



**PENGARUH PAPARAN EMISI KENDARAAN
BERMOTOR TERHADAP FREKUENSI PEMBENTUKAN
MIKRONUKLEUS DI MUKOSA RONGGA MULUT PADA
MEKANIK BENGKEL MOTOR**

**LAPORAN HASIL
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan sebagai syarat untuk mengikuti ujian Karya Tulis Ilmiah
mahasiswa Program Strata- 1 kedokteran umum**

**PANDEGA GAMA MAHARDIKA
G2A 008 140**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
TAHUN 2012**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL KTI

**PENGARUH PAPARAN EMISI KENDARAAN
BERMOTOR TERHADAP FREKUENSI PEMBENTUKAN
MIKRONUKLEUS DI MUKOSA RONGGA MULUT PADA
MEKANIK BENGKEL MOTOR**

Disusun oleh:

PANDEGA GAMA MAHARDIKA

G2A 008 140

Telah disetujui:

Semarang, 27 Juli 2012

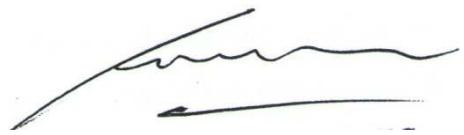
Penguji Proposal



Dr. drg. Oedijani, M.S.

NIP. 19490209 197901 2 001

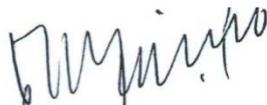
Dosen Pembimbing



drg. Restadiamawati Sp.KG

NIP. 19640510 198910 2 001

Ketua Penguji



drg. Gunawan Wibisono

NIP. 19660528 199903 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan ini,

Nama : Pandega Gama Mahardika

NIM : G2A008140

Alamat : Sanggung Utara I/117A Semarang

Mahasiswa : Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran
UNDIP Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa

- (a) Karya tulis ini asli dan belum pernah dipublikasi atau diajukan untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Diponegoro maupun di perguruan tinggi manapun.
- (b) Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan orang lain kecuali pembimbing dan pihak lain sepengetahuan pembimbing.
- (c) Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul buku aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 20 Juli 2012
Yang membuat pernyataan,

Pandega Gama Mahardika
G2A008140

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmatNya kami dapat menyelesaikan tugas Karya tulis ilmiah ini. Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Kami menyadari sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak penyusunan proposal sampai dengan terselesaikannya laporan hasil Karya Tulis Ilmiah ini. Bersama ini kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk menimba ilmu di Universitas Diponegoro.
2. Dekan Fakultas Kedokteran UNDIP yang memberikan sarana dan prasarana kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik.
3. Drg. Restadiamawati Sp.KG selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing kami dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
4. Orang Tua beserta keluarga kami yang senantiasa memberi dukungan moral maupun material.
5. Para sahabat yang selalu memberi dukungan dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Serta pihak lain yang tidak mungkin kami sebutkan satu persatu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 20 Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Keaslian Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Mikronukleus	8
2.1.1 Definisi Mikronukleus	8
2.1.2 Proses Pembentukan Mikronukleus	10
2.1.3 Biomonitoring Mikronukleus	11
2.2. Timbal	12
2.2.1 Definisi Timbal	12
2.2.2 Genotoksisitas Timbal	14
2.3. <i>Polyaromatic Hydrocarbon</i>	18
2.3.1 Definisi PAH	18
2.3.2 Jenis PAH.....	19
2.3.3 Genotoksisitas PAH	21

BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	23
3.1 Kerangka Teori.....	23
3.2 Kerangka Konsep	23
3.3 Hipotesis.....	23
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	24
4.1 Ruang Lingkup Penelitian.....	24
4.2 Jenis Penelitian	24
4.3 Identifikasi Variabel	24
4.4 Populasi dan Sampel	25
4.4.1 Populasi.....	25
4.4.2 Sampel.....	25
4.5 Definisi Operasional.....	26
4.6 Bahan dan Alat	27
4.6.1 Alat dan Bahan Penelitian	27
4.6.2 Jalannya Penelitian	28
4.7 Alur Penelitian.....	32
4.8 Pengolahan dan Analisis Data.....	32
4.9 Etika Penelitian	34
BAB 5 HASIL	35
BAB 6 PEMBAHASAN	38
BAB 7 SIMPULAN DAN SARAN.....	43
7.1 Simpulan.....	43
7.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Orisinalitas	6
Tabel 2. Jenis-jenis senyawa PAH	20
Tabel 3. Jenis paparan dan lama waktu maksimal paparan.....	22
Tabel 4. Tabel Definisi Operasional.....	26
Tabel 5. Tabel Jadwal Penyusunan Karya Tulis Ilmiah.....	34
Tabel 6. Tabel Uji Normalitas	36
Tabel 7. Tabel Hasil Uji T Independent Terhadap Kelompok Mekanik Bengkel Motor Dan Kontrol	37
Tabel 8. Tabel Hasil Uji Korelasi Pearson	37
Tabel 9. Tabel Deskripsi Hasil Pengamatan Jumlah Mikronukleus Kelompok Mekanik Bengkel Motor Dan Kontrol	48
Tabel 10. Tabel Output SPSS Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Kelompok Mekanik Bengkel	49
Tabel 11. Tabel Output SPSS Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Kelompok Kontrol.....	49
Tabel 12. Tabel Output SPSS Hasil Uji t Independen Frekuensi Pembentukan Mikronukleus	50
Tabel 13. Tabel Output SPSS Hasil Uji Korelasi Pearson	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Abnormalitas Inti Sel.....	9
Gambar 2. Mikronukleus.....	9
Gambar 3. Mikronukleus Lapisan Superfisial.....	11
Gambar 4. <i>Tetraethyl Lead</i> (TEL).....	13
Gambar 5. Sel dengan Mikronukleus pada kelompok pekerja bengkel	51
Gambar 6. Sel dengan Mikronukleus pada kelompok kontrol.....	51
Gambar 7. Reagen Pengecatan Fuelgen-Fast Green	52
Gambar 8. Proses Fiksasi Preparat Dengan Methanol-Asetat.....	52
Gambar 9. Proses Pengecatan dengan reagen Schiff.....	53
Gambar 10. Proses Pengecatan Dengan Reagen Fast Green 1%	53

DAFTAR SINGKATAN

1. ALA : *Delta-aminolevulinic acid*
2. ALAD : *Aminolevulinic Acid Dehydrogenase*
3. DNA : *Deoxyribonucleic Acid*
4. MN : Mikronukleus
5. MTBE : Metil Tersier Butil Eter
6. OHI-S : *Oral Hygiene Index – Simplified*
7. PAH : *Polyaromatic Hidrocarbon*
8. PCR : *Polymerase Chain Reaction*
9. ROS : *Reactive Oxygen Species*
10. TEL : *Tetraethyl Lead*

ABSTRAK

Latar Belakang : Seiring perkembangan zaman, jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini berimplikasi pada semakin banyaknya emisi kendaraan yang dilepaskan di udara. Emisi kendaraan bermotor yang dihasilkan dari pembakaran mesin yang kurang sempurna mengandung substansi berbahaya yang mampu merusak susunan genetik dalam tubuh manusia seperti Timbal dan *Polyaromatic Hydrocarbon*. Substansi tersebut dinamakan substansi genotoksik. Orang yang dalam pekerjaan sehari-hari selalu berhubungan dengan asap kendaraan seperti mekanik bengkel motor akan mendapatkan paparan emisi kendaraan jauh lebih banyak dari orang yang tidak berhubungan dengan asap kendaraan dalam pekerjaannya. Emisi kendaraan yang terhirup secara terus menerus dapat tertimbun dalam rongga hidung dan mulut orang yang terpapar. Penimbunan substansi genotoksik dalam emisi kendaraan ini mampu merusak susunan genetik sel tempatnya tertimbun dan menyebabkan kerusakan inti sel. Kerusakan inti sel dapat bermanifestasi sebagai mikronukleus, yaitu inti sel kedua yang berukuran lebih kecil dari inti sel sejati. Pengaruh emisi kendaraan terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus perlu diteliti karena dikhawatirkan dapat mengganggu kesehatan seperti memicu terjadinya kanker terutama kanker rongga mulut.

