

**TESIS**

**PENGARUH PAPARAN KROMIUM HEKSAVALEN (Cr (VI)) DI UDARA  
TERHADAP PENINGKATAN 8-HYDROXYDEOXYGUANOSINE (8-OHdG)  
URINE, PENINGKATAN Cr DALAM DARAH, DAN KELUHAN  
KESEHATAN PEKERJA *HOME INDUSTRY* PELAPISAN LOGAM  
DI DESA SUGIHWARAS KECAMATAN CANDI  
KABUPATEN SIDOARJO**



**OLEH :**

**DYAH ANDRYANI LESTARI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN LINGKUNGAN  
SURABAYA  
2020**

**TESIS**

**PENGARUH PAPARAN KROMIUM HEKSAVALEN (Cr (VI)) DI UDARA  
TERHADAP PENINGKATAN 8-HYDROXYDEOXYGUANOSINE (8-OHdG)  
URINE, PENINGKATAN Cr DALAM DARAH, DAN KELUHAN  
KESEHATAN PEKERJA *HOME INDUSTRY* PELAPISAN LOGAM  
DI DESA SUGIHWARAS KECAMATAN CANDI  
KABUPATEN SIDOARJO**



**OLEH :**

**DYAH ANDRYANI LESTARI  
NIM 101714353006**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN LINGKUNGAN  
SURABAYA  
2020**

**PENGARUH PAPARAN KROMIUM HEKSAVALEN (Cr (VI)) DI UDARA  
TERHADAP PENINGKATAN *8-HYDROXYDEOXYGUANOSINE* (8-OHdG)  
URINE, PENINGKATAN Cr DALAM DARAH, DAN KELUHAN  
KESEHATAN PEKERJA *HOME INDUSTRY* PELAPISAN LOGAM  
DI DESA SUGIHWARAS KECAMATAN CANDI  
KABUPATEN SIDOARJO**

**TESIS**

**Untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Lingkungan  
Minat Studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan  
Program Studi Kesehatan Lingkungan  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**DYAH ANDRYANI LESTARI  
NIM101714353006**

**UNIVERSITAS AIRLAGGA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER  
PROGRAM STUDI KESEHATAN LINGKUNGAN  
SURABAYA  
2020**

## PENGESAHAN

**Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis  
Minat Studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan  
Program Studi Kesehatan Lingkungan  
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga  
Dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar  
Magister Kesehatan Lingkungan (M.KL)  
Pada tanggal 9 September 2020**

**Mengesahkan**

**Universitas Airlangga  
Fakultas Kesehatan Masyarakat**

Dekan,  
  
**Prof. Dr. Tri Martiana, dr., M.S.  
NIP 195603031987012001**

Tim Penguji:

Ketua : Dr. Lilis Sulistyorini, Ir., M.Kes  
Anggota : 1. Prof. Dr. J Mukono, dr., MS., M.PH  
2. Dr. rer.nat. Ganden Supriyanto, M.Sc  
3. Dr. Diah Indriani, S.Si., M.Si  
4. Prof. Wahyono Hadi, Ir., M.Sc., Ph.D

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar  
Magister Kesehatan Lingkungan (M.KL)  
Minat Studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan  
Program Studi Kesehatan Lingkungan  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**DYAH ANDRYANI LESTARI  
NIM 101714353006**

**Menyetujui,  
Surabaya, 18 September 2020**

**Pembimbing Ketua,**



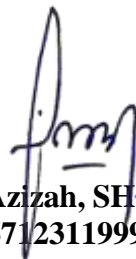
**Prof. Dr. J Mukono, dr., M.S., M.PH  
NIK 194706172017106101**

**Pembimbing,**



**Dr. rer. nat. Ganden Supriyanto, M.Sc  
NIP 196812281993031001**

**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Kesehatan Lingkungan**



**Dr. R. Azizah, SH., M.Kes  
NIP 196712311999032003**

## PERNYATAAN TENTANG ORISINILITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Dyah Andryani Lestari  
NIM : 101714353006  
Program studi : Kesehatan Lingkungan  
Minat studi : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan  
Angkatan : 2017  
Jenjang : Magister

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

**PENGARUH PAPARAN KROMIUM HEKSAVALEN (Cr (VI)) DI UDARA TERHADAP PENINGKATAN 8-HYDROXYDEOXYGUANOSINE (8-OHdG) URINE, PENINGKATAN Cr DALAM DARAH, DAN KELUHAN KESEHATAN PEKERJA HOME INDUSTRY PELAPISAN LOGAM DI DESA SUGIHWARAS KECAMATAN CANDI KABUPATEN SIDOARJO**

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, 9 September 2020



Dyah Andryani Lestari

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas Karunia dan Hidayah-Nya penyusunan tesis dengan judul “Pengaruh Paparan Kromium Heksavalen (Cr (VI)) Di Udara Terhadap Peningkatan *8-Hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) urine, Peningkatan Cr Dalam Darah, Dan Keluhan Kesehatan Pekerja *Home Industry* Pelapisan Logam Di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo” ini dapat terselesaikan.

