, mempunyai kebebasan penuh untuk memilih untuk ikut berpartisipasi atau tidak. Dan dengan ini saya menyatakan :

1. Bersedia menjadi responden dalam penelitian ini.
2. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian dan mengikuti pemeriksaan yang dilakukan.
3. Bersedia mematuhi seluruh prosedur penelitian yang ditetapkan oleh peneliti.
4. Seandainya ada hal-hal yang tidak berkenan, maka saya berhak untuk tidak ikut dalam penelitian ini.

Mengetahui,

Jakarta, .....2013

Peneliti,

Yang bertanda tangan,

dr Ade Dwi Lestari

dr Kemal Zachariah

dr Puspa Sari

dr Mei Wulandari Puspitasari

(\_\_\_\_\_)

Responden

(\_\_\_\_\_)

Saksi

Kuesioner *Screening* Kriteria Eksklusi

	Ya	Tidak
1		
Apakah Anda pernah menderita atau sedang menjalani pengobatan untuk penyakit dibawah ini?		
a.trauma kepala		
b.penyakit alzaimer		
c.stroke		
d.diabetes melitus,		
e.hipertensi		
f.gagal ginjal		

2. Jika Ya sebutkan kapan terakhir Anda mengalami dan menjalani pengobatan?

- a. kurang dari 4 tahun yang lalu
- b. lebih dari 4 tahun yang lalu

3 Tingkat pendidikan terakhir Anda adalah (pilih salah satu)

- a. SD
- b. SLTP
- c. SLTA
- d. Akademi/ Universitas

## BIODATA

**Departemen *Dipping/ Weaving***

No. : _____ Tanggal tes : _____ Nama : _____ Posisi/ jabatan: _____ Tanggal lahir : _____	
Apakah Anda menggunakan Alat Pelindung Diri ?  Sebutkan	YA / TIDAK  _____
Seberapa sering Anda menggunakan Alat Pelindung Diri tersebut ?	<input type="radio"/> Selalu, setiap hari <input type="radio"/> Kadang, tidak setiap hari <input type="radio"/> Tidak pernah
Apakah Anda merokok?	YA / TIDAK
Jika YA berapa batang rokok dalam sehari	<input type="radio"/> 1-5 batang perhari <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11-19 <input type="radio"/> $\geq 20$
Seberapa sering Anda melakukan olahraga dalam seminggu?	<input type="radio"/> $\geq 3x$ /minggu <input type="radio"/> Tidak setiap hari dalam seminggu <input type="radio"/> Tidak pernah berolahraga sama sekali

*Mini mental status examination MMSE*

<p><b>ORIENTASI WAKTU</b></p> <p>Tahun berapakah sekarang? _____</p> <p>Bulan apakah sekarang? _____</p> <p>Tanggal berapakah sekarang? (cth, 21) _____</p> <p>Hari apakah sekarang? (Cth, Senin) _____</p> <p><b>ORIENTASI TEMPAT</b></p> <p>Bisakah Anda memberitahu saya Nama Perusahaan ini? _____</p> <p>Bisakah Anda memberitahu saya Nama Departemen ini? _____</p> <p>Di jalan apa kita sekarang? _____</p> <p>Di kota manakah kita sekarang? _____</p> <p>Di propinsi manakah kita sekarang? _____</p> <p>Di negara manakah kita sekarang? _____</p> <p>...../10</p>	
<p><b>MEMORI JANGKA PENDEK</b></p> <p>ROKOK atau BOLA _____</p> <p>PINTU atau BENDERA _____</p> <p>BUNGA atau POHON _____</p> <p><i>Minta subjek untuk mengulangi tiga kata tersebut. Pengulangan pertama ialah yang dinilai. Jika subjek tidak dapat mengulang ketiganya dengan benar, minta subjek untuk terus mencoba sampai enam kali.</i></p> <p>...../3</p>	
<p><b>ATENSI DAN PERHITUNGAN</b></p> <p><i>Minta subjek menghitung mundur berselang 7 dari angka 100</i></p> <p>93 _____</p> <p>86 _____</p> <p>79 _____</p> <p>72 _____</p> <p>65 _____</p> <p>...../5</p>	
<p><b>RECALL</b></p> <p>ROKOK atau BOLA _____</p> <p>PINTU atau BENDERA _____</p> <p>BUNGA atau POHON _____</p> <p>...../3</p>	