Tujuan : Mengetahui pengaruh paparan emisi kendaraan terhadap peningkatan frekuensi pembentukan mikronukleus di rongga mulut pada mekanik bengkel motor

Metode : Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan menggunakan data primer yaitu preparat apusan mukosa rongga mulut kelompok mekanik bengkel motor dan kelompok kontrol yaitu orang yang tidak banyak terpapar emisi kendaraan dalam pekerjaannya di kota Jogjakarta dengan jumlah sampel masing-masing kelompok adalah 35 orang.

Hasil : Dari hasil penelitian didapatkan perbedaan jumlah mikronukleus secara bermakna antara kelompok mekanik bengkel motor dan kelompok kontrol ($p=0,000$) dengan rata-rata jumlah mikronukleus 11,375 pada kelompok mekanik bengkel motor dan 5,323 pada kelompok kontrol.

Simpulan : Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh paparan emisi kendaraan bermotor pada mekanik bengkel motor terhadap peningkatan frekuensi pembentukan mikronukleus dibandingkan kelompok pekerja yang kurang terpapar emisi kendaraan dalam pekerjaannya.

Kata kunci : emisi sepedamotor, pembentukan mikronukleus, mekanik bengkel motor

ABSTRACT

Background: As time goes by, there is a significant increase on number of vehicle, particularly motorcycle. This condition results on higher vehicle emission released on air. Motorcycle emission produced from imperfect engine combustion contains dangerous substances that may harm genes configuration on human bodies, such as lead and polyaromatic hydrocarbon. Those substances are called genotoxic substances. A person whose occupation is connected with vehicle gas is more likely to be exposed with the emission than the one who is not on the vehicle-related occupation. Emission inhaled regularly would accumulate on nasal and mouth cavities of the exposed person. The accumulation of genotoxic substances could damage the cell nuclei. Nucleus damage could manifest as micronucleus, or additional nucleus in smaller size than the original nucleus. The effect of motorcycle emission to the frequency of micronucleus formation needs to be found as this would give rise to cancer prevalence, particularly on mouth cavity.

Aim: To understand the effect of exposure on motorcycle emission to the increase of micronucleus formation frequency in mouth cavity on the motorcycle mechanics.

Method: This research was conducted using cross-sectional study with primary data, which is the mucosal swab of mouth cavity. The case group was motorcycle mechanics, while the control group was citizen of Jogjakarta, with 35 samples for each group.

Results: There was a significant difference of micronucleus count from case and control group ($p=0.000$), and the mean of micronucleus on motorcycle mechanics was 11.375 and 5.323 on control group.

Conclusion: There is an effect of exposure on motorcycle emission to the increase of micronucleus formation frequency on the motorcycle mechanics compared to those who are less exposed to emission in their occupation.

Keywords: motorcycle emission, micronucleus formation, motorcycle mechanics

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rongga mulut adalah suatu ruang yang dibatasi oleh mukosa di semua bagian kecuali gigi. Mukosa mulut mengalami perubahan susunan sesuai dengan fungsi fisiologisnya. Secara garis besar susunan histologis mukosa mulut sama dengan susunan epitel kulit. Susunan tersebut dari superfisial ke profunda adalah stratum keratinosum, stratum granulosum, stratum spinosum, dan stratum basalis.^{1,2} Adapun lapisan di bawah epitel disebut lamina propria yang tersusun atas stratum papilaris, lapisan fibrosa dan lapisan submukosa.² Sebagian besar mukosa mulut tidak memiliki lapisan keratinosum, hanya beberapa bagian yang dilapisi keratin yaitu palatum durum, permukaan dorsal lidah dan gingiva. Mukosa mulut dapat diklasifikasikan berdasarkan lapisan keratinnya yaitu non-keratin, ortokeratin, dan parakeratin. Berdasarkan fungsinya pun mukosa mulut terbagi menjadi tiga bagian yaitu *lining mucosa* (mukosa pelindung), *masticatory mucosa*, dan *specialized mucosa*. Epitel non keratin biasa terdapat pada mukosa pelindung sedangkan ortokeratin dan parakeratin terdapat pada *masticatory mucosa*.^{3,4}

Mukosa pelindung mempunyai fungsi sebagai pelindung, maka ia dapat membelah diri secara aktif dan terus menerus untuk memperbarui lapisan superfisialnya yang rusak. Fungsi ini dilakukan oleh stratum basalis dari mukosa pelindung.² Proses pembelahan diri yang terus menerus ini disebut

sebagai regenerasi dan prosesnya sangat cepat, bahkan lebih cepat bila dibandingkan dengan regenerasi kulit pada umumnya.⁵