Penelitian tesis ini berisikan tentang pengaruh paparan kromium heksavalen Cr(VI) di udara terhadap Peningkatan 8-OHdG Urine, Peningkatan Kadar Cr dalam darah, dan Keluhan Kesehatan Pekerja *Home Industry* Pelapisan Logam Di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. Adapun sasaran dalam penelitian ini adalah pekerja pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada Prof. Dr. J Mukono, dr., M.S., M.PH selaku pembimbing ketua yang dengan kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan, semangat dan saran hingga tesis ini bisa terselesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih yang tak terhingga juga saya sampaikan kepada Dr. rer. nat. Ganden Supriyanto, M.Sc selaku pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi dan saran demi kesempurnaan tesis ini.

Dengan terselesainya tesis ini, perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., Mt., Ak., CMA, selaku Rektor Universitas Airlangga
2. Prof. Dr. Tri Martiana, dr., M.S. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga beserta semua staf
3. Dr. R. Azizah, S.H., M.Kes selaku Ketua Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga beserta staf
4. Dr.Lilis Sulistyorini, Ir., M.Kes Selaku Ketua penguji dan Dr. Diah Indriani, S.Si, M.Si serta Prof. Wahyono Hadi, Ir., M.Sc., Ph.D selaku penguji yang telah meluangkan waktu untuk kesediaan menguji dan membimbing dalam perbaikan tesis ini
5. Seluruh dosen pengajar di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Terima kasih semua ilmu, didikan, dan pengalaman yang sangat luar biasa selama di bangku kuliah.
6. Pemilik dan seluruh pekerja *Home Industry* Pelapisan Logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo yang telah meluangkan waktunya untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.
7. Kepada kedua orang tua Bapak Yakun dan Ibu Suyanti, S.Pd selaku orang tua atas do'a, dukungan, motivasi baik moril dan materil sehingga bisa menyelesaikan pendidikan ini.

8. Adik-adik saya Indah Sri Utami dan Ilham Aji Saputra yang telah memberikan semangat dan motivasi serta do'anya selama penulis menempuh pendidikan ini.
9. Seluruh rekan di Magister Kesehatan Lingkungan Angkatan 2017 Universitas Airlangga yang telah banyak membantu, memberi semangat, kekompakan dalam belajar juga sebagai saudara yang baik selama penulis menempuh pendidikan. Semoga kekeluargaan kita berlanjut selamanya.
10. Mbak Ina Nurdiana Adenan, S.KM selaku administrator di Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga atas bantuan dan pelayanan selama proses pendidikan.
11. Rekan-rekan di RSUD dr. Mohammad Zyn Kab. Sampang yang telah memberi izin dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tesis ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya baik moril maupun materil.

Demikian, semoga tesis ini bisa memberi manfaat bagi diri kami sendiri, pendidikan, pelayanan kesehatan, dan pihak lain yang menggunakan.

Surabaya, 9 September 2020

Penulis



**SUMMARY**

**Effect Of Exposure Hexavalen Kromium (Cr (VI)) In The Air On The Improvement Of 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) In Urine, Improvement Cr in Blood, And Health Complaints Of Home Workers In The Industrial Metal Coating In Sugihwaras Village, Candi Subdistrict, Sidarjo**

Cr metal coating home industry aims to improve the mechanical properties of a metal, protect the metal from corrosion and to beautify its appearance. In the process, the material used in metal coating uses hexavalent chromium (Cr (VI)) as a dye and anticorrosive agent. Trivalent chromium (Cr (III)) is used as a mixture of metals such as stainless steel. As a heavy metal, Cr (VI) has high toxicity compared to Cr in other valences such as Cr (III), some invitro studies indicate that the concentration of Cr (III) in cells can cause DNA damage. Cr main exposure through inhalation. Inhalation of chronic exposure can cause a variety of DNA mutations and chromosomal damage, as well as oxidative changes in protein lung fibrosis and lung cancer. One commonly studied biomarker of DNA damage is 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG). This 8-OHdG can be excreted in urine and can be used as a biomarker of DNA damage. 8-OHdG has been evaluated for its use as a marker of oxidative damage. Urine is considered as an ideal biological material to see oxidative stress because it can be done noninvasively. Oxidative stress is an inflammatory pathway and can cause DNA damage. The purpose of this study was to analyze the effect of exposure to hexavalent chromium Cr (VI) exposure in the air to an increase in 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) urine and health complaints of metal coating home industry workers.