<p><b>BAHASA</b>  Tanyakan kepada subjek nama dari benda berikut ini  (tunjukkan bendanya):  JAM TANGAN  PENSIL</p>	<p>_____  _____  ...../2</p>
<p><b>PENGULANGAN/ REPETISI</b>  Minta subjek mengulang kalimat berikut:  “JIKA TIDAK, DAN, ATAU TETAPI”</p>	<p>_____</p>
<p><b>PERINTAH</b>  Minta subjek mengikuti perintah berikut:  1. AMBIL KERTAS DENGAN TANGAN KANAN ANDA  2. LIPAT KERTAS ITU MENJADI DUA SAMA RATA  3. LETAKKAN DI LANTAI</p>	<p>_____  _____  _____</p>
<p><b>MEMBACA</b>  Minta subjek membaca dan lakukan apa yang ia baca (tunjukkan kertas bertuliskan di bawah ini):  “PEJAMKAN MATA ANDA”</p>	<p>_____</p>
<p><b>MENULIS</b>  Berikan kertas kosong dan alat tulis kepada subjek. Minta subjek menuliskan sebuah kalimat. Kalimat harus mengandung satu <i>SUBJEK</i> dan satu <i>PREDIKAT</i>. Tata bahasa kalimat tidak diperlukan (tidak dinilai).</p>	<p>_____</p>
<p><b>MENGGAMBAR ULANG/ COPY</b>  Tunjukkan pada subjek gambar Pentagons yang berpotongan. Minta subjek menggambar pentagons tersebut di kertas yang disediakan. Jika terdapat sepuluh sudut dan dua garis berpotongan, beri nilai penuh. Abaikan tremor dan rotasi.</p> <div data-bbox="491 1464 817 1653" style="text-align: center;"> </div>	<p>_____  ...../7</p>

Total Skor \_\_\_\_\_ / 30

Kategori \_\_\_\_\_

Tester Paraf:

Nama: \_\_\_\_\_



**PT Indo Kordsa Polyester**

Jl. Pahlawan, Desa Karang Asem Timur, Citeureup, Bogor 16810, Indonesia  
 T : +62 21 8752115  
 F : +62 21 8753934

No :  
 Perihal : Penelitian Tugas Akhir

Jakarta, 15 Juli 2013

Kepada Yth,  
 Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Okupasi  
 Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia  
 Ditempat

Dengan hormat,

Perihal permohonan usulan penelitian untuk tugas akhir, maka kami memberitahukan bahwa kami dapat menerima dan mengizinkan pelaksanaan penelitian tugas akhir dengan beberapa kondisi seperti penelitian hanya boleh dilakukan bersamaan dengan medical check up 2013 yang akan kami susun jadwalnya dan adanya kerahasiaan tempat penelitian untuk mencegah munculnya isu lain.

Nama-nama mahasiswa dan topik yang kami terima adalah :

Nama mahasiswa	NPM	Judul Tugas Akhir
Ade Dewi Lestari	1106026564	Hubungan Antara Paparan Formaldehid Dengan Fungsi Kognitif Pada Pekerja Industri Kain Ban
Kemal Zachariah	1106142425	Hubungan Antara Paparan Formaldehid Dengan Eosinofil Dan Neutrofil Swab Hidung Pada Pekerja Industri Kain Ban Pt. X
Mei Wulandari Puspitasari	1106142431	Hubungan Antara Paparan Formaldehid Dengan Kadar Cystatin C Serum Pada Pekerja Dipping dan Weaving Industri Kain Ban PT X
Puspa Sari	1106142476	Hubungan Paparan Formaldehid Dengan Jumlah Leukosit, Hitung Jenis Dan Morfologinya Pada Pekerja Industri Kain Ban

Demikian dapat disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih

Safety and Health Manager

**INDOKORDSA**  
**PT Indo Kordsa Polyester**

dr. Yoga Mardiansyah

Kepada Yth,  
dr. Ade Dwi Lestari  
dr. Kemal Zachariah  
dr. Puspasari  
dr. Mei Wulandari  
Peserta Program Dokter Spesialis Okupasi  
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia  
di tempat

Dengan hormat,

Perihal pengambilan data untuk tugas akhir/tesis Saudara/i yang dilakukan bersamaan medical check up 2014 di perusahaan kami PT. Indokordsa Tbk. Dengan mempertimbangkan kesamarataan antar karyawan kami meminta untuk melakukan pemeriksaan yang sama untuk kepentingan tesis tersebut kepada seluruh karyawan yang berada di bagian *dipping* (pencelupan) dan *weaving* (pemintalan) saat medical check up 2014 sesuai jawal, walaupun tidak termasuk dalam sample penelitian. Demikianlah kami sampaikan. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapakan bayak terimakasih.