Rongga mulut terhubung dengan rongga hidung sebagai jalur respirasi. Dalam menjalankan fungsinya tersebut rongga hidung mendapat paparan dari luar, maka secara otomatis rongga mulut akan terpapar juga, misalnya bila menghirup asap kendaraan melalui hidung, asap tersebut akan masuk pula ke rongga mulut. Bagi orang yang dalam pekerjaannya selalu terpapar oleh substansi tertentu maka substansi tersebut akan masuk dan mengendap di rongga mulutnya dan dapat mengakibatkan perubahan sel terutama bila substansi tersebut adalah substansi yang bersifat genotoksik.⁶ Substansi genotoksik adalah substansi yang memiliki potensi menyebabkan kerusakan *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) yang kemudian mengakibatkan terjadinya mutasi atau kanker.⁷

Substansi genotoksik dalam kehidupan sehari-hari sangatlah beragam, misalnya, timbal dari asap kendaraan, *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH), rokok dan alkohol. Zat-zat tersebut dapat mengakibatkan perubahan sel seperti adanya mikronukleus, *nuclear budd*, binukleus, dan *fragmented cell*. Dari beberapa perubahan sel tersebut, mikronukleus adalah perubahan inti sel yang paling sering muncul dan paling mudah diamati.⁶

Mikronukleus adalah inti sel kedua yang berukuran lebih kecil dari inti sel utama dalam satu sel⁷. Mikronukleus terbentuk karena adanya fragmentasi kromosom pada saat proses pembelahan mitosis yaitu pada fase anafase. Mikronukleus terbentuk hanya pada stratum basalis mukosa mulut, tetapi

karena adanya migrasi sel dari stratum basalis menuju lapisan yang lebih superfisial maka gambaran mikronukleus dapat dijumpai pada epitel mukosa mulut yang terlepas. Sel yang mengandung mikronukleus yang dibentuk dari sel punca stratum basalis dapat membelah diri melalui proses mitosis sama seperti sel yang normal. Frekuensi pembentukan mikronukleus akan semakin banyak pada mukosa bukal.⁶ Pembentukan mikronukleus pada mukosa bukal dapat dijadikan petunjuk akan adanya faktor risiko penyakit kanker. Pemeriksaan terhadap mikronukleus mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan *marker* perubahan sel yang lain karena lebih sensitif dan tidak bersifat invasif jika dibandingkan pemeriksaan darah atau sumsum tulang. Selain itu mikronukleus merupakan indikator yang terbilang mudah dilakukan pemeriksaannya karena tidak membutuhkan peralatan yang canggih seperti PCR (*Polymerase Chain Reaction*), atau mikroskop elektron. Berdasarkan alasan tersebut penelitian mengenai perubahan mikronukleus mempunyai prospek yang cerah sebagai indikator faktor risiko terjadinya kanker di masa mendatang.

Timbal (Pb) adalah unsur yang dihasilkan oleh sisa pembakaran mesin kendaraan yang tidak sempurna. Sebenarnya timbal terdapat dalam senyawa kompleks hidrokarbon dalam bahan bakar minyak. Semakin baik kualitas bahan bakar minyak tersebut semakin rendah pula kandungan timbalnya. Banyaknya timbal yang dihasilkan oleh asap kendaraan juga dipengaruhi oleh kualitas mesin kendaraan yang dipakai. Semakin baik kualitas mesin kendaraan, semakin rendah pula timbal yang dihasilkan. Bagi orang yang

bekerja di bidang otomotif, terutama mekanik bengkel, paparan timbal setiap harinya akan lebih banyak dibanding orang lain. Timbal yang dihasilkan dapat terhirup melalui rongga mulut dan hidung lalu dapat terakumulasi di dalamnya. Apabila sudah terakumulasi, timbal dapat mengakibatkan perubahan kromosom yang berpotensi untuk menimbulkan kanker. Walaupun mekanisme perusakan kromosom oleh timbal belum dapat dipastikan secara jelas, tetapi beberapa penelitian menunjukkan bahwa kerusakan ditimbulkan melalui mekanisme tidak langsung yaitu dengan menekan sistem perbaikan DNA.⁸