The method in this research is observational analytic. Design of this study was a cross sectional study in 2 populations, with observations and measurements of the research variables carried out at the same time. Study population consisted of two groups: the exposed group and the unexposed group. Sample size for each group is 22 people. Measurement of Cr (VI) levels in the air using polyvinyl chloride (PVC) filters, 8-OHdG levels in urine using ELISA KIT, and blood levels of Cr using Atomic Absorption Spectrometer (AAS). Independent Parametric test, sample t-test to see differences in levels of 8-OHdG and Cr levels in blood in the exposed and unexposed groups. Annakova analysis to see the effect of exposure hexavalent chromium Cr (VI), age, work time, length of work, use of PPE (personal protective equipment), and smoking habits on increasing levels of 8-OHdG in worker urine and increased levels of Chromium (Cr) in the blood the worker.

The results showed an average level of Cr (VI) in the air exposed group was 1,1040 mg/m<sup>3</sup> while the average level of Cr (VI) in the air unexposed group was 0,0014 mg/m<sup>3</sup>. The average results of 8-OHdG levels in the urine exposed group was 51,29 ng/mL higher than unexposed group 23,62 ng/mL. The average Cr level in the blood exposed group to Cr (VI) air was 1,61 µg/L and the average level of Cr in the blood unexposed group to Cr (VI) air was 1,49 µg/L, where the results of the two groups exceed the WHO limit 0,5 µg/L. The results of the

analysis that characteristics of respondents (age, work time, length of work, use of personal protective equipment (PPE), and smoking habits) together affect levels of 8-OHdG in urine  $p < 0,000$ . There was no effect of Cr (VI) levels in the air on workers health complaints  $p < 0,082$ .

The conclusion of this study is the level of 8-OHdG urine in exposed group mean value 51,28 ng/mL and the unexposed group mean value 23,62 ng/mL. Cr levels in blood exposed group mean value 1,61  $\mu\text{g/L}$  and unexposed group mean value 1,49  $\mu\text{g/L}$ . There was a significant difference between 8-OHdG urine levels in the exposed and unexposed Cr (VI) groups in the air. There was no difference in Cr in the blood between exposed and unexposed groups. Based on the Anacova test, the results were obtained that simultaneously or together, there was an influence of worker characteristics (age, work time, length of work, use of personal protective equipment (PPE), and smoking habits) on the 8-OHdG levels in the urine of respondents with a significance value of  $p < 0,05$ . There were no respondent characteristics (age, work time, length of work, use of personal protective equipment (PPE), and smoking habits) that affected blood Cr levels with a significance value of  $p < 0,05$ . There was no effect of Cr (VI) level on workers health complaints with a significance value of  $p < 0,05$ . Suggestions for home industry owners to install exhaust fans at the location of immersion, provide complete PPE for workers and run a milking program twice a week as a source of nutrition for workers.

## RINGKASAN

**Pengaruh Paparan Kromium Heksavalen (Cr (VI)) Di Udara Terhadap Peningkatan *8-Hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) Urine, Peningkatan Cr Dalam Darah, Dan Keluhan Kesehatan Pekerja *Home Industry* Pelapisan Logam Di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo**

*Home industry* pelapisan logam Cr bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis suatu logam, melindungi logam dari korosi dan untuk memperindah tampilannya. Dalam pengerjaannya, bahan yang digunakan dalam pelapisan logam menggunakan hexavalen kromium (Cr(VI)) sebagai pewarna dan agen antikorosif. Sedangkan bentuk trivalent nya (Cr(III)) digunakan sebagai campuran logam seperti stainless steel. Sebagai logam berat, Cr(VI) mempunyai daya racun tinggi dibandingkan Cr pada valensi lain misalnya Cr(III), beberapa studi invitro mengindikasikan bahwa konsentrasi Cr(III) dalam sel dapat menyebabkan kerusakan DNA. Paparan utama Cr melalui inhalasi. Inhalasi paparan kronis dapat mengakibatkan berbagai mutasi DNA dan kerusakan kromosom, serta perubahan oksidatif dalam protein, fibrosis paru dan kanker paru. Salah satu biomarker kerusakan DNA yang umum dipelajari adalah *8-Hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG). 8-OHdG ini dapat tereksresikan melalui urin dan dapat digunakan sebagai biomarker kerusakan DNA. 8-OHdG telah dievaluasi penggunaannya sebagai penanda kerusakan oksidatif. Urine dianggap sebagai bahan biologis yang ideal untuk melihat stress oksidatif karena dapat dilakukan noninvasif. Stress oksidatif merupakan salah satu jalur inflamasi dan dapat menyebabkan kerusakan DNA. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh paparan paparan kromium heksavalen Cr(VI) di udara terhadap peningkatan *8-Hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) urine, peningkatan Cr dalam darah, dan keluhan kesehatan pekerja *home industry* pelapisan logam.