Bogor, 22 Pebruari 2014

**INDOKORDSA**  
**Klinik**  
dr. Yoga Mardiansyah  
SIP 445.9/4121-1/Dr/Diskes/2010  
Jl. Pahlawan, Desa Karang Asem Timur, Kecamatan Cigugur, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16910  
Telp. +62 21 875 2115 Ext. 2500

Dr. Yoga Mardiansyah  
Safety & Health Manager



**Komite Etik Penelitian Kesehatan  
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia  
Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo**



Health Research Ethics Committee  
Faculty of Medicine Universitas Indonesia  
Cipto Mangunkusumo Hospital

Jalan Salemba Raya No. 6, Jakarta Pusat 10430. Telp. 021-3157008. E-mail: ec\_fkui@yahoo.com

Nomor : *SSA* /H2.F1/ETIK/2013

**KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK**

**ETHICAL APPROVAL**

Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul:

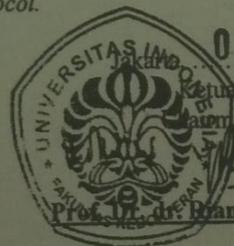
*The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, University of Indonesia, with regards of the Protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the research protocol entitled:*

**"Hubungan Antara Paparan Formaldehida dengan Fungsi Kognitif Eosinofil dan Neutrofil Swab Hidung, Jumlah Leukosit, Hitung Jenis dan Morfologinya dan Kadar Systatin C Serum pada Pekerja Industri Kain Ban"**.

**Peneliti Utama** : dr. Retno Asti Werdhani, M.Epid  
*Principal Investigators*

**Nama Institusi** : Ilmu Kedokteran Komunitas FKUI  
*Name of the Institution*

dan telah menyetujui protokol tersebut di atas.  
*and approved the above-mentioned protocol.*



09 SEP 2013

Prof. Dr. dr. Pranto Setiabudy, SpFK

*\*Ethical approval berlaku satu tahun dari tanggal persetujuan*

**\*\*Peneliti berkewajiban**

1. Menjaga kerahasiaan identitas subyek penelitian
2. Memberitahukan status penelitian apabila
  - a. Setelah masa berlakunya keterangan lolos kaji etik, penelitian masih belum selesai, dalam hal ini *ethical clearance* harus diperpanjang
  - b. Penelitian berhenti di tengah jalan
3. Melaporkan kejadian serius yang tidak diinginkan (*serious adverse events*)
4. Peneliti tidak boleh melakukan tindakan apapun pada subyek sebelum penelitian lolos kaji etik dan *informed consent*



## LAB AFILIASI KIMIA UI

Departemen Kimia FMIPA-Universitas Indonesia  
Jasa Analisa, Konsultasi dan Pelatihan

Gedung G Lt. Dasar Dept. Kimia FMIPA-Universitas Indonesia, Depok 16424  
Telp. (021) 7872720, (021) 78849174 Fax. (021) 7872720

Hasil Pengujian				
No. Pekerjaan	: 649 / XII / 2013	Tgl. Penerimaan Contoh Uji	: 12 November 2013	
Tgl. Sampling	: -	Tgl. Pengujian Contoh Uji	: 17 September - 18 Desember 2013	
Kode Contoh Uji	: 649 - 02			
Nama Contoh Uji	:			
Jenis Contoh Uji	: Charcoal			
No.	Parameter	Hasil	Satuan	Metode
1.	Formaldehida	< 4	µg/mL	GC-FID

Catatan:

- MDL (Method Detection Level) untuk Formaldehida adalah sebesar 4 µg/mL



Catatan :

1. Laporan Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji oleh Lab Afiliasi Kimia UI
2. Isi dari Laporan Hasil Pengujian tidak dapat digandakan sebagian tanpa persetujuan Lab Afiliasi Kimia UI



## TEST RESULT

Job No. : 122/III/2014  
 Customer : PT. Indokordsa, Tbk  
 Customer Sample ID : Control Room  
 Laboratory Sample ID : 122-1  
 Sample Matrix : Liquid  
 Regulation : ACGIH 2012

No	Test Item(s)	Result	MDL	TLV-STEL	Unit	Method
1	Formaldehyde	0.032	< 0.006	0.368	mg/m <sup>3</sup>	NIOSH 3500

Note:

1. MDL = Method Detection Limit
2. TLV-STEL = Threshold Limit Value Short Term Exposure Limit

The test results shown in this Analytical Report refer only to the sample(s) tested by Lab Afiliasi Kimia UI. Any use of or action based on the test results is entirely the responsibility of the customer. This document can not be reproduced except in full, without prior written approval of Lab Afiliasi Kimia UI.

### Stratifikasi Variabel

#### 1. Pendidikan

Pendidikan	MMSE	
	Normal	Tidak Normal (Gangguan fungsi kognitif)
Minimal SLTA	90	21
SLTP	5	8

#### a. Tidak terpajan formaldehid

Pendidikan	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Minimal SLTA	49	7
SLTP	3	3

#### b. Terpajan formaldehid

Pendidikan	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Minimal SLTA	41	14
SLTP	2	5

#### 2. Tekanan Darah

Tekanan darah	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Tekanan Darah Normal	45	6
Tekanan Darah Tinggi (prehipertensi, hipertensi)	50	23

#### a. Tidak terpajan formaldehid

Tekanan darah	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Tekanan Darah Normal	25	0
Tekanan Darah Tinggi (prehipertensi, hipertensi)	27	10

**b. Terpajan formaldehid**

Tekanan darah	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Tekanan Darah Normal	20	6
Tekanan Darah Tinggi (prehipertensi, hipertensi)	23	13

**3. Profil Lipid**

Profil Lipid	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Profil Lipid Normal	63	12
Dislipidemia	32	17

**a. Tidak terpajan formaldehid**

Profil Lipid	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Profil Lipid Normal	38	2
Dislipidemia	14	8

**b. Terpajan formaldehid**

Profil Lipid	MMSE	
	Normal	Gangguan fungsi kognitif
Profil Lipid Normal	25	10
Dislipidemia	18	9

**4. Komponen MMSE Atensi**

Atensi	Tidak terpajan formaldehida	Terpajan formaldehida
Penuh	19 (45,2%)	23 (54,8%)
Kurang	43(52,4%)	39 (47,6%)

**5. Komponen MMSE Memori**

Atensi	Tidak terpajan	Terpajan formaldehida
Penuh	26 (53,1%)	23 (46,9%)
Kurang	36 (48%)	39 (52%)

### Hasil Perhitungan Semikuantitatif Formaldehida Lingkungan

Nopember 2014		Maret 2014	
$E = \frac{F \times D \times M}{W} = \frac{73 \times 8 \times 0,4}{40} = 5,84$		$E = \frac{F \times D \times M}{W} = \frac{73 \times 8 \times 0,032}{40} = 0,467$	
<p>E = Paparan mingguan (ppm atau mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>F = Frekuensinya paparan per minggu (jumlah karyawan terpapar per minggu)</p> <p>M= Besarnya paparan(ppm atau mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>W = rata-rata jam kerja per minggu (40 jam)</p> <p>D = rata-rata durasi paparan (jam)</p>			
<p>ER=E/PEL</p> <p>5,84/0.75 = 7,786</p>		<p>ER=E/PEL</p> <p>0,467/0.75 = 0,623</p>	
E/PEL	Tingkat Paparan ( <i>Exposure rating/ ER</i> )	E/PEL	Tingkat Paparan ( <i>Exposure rating/ ER</i> )
≥ 2,0	5	0,5 to 1,0	3
<p>Evaluasi Tingkat Risiko (<i>Risk rating</i>)</p> <p>Besarnya tingkat risiko dapat ditentukan dengan rumus:</p> <p>Tingkat Risiko</p> <p>= <math>\sqrt{HR \times ER}</math></p> <p>= <math>\sqrt{4 \times 5} = 4,472 = 4</math> (Tinggi)</p>		<p>Evaluasi Tingkat Risiko (<i>Risk rating</i>)</p> <p>Besarnya tingkat risiko dapat ditentukan dengan rumus:</p> <p>Tingkat Risiko</p> <p>= <math>\sqrt{HR \times ER}</math></p> <p>= <math>\sqrt{4 \times 3} = \sqrt{12} = 3,46</math> (Medium)</p>	