Selain timbal, emisi kendaraan juga mengandung senyawa genotoksik lainnya yaitu PAH. Senyawa ini terdiri dari sekitar seratus jenis, tetapi hanya beberapa jenis saja yang bersifat genotoksik seperti *acenaphthene*, *benzoapyrene*, dan *methylchloranthrene*. *Polycyclic aromatic hidrocarbon* berasal dari pembakaran yang tidak sempurna seperti pembakaran aspal, oli, dan bahan bakar minyak. Pada orang-orang yang dalam pekerjaannya selalu berhubungan dengan asap kendaraan, seperti mekanik bengkel motor, akan terpapar oleh senyawa PAH setiap hari selama ia bekerja. Hal ini pernah dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh Wattana dan Wittayalertpanya dengan mengukur kadar *1-hydroxypyrene* dalam urin orang yang terpapar asap kendaraan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, didapatkan bahwa orang yang terpapar asap kendaraan dalam pekerjaannya, di dalam tubuhnya akan mengandung senyawa PAH yang jauh lebih tinggi dari orang yang tidak terpapar.^{9,10}

Penelitian yang dilakukan oleh Rajkokila di India menyimpulkan bahwa petugas pengisian bahan bakar memiliki abnormalitas nukleus lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.¹¹ Penelitian lain yang dilakukan oleh Gilka et al juga menyatakan bahwa frekuensi pembentukan mikronukleus pada petugas pengisian bahan bakar yang menggunakan methanol lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.¹⁰

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh paparan emisi kendaraan terhadap peningkatan frekuensi pembentukan mikronukleus di rongga mulut pada mekanik bengkel motor.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh paparan emisi kendaraan terhadap peningkatan frekuensi pembentukan mikronukleus di rongga mulut pada mekanik bengkel motor.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

1. Dapat memberikan informasi mengenai efek paparan emisi kendaraan terhadap kesehatan rongga mulut.
2. Dokter mampu melakukan deteksi dini penyakit kanker dengan pemeriksaan mikronukleus pada rongga mulut.

3. Dapat dijadikan dasar bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang pengaruh substansi genotoksik terhadap mikronukleus.

Tabel 1. Tabel Orisinalitas

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Rajkokila, Shajithanoop, Usharani	Nuclear anomalies in exfoliated buccal epithelial cell of petrol station attendants in Tamilnadu, South India	Penelitian terhadap 120 pekerja pengisian bahan bakar minyak dan 105 kontrol dengan rentang usia 17-35 tahun. Dilakukan di Tamilnadu, India Selatan tahun 2010	Pekerja pengisian bahan bakar minyak memiliki frekuensi abnormalitas inti sel lebih tinggi dari kontrol
2.	Gilka J, Lais A, Marcilia A, Pedro H	Frequency of oral mucosa micronuclei in gas station operators after introducing methanol	Penelitian terhadap 30 pekerja pengisian bahan bakar minyak yang telah memakai methanol dan 30 kontrol. Penelitian dilakukan di Sao Paolo, Brazil tahun 2001	Pekerja pengisian bahan bakar minyak yang telah memakai methanol memiliki frekuensi mikronukleus lebih tinggi dari kontrol.

Penelitian-penelitian sebelumnya hanya membahas mengenai frekuensi pembentukan mikronukleus pada petugas pengisian bahan bakar dan belum ada yang membahas pada mekanik bengkel motor. Berdasarkan alasan tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian mengenai pengaruh paparan emisi

kendaraan terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus di rongga mulut pada mekanik bengkel motor.