Metode dalam penelitian ini adalah analitik observasional. Rancang bangun penelitian ini adalah *cross sectional study* pada 2 populasi, dengan pengamatan dan pengukuran variabel penelitian dilakukan pada saat yang sama. Populasi penelitian terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok terpapar dan kelompok tidak terpapar. Besar sampel untuk masing-masing kelompok adalah 22 orang. Pengukuran kadar Cr(VI) di udara menggunakan filter *polyvinyl chloride* (PVC), kadar 8-OHdG di urine menggunakan ELISA KIT, dan kadar Cr dalam darah menggunakan atomic absorption *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS). Uji parametrik *independent sampel t-test* untuk melihat perbedaan kadar 8-OHdG dan kadar Cr dalam darah pada kelompok terpapar dan tidak terpapar. Analisis annakova untuk melihat pengaruh paparan kromium heksavalen Cr(VI) serta umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD (alat pelindung diri), dan kebiasaan merokok terhadap peningkatan kadar 8-OHdG di urine pekerja dan peningkatan kadar Kromium (Cr) dalam darah pekerja.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar Cr(VI) di udara pada kelompok terpapar sebesar 1,1040 mg/m<sup>3</sup> sedangkan rata-rata kadar Cr(VI) di udara pada kelompok tidak terpapar sebesar 0,0014 mg/m<sup>3</sup>. Hasil rata-rata kadar 8-OHdG di urine kelompok terpapar 51,29 ng/mL lebih tinggi daripada kelompok

yang tidak terpapar 23,62 ng/mL. Sedangkan rata-rata kadar Cr dalam darah kelompok terpapar Cr(VI) udara adalah 1,61 $\mu$ g/L dan rata-rata kadar Cr dalam darah kelompok tidak terpapar Cr(VI) udara adalah 1,49 $\mu$ g/L, dimana hasil kedua kelompok melebihi batas WHO yaitu 0,5  $\mu$ g/L. Hasil analisis di dapat bahwa karakteristik responden (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD, dan kebiasaan merokok) secara bersama-sama mempengaruhi kadar 8-OHdG di urine p 0,000. Sedangkan tidak ada pengaruh kadar Cr(VI) di udara terhadap keluhan kesehatan pekerja p 0,082.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu kadar 8-OHdG urine pada kelompok terpapar memiliki nilai *mean* 51,28 ng/mL dan kelompok tidak terpapar memiliki nilai *mean* 23,62. Kadar Cr dalam darah pada kelompok terpapar memiliki nilai *mean* 1,61  $\mu$ g/L dan kelompok tidak terpapar memiliki nilai *mean* 1,49  $\mu$ g/L. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar 8-OHdG urine pada kelompok terpapar dan tidak terpapar Cr(VI) di udara. Tidak ada perbedaan Cr dalam darah antara kelompok terpapar dan tidak terpapar. Berdasarkan uji *Anacova*, diperoleh hasil bahwa secara simultan atau bersama-sama ada pengaruh karakteristik pekerja (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD, dan kebiasaan merokok) terhadap kadar 8-OHdG dalam urine responden dengan nilai signifikansi p <0,05. Tidak ada karakteristik responden (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan apd, dan kebiasaan merokok) yang memengaruhi kadar Cr dalam darah dengan nilai signifikansi p <0,05. Tidak ada pengaruh kadar Cr (VI) terhadap keluhan kesehatan pekerja dengan nilai signifikansi p <0,05. Saran bagi pemilik *home industry* memasang *exhaust fan* pada lokasi pencelupan, menyediakan APD secara lengkap bagi pekerja dan menjalankan program pemberian susu satu minggu 2 kali sebagai sumber gizi untuk pekerja.