

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**TESIS**

**HUBUNGAN PAPARAN TOLUENA DENGAN KADAR ERITROSIT, LDL  
DAN MDA SERTA KELUHAN GANGGUAN SARAF PADA PEKERJA  
BENGKEL PENGECATAN MOBIL DI SURABAYA**



**HERMAN BAGUS DWICAHYO**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA  
SURABAYA  
2020**

IR - PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

TESIS

**HUBUNGAN PAPARAN TOLUENA DENGAN KADAR ERITROSIT, LDL  
DAN MDA SERTA KELUHAN GANGGUAN SARAF PADA PEKERJA  
BENGKEL PENGECATAN MOBIL DI SURABAYA**



**OLEH:  
HERMAN BAGUS DWICAHYO  
NIM 101814253016**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA  
SURABAYA  
2020**

**HUBUNGAN PAPARAN TOLUENA DENGAN KADAR ERITROSIT, LDL  
DAN MDA SERTA KELUHAN GANGGUAN SARAF PADA PEKERJA  
BENGKEL PENGECATAN MOBIL DI SURABAYA**

**TESIS**

**Untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga**

**Oleh:**

**HERMAN BAGUS DWICAHYO  
NIM 101814253016**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA  
SURABAYA  
2020**

**PENGESAHAN**

**Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis  
Program Studi Magister Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga  
dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar  
Magister Kesehatan dan Keselamatan Kerja (M.KKK)  
Pada tanggal 28 Januari 2020**

**Mengesahkan**

**Universitas Airlangga  
Fakultas Kesehatan Masyarakat**



**Prof. Dr. Tri Marhana, dr., M.S.  
NIP 195603031987012001**

**Tim Penguji:**

- Ketua : Laura Navika Yamani S.Si., M.Si., Ph.D.**  
**Anggota :** 1. Dr. Abdul Rahim Tualeka, Drs., M.Kes  
2. Dr. Noeroel Widajati, S.KM., M.Sc  
3. Dr. Arief Wibowo dr., M.S.  
4. Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes., S.Bio., CCD  
5. Sahabat Sutanto, S.KM., M.Kes

**PERSETUJUAN**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**HERMAN BAGUS DWICAHYO  
NIM. 101814253016**

**Menyetujui,**

**Surabaya, 30 Januari 2020**

**Pembimbing Ketua**



**Dr. Abdul Rohim Tualeka, Drs., M.Kes  
NIP 196611241998031002**

**Pembimbing**



**Dr. Noeroel Widajati, S.KM., M.Sc  
NIP 197208122005012001**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja**



**Dr. Abdul Rohim Tualeka, Drs., M.Kes  
NIP 196611241998031002**

**PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Herman Bagus Dwicahyo

NIM : 101814253016

Program Studi : Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Angkatan : 2018

Jenjang : Magister

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul:

**HUBUNGAN PAPARAN TOLUENA DENGAN KADAR ERITROSIT, LDL DAN MDA SERTA KELUHAN GANGGUAN SARAF PADA PEKERJA BENKEL PENGECATAN MOBIL DI SURABAYA**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Januari 2020



(Herman Bagus Dwicahyo)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas Karunia dan Hidayah-Nya penyusunan tesis dengan judul: **“Hubungan Paparan Toluena Dengan Kadar Eritrosit, LDL, dan MDA Serta Keluhan Gangguan Saraf Pada Pekerja Bengkel Pengecatan Mobil di Surabaya”** dapat terselesaikan.

Penelitian tesis ini berisikan analisis hubungan paparan toluena dengan pemeriksaan darah dan keluhan gangguan saraf pada pekerja bengkel pengecatan mobil di kota Surabaya dimana hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk hal yang bermfaat.

Dalam proses penyelesaian, tesis ini tidak terlepas dari bimbingan dan arahan dosen pembimbing. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati saya menghaturkan terima kasih yang tulus dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Bpk Dr. Abdul Rohim Tualeka, Drs., M.Kes. dan Ibu Dr. Noeroel Widajati, S.KM., M.Sc yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi dan saran demi kesempurnaan tesis ini. Selanjutnya, ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Moh. Nasih, SE., MT., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga Surabaya.
2. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Prof. Dr. Tri Martiana, dr, M.S., Wakil Dekan I Dr.Santi Martini, dr, M.Kes., Wakil Dekan II Dr.Thinni Nurul Rochman Dra. Ec., M.Kes., Wakil Dekan III Dr.Ira Nurmala SKM., MPH., dan seluruh dosen serta jajaran staff.
3. Ketua Program Studi Magister Kesehatan dan Keselamatan Kerja Dr. Abdul Rohim Tualeka. Drs., M.Kes dan seluruh dosen serta jajaran staff.
4. Para penguji Ibu Laura Navika Yamani S.Si., M.Si., Ph.D. Bpk Dr. Arief Wibowo dr., M.S dan Ibu Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M. Kes., S. Bio, CCD Bpk Sahabat Sutanto S.KM., M.Kes yang telah bersedia menjadi penguji dan membimbing dalam pembuatan penelitian tesis ini.
5. Kasubdit K3L UNAIR Bpk Mulyono S.KM., M.Kes dan Kasie K3 Bpk Dani Nasirul Haqi S.KM., M.KKK dan seluruh staf Subdit K3L.
6. Ibu dan Kakak, orang-orang tersayang, serta seluruh keluarga besar yang tak henti-hentinya mendo'akan dan memberi dukungan selama studi, terutama Alm. Bapak, sebagai persembahan prestasi dan bukti janji untuk menyelesaikan studi magister.
7. Teman-teman S2K3 2018 dan para sahabat yang telah membantu, membersamai dan memberikan semangat selama menempuh kuliah magister
8. Pemilik bengkel pengecatan mobil dan *body repair* beserta staff dan seluruh responden yang telah bersedia terlibat dalam penelitian.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Demikian, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak lain yang menggunakan.

Surabaya, 30 Januari 2020

Penulis

## SUMMARY

### **Relationship between Toluene Exposure and Erythrocyte, LDL, MDA Levels and Nerve Disorders in Car Painting Shop Workers in Surabaya**

Car painting and body repair are activities that consist of making or assembling and painting a vehicle, starting from analyzing the damage, removing the panel, repairing, painting, to finishing. When the paint is being sprayed, the workers will be exposed to paint containing toluene vapor which, not only comes from the vapor, but also from the mist, a collection of fine particles in liquid form. These fine particles will be easily inhaled by the workers or enter through the skin, especially if they are not wearing the required masks and working clothes (WWAC, 2009).

In industrial field, toluene is widely used, both as a base material or as a solvent. Materials that use toluene include: paint solvents, thinners, inks, glues, pharmaceutical products, additives for cosmetic products, pesticide industry, crude petroleum, plastic industry, and synthetic fibers. In the household itself, toluene is mostly found in disinfectants and glues (ICIS, 2008).

In her study, Darmawati (2004) explained that workers exposed to toluene had a risk of neuropsychological symptoms of 7.188 times higher than those not exposed. Toluene inhaled through respiratory tract will enter the bloodstream and circulate throughout the body, temporarily stored in fat and bone marrow. This may result in changes of erythrocyte count due to the damage of red blood formation system in bone marrow (ATSDR, 2017).

The general objective of this study was to analyze the levels of erythrocytes, LDL, and MDA as well the symptoms of nervous disorders of workers exposed toluene in a car painting shop in Surabaya. Based on the method of intervention on the subjects, this study was an observational study. The study used a cross-sectional method because observations and measurements of the effects were performed at a certain time simultaneously.

The benefits of this study include providing information on: the relationship of inhaled toluene exposure with blood test results (Erythrocytes, LDL, and MDA), providing information about the relationship of toluene exposure with symptoms of nervous disorders of the workers, providing information on the relationship between blood examination results (Erythrocytes, LDL, and MDA) of the workers with symptoms of nerve disorders of car painting shop workers in Surabaya. The study was conducted in December 2019 in two car painting shops in Surabaya as informal industrial sectors. The sample in this study was the total population of workers in a car painting shop that met the inclusion criteria.

The independent variables in this study were exposure to inhaled toluena by the workers and the characteristics of the respondents, consisting of age, years of service, working time, BMI, PPE, and smoking habits. The dependent variables in this study were blood tests including erythrocytes, LDL, MDA and symptoms of nervous disorders of the workers. Secondary data were obtained from the data as the identity of the shop, which included: the shop's profile, number of workers and



their respective duties, shift workers, the flow of car painting procedures, and the rules used as standard reference.

The study on 30 workers showed that the majority of the workers were adults aged 26-45 years, as many as 13 persons. Most of them have worked <6 years as many as 15 persons or 50%, most workers worked 40 hours a week, BMI of 60% of the workers was still in normal range, most (65%) workers did not use PPE for breathing, and most workers in A and B shops were heavy smokers.

The measurement of air in the work environment was based on the Physical and Chemical Factor Value at Work according to the Regulation of the Minister of Manpower Republic of Indonesia No.5/2018 of 20 ppm, where there is 1 point in the shop A that exceeded the quality standards and 2 points in workshop B exceeded the quality standards. Of 30 workers studied, 20 (66.7%) had below average intake of toluene and 10 (33.3%) had above average intake of toluene.

Erythrocyte, LDL and MDA tests showed most were still in normal condition. Workers without symptoms of nerve disorders were as many as 18 persons (40%), more than those with symptoms of nerve disorders, comprising 12 persons (60%). The level of toluene intake entering the body was still below the normal threshold, showing no relationship with changes in erythrocyte, LDL and MDA levels.

There was a relationship between toluene intake with LDL and MDA levels with significance  $< \alpha$  (0.05%) of 0.038 and 0.039. There was no relationship between toluene intake and symptoms of nerve disorders. There was no relationship between individual characteristics (age, length of work, length of service, BMI, and habits of using PPE) with blood test results (erythrocytes, LDL and MDA). Of all individual characteristics (age, length of work, length of service, BMI, and habit of using PPE), none were related to blood tests results (erythrocytes, LDL and MDA) and complaints of breathing problems experienced by the workers.

We suggest that the management collaborate with the Occupational Health Unit Post to call for SOPs related to PPE usage, the provision of MSDS chemicals used in paints or thinners and impacts on the body, and how to prevent them if exposed/entered the body. Occupational Health Unit should give an appeal that workers do not smoke during working process.

## RINGKASAN

### **Hubungan Paparan Toluena dengan Kadar Eritrosit, LDL dan MDA Serta Keluhan Gangguan Saraf Pada Pekerja Bengkel Pengecatan Mobil di Surabaya**

Pengecatan mobil dan *body repair* merupakan kegiatan perbaikan mobil yang terdiri dari proses tahapan membuat atau merakit kendaraan dan mengecatnya, mulai dari kegiatan menganalisis kerusakan, kemudian melepas panel, memperbaiki, mengecat, hingga *finishing*. Ketika cat disemprotkan, pekerja akan terpapar cat yang mengandung uap toluena yang bukan hanya berasal dari uapnya, akan tetapi juga dari *mist* yaitu kumpulan partikel halus berupa cairan. Bentuk tersebut akan sangat mudah terhisap oleh pekerja atau masuk ke dalam kulit, terutama jika tidak mengenakan masker dan pakaian kerja yang tepat (WWAC, 2009).

Di bidang industri, toluena digunakan secara luas baik sebagai bahan dasar ataupun sebagai pelarut. Bahan-bahan yang menggunakan toluena antara lain: pelarut cat, thinner, tinta, lem, produk-produk farmasi, bahan tambahan produk kosmetik, industri pestisida, *crude petroleum*, industri plastik, dan serat sintetis. Di rumah tangga sendiri, toluena banyak didapatkan pada desinfektan dan lem (ICIS, 2008).

Darmawati (2004) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pekerja yang terpapar toluena mempunyai risiko sebesar 7,188 kali gejala neuropsikologis tinggi dibandingkan dengan pekerja yang tidak terpapar toluena. Toluena yang terhirup melalui saluran pernapasan akan masuk ke dalam aliran darah, dalam jaringan darah toluena beredar ke seluruh tubuh dan disimpan sementara di dalam lemak dan sumsum tulang. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan jumlah eritrosit akibat dari rusaknya sistem pembentukan darah merah di sumsum tulang (ATSDR, 2017).

Tujuan umum dari penelitian ini yakni menganalisis kadar Eritrosit, LDL, dan MDA serta keluhan gangguan saraf pekerja yang terpapar toluena pada bengkel pengecatan mobil di Surabaya. Berdasarkan metode intervensi pada subjek, jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional. Ditinjau dari segi waktu, penelitian termasuk ke dalam metode *cross sectional* karena observasi serta pengukuran efek dilakukan pada waktu tertentu secara bersamaan.

Manfaat penelitian ini diantaranya memberikan informasi mengenai hubungan paparan toluena yang terhirup dengan hasil pemeriksaan darah (Eritrosit, LDL, dan MDA). Memberikan informasi mengenai hubungan paparan toluena dengan keluhan gangguan saraf pekerja. Memberikan informasi mengenai hubungan hasil pemeriksaan darah (Eritrosit, LDL, dan MDA) pekerja dengan keluhan gangguan saraf pekerja bengkel pengecatan mobil di Surabaya.

Waktu penelitian ini mulai dilakukan pada bulan Desember 2019. Sedangkan lokasi penelitian bertempat pada 2 (dua) bengkel pengecatan mobil di Surabaya, dan merupakan sektor industri informal. Sampel dalam penelitian ini yaitu total populasi pekerja di bengkel pengecatan mobil yang memenuhi kriteria inklusi.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah paparan toluena yang dihirup pekerja dan karakteristik responden yang terdiri dari usia, masa kerja, waktu kerja, IMT, APD, dan kebiasaan merokok. Sedangkan variabel dependen pada penelitian ini adalah pemeriksaan darah meliputi eritrosit, LDL, MDA dan keluhan gangguan saraf pekerja.

Data sekunder diperoleh dari data yang dimiliki oleh bengkel sebagai identitas bengkel, yang meliputi: Profil bengkel, jumlah staf pekerja serta tugas bagiannya, shift pekerja, alur prosedur pengecatan mobil, peraturan yang dipakai sebagai rujukan standarisasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis karakteristik individu yang dilakukan pada 30 pekerja menunjukkan hasil bahwa sebagian besar pekerja pada usia dewasa 26-45<sup>th</sup> sebanyak 13 orang, masa kerja pada pekerja sebagian besar memiliki masa kerja <6<sup>th</sup> sebanyak 15 orang atau 50%, sebagian besar pekerja bekerja selama 40 jam dalam 1 minggu, IMT yang dimiliki 60% pekerja masih berada dalam kisaran normal, sebagian besar 65% pekerja tidak memakai APD pernafasan, sebagian besar pekerja A dan B adalah perokok berat.

Pengukuran udara di lingkungan kerja berdasarkan NAB Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja Permenaker RI No.5/2018 sebesar 20 ppm, dimana ada 1 titik di bengkel A melebihi NAB dan 2 titik di bengkel B yang melebihi NAB. Dari 30 pekerja yang mengikuti penelitian dapat diketahui bahwa 20 orang (66,7%) memiliki intake toluena dibawah rerata dan 10 orang (33,3%) memiliki intake toluena diatas rerata.

Sebagian besar hasil pemeriksaan eritrosit, LDL dan MDA menunjukkan bahwa masih dalam keadaan normal. Pekerja yang tidak mengalami keluhan gangguan saraf lebih banyak 18 orang (40%) dibandingkan dengan pekerja yang mengalami keluhan gangguan saraf 12 orang (60%).

Kadar intake toluena yang masuk dalam tubuh pekerja masih dibawah ambang batasan normal tidak menunjukkan hubungan dengan perubahan kadar eritrosit, LDL dan MDA.

Terdapat hubungan antara intake toluena dengan kadar LDL dan MDA signifikansi  $<\alpha(0,05\%)$  sebesar 0,038 dan 0,039. Tidak ada hubungan antara intake toluena dengan keluhan gangguan saraf. Tidak ada hubungan antara karakteristik individu (Usia, lama kerja, masa kerja, IMT, kebiasaan menggunakan APD) dengan hasil pemeriksaan darah (eritrosit, LDL dan MDA). Dari semua karakteristik individu, (Usia, lama kerja, masa kerja, IMT, kebiasaan menggunakan APD) tidak ada yang berhubungan dengan pemeriksaan darah (eritrosit, LDL dan MDA) serta keluhan gangguan saraf yang dialami pekerja.

Saran yang bisa diberikan untuk perusahaan adalah: Pihak manajemen bekerjasama dengan Pos UKK memberi himbauan agar membuat SOP terkait pemakaian APD. menyediakan MSDS bahan kimia yang digunakan dalam cat atau thinner beserta dampak dalam tubuh dan cara pencegahan jika terpapar/masuk dalam tubuh. UKK memberi himbauan agar tidak merokok selama proses pekerjaan.