BAB 2

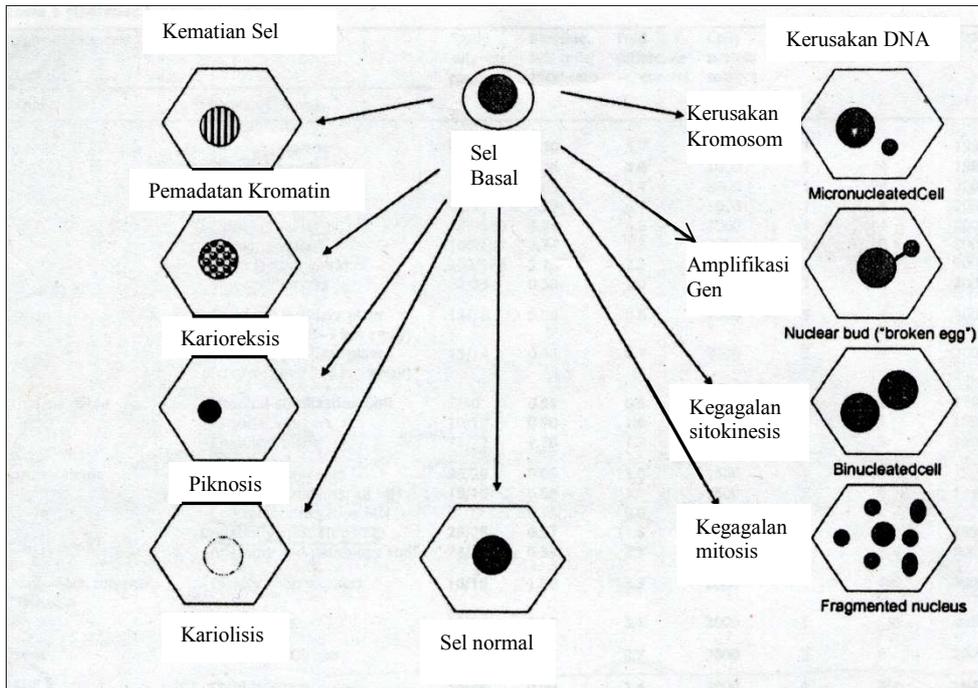
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikronukleus

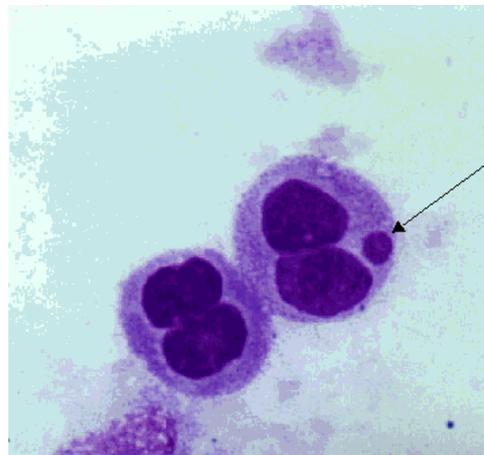
2.1.1 Definisi Mikronukleus

Mikronukleus merupakan salah satu bentuk perubahan inti sel yang diakibatkan oleh kegagalan atau kesalahan proses pembelahan. Secara mikroskopis, mikronukleus adalah gambaran dimana terdapat inti kedua yang berukuran lebih kecil, yaitu sekitar seperenam sampai sepertiga dari inti sel yang utama, berbentuk oval atau bulat.¹¹ Mikronukleus dapat timbul oleh karena adanya kerusakan DNA. Selain mikronukleus terdapat beberapa bentuk abnormalitas inti sel yang perlu diperhatikan agar dapat dibedakan dengan mikronukleus yaitu *binucleated cell*, *karyorrhetic cell*, *karyolytic cell*, *nuclear budd*, dan *fragmented nucleus*.^{6,11}

Binucleated cell adalah abnormalitas inti sel yang digambarkan dengan adanya dua inti pada satu sel dimana keduanya saling terhubung, *binucleated cell* terbentuk oleh karena adanya kegagalan sitokinesis. *Karyorrhetic cell* adalah gambaran inti sel yang padat dengan elemen nukleokromatin yang kemudian dapat terjadi fragmentasi menjadi *fragmented nucleus*. *Karyolytic cell* adalah abnormalitas inti sel yang ditandai dengan tidak adanya gambaran inti sel sama sekali karena sudah mengalami penghancuran. *Nuclear bud* adalah abnormalitas inti sel yang sangat mirip dengan mikronukleus, dibedakan dari mikronukleus dengan adanya hubungan antara inti sel sejati dan inti sel kedua yang berukuran lebih kecil. *Nuclear budd* timbul karena adanya amplifikasi gen inti sel.



Gambar 1. Abnormalitas inti sel⁶



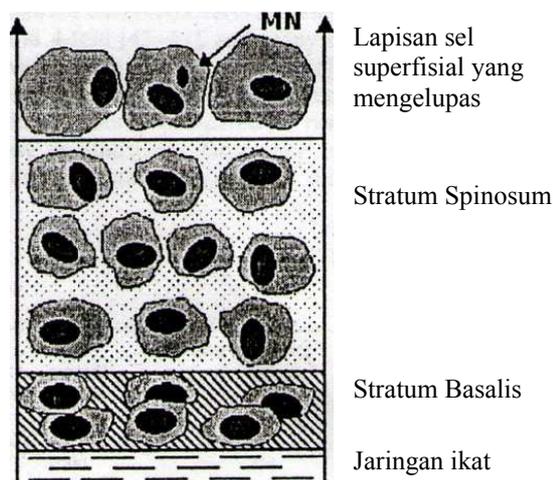
Gambar 2. Mikronukleus¹¹

2.1.2 Proses pembentukan mikronukleus

Mikronukleus terbentuk karena adanya kerusakan kromosom atau kesalahan fungsi benang spindel karena suatu proses genotoksisitas. Mikronukleus terbentuk pada mitosis antara metafase dan anafase. Pada fase metafase semua kromosom akan berjejer di ekuator kemudian masing-masing akan diikat sentromernya oleh benang spindel lalu akan ditarik ke kedua kutub pada fase anafase. Apabila dalam proses antara metafase dan anafase terdapat kerusakan nukleus, dimana akan menghasilkan fragmentasi kromosom yang tidak mengandung sentromer (asentrik), maka fragmen tersebut tidak dapat ditarik ke kutub sehingga akan tertinggal di salah satu *sister cell*. Pada fase selanjutnya yaitu telofase, mikronukleus yang terbentuk ini akan mendapat perlakuan sama halnya dengan nukleus yang sejati yaitu akan mengalami suatu proses pembentukan membran inti. Oleh karena proses tersebut, mikronukleus terbentuk terpisah sempurna dari inti sel yang sesungguhnya.^{12,13}

Sebenarnya mikronukleus hanya terbentuk di stratum basalis saja karena hanya pada lapisan inilah terdapat *stem cell* atau sel punca yang mempunyai kemampuan terus membelah. Namun pada kenyataannya mikronukleus dapat ditemukan pada stratum yang lebih superfisial seperti stratum spinosum, stratum granulosum maupun stratum keratinosum. Keadaan ini dapat terjadi oleh karena sel-sel di stratum basalis dapat melakukan migrasi secara fisiologis ke arah lapisan yang lebih superfisial dalam waktu 7 sampai 10 hari sebagai proses regenerasi

sel-sel keratinosum yang senantiasa mengalami pengelupasan terus menerus. Mikronukleus juga bersifat menetap yaitu tidak direduksi oleh sistem metabolisme sel setelah terbentuk di stratum basalis.⁶



Gambar 3. Mikronukleus lapisan superficial.⁶

2.1.3 Biomonitoring mikronukleus

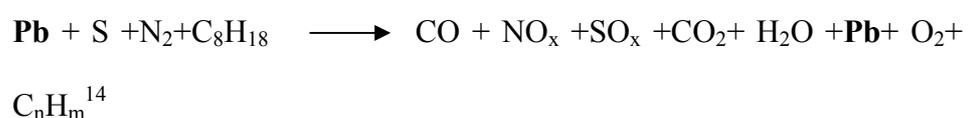
Mikronukleus merupakan masa depan biomarker untuk faktor risiko kanker karena prosesnya yang cukup sederhana dan hasilnya yang cukup sensitif. Pemeriksaan mikronukleus dapat dilakukan dengan pengambilan sampel dari apusan mukosa bukal dengan *cytobrush* lalu dilakukan pengecatan Fuelgen-Rossenback. Pemeriksaan terbaik sebenarnya menggunakan pengecatan DNA, tetapi cara ini kurang praktis dan terlalu mahal biayanya. Hasil pengecatan sampel diamati di bawah mikroskop cahaya. Jumlah sel yang dihitung secara ideal seharusnya adalah 10.000 sel, tetapi metode ini terlalu memakan waktu dan banyak penelitian yang hanya menghitung sel hingga 1000-3000 sel. Pada orang normal atau bebas dari paparan genotoksik, nilai dasar mikronukleus

berkisar antara 0,05-11,5 MN/1000 sel dengan rata-rata 0,5-2,5MN/1000 sel. ⁶

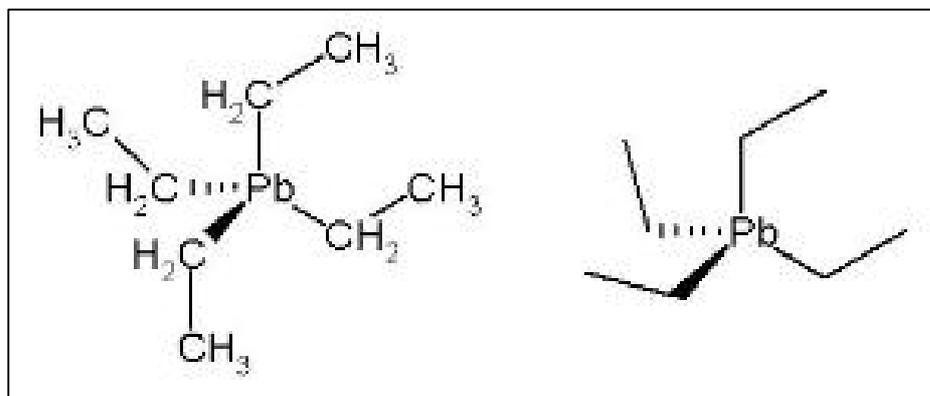
2.2 Timbal (Plumbum)

2.2.1 Definisi timbal

Timbal atau dalam bahasa latin disebut dengan Plumbum (Pb) merupakan suatu unsur logam berat yang termasuk golongan IV_A dalam sistem periodik unsur. Timbal mempunyai berat molekul 207,2 dan mempunyai nomor atom 82, merupakan unsur dengan nomor atom terbesar yang bersifat stabil dan tahan korosi, timbal mempunyai titik leleh 327,5⁰C dan titik didih 1470⁰C. Timbal biasa ditambahkan sebagai aditif pada bahan bakar minyak dalam bentuk *Tetraethyl Lead* atau biasa disingkat TEL dengan rumus (C₂H₅)₄Pb.¹⁴ *Tetraethyl Lead* yang dicampurkan ke dalam bahan bakar minyak ditujukan untuk meningkatkan angka oktan bahan bakar minyak dan juga untuk membentuk bantalan pada klep mesin kendaraan sehingga mesin lebih awet.¹⁴ Namun apabila proses pembakaran kurang sempurna maka timbal yang dicampur ke dalam bahan bakar minyak tersebut akan dilepaskan secara bebas melalui asap saluran pembuangan yang dapat dengan mudah masuk ke dalam rongga mulut dan mengendap. Adapun proses pembakaran yang tidak sempurna adalah sebagai berikut :



Di Indonesia dikenal beberapa macam jenis bahan bakar minyak seperti Premium dan Pertamax. Pertamax disebut juga bensin bebas timbal karena menggunakan senyawa aditif Metil Tersier Butil Eter (MTBE) sedangkan Premium masih menggunakan TEL sebagai aditifnya.¹⁵ Kadar timbal dalam bahan bakar Premium adalah 0,3 gram perliter.¹⁵ Premium digunakan oleh sebagian besar pengguna kendaraan bermotor roda dua di Indonesia sedangkan pertamax digunakan oleh sebagian besar pengguna kendaraan bermotor beroda empat, sehingga tingkat penghasiian timbal oleh kendaraan bermotor roda dua akan lebih tinggi dibanding mobil. Berdasarkan alasan di atas, peneliti memilih lokasi di bengkel sepeda motor untuk penelitian ini.



Gambar 4. *Tetraethyl Lead (TEL)*¹⁵

Dalam kehidupan sehari-hari, timbal memiliki beragam kegunaan seperti :

- a. Bahan pembuatan pipa *Polyvinyl Chloride (PVC)*

- b. Bahan campuran baterai
- c. Dinding pelindung radiasi reaktor nuklir
- d. Senyawa aditif pada bahan bakar minyak (TEL)
- e. Campuran pembuatan pigmen cat
- f. Campuran logam amunisi.

2.2.2 Genotoksisitas timbal

Genotoksik dibagi menjadi beberapa tipe yaitu mutasi gen, *clastogenic*, perubahan genom dan *unclassified type*. Genotoksisitas tipe mutasi gen adalah genotoksik yang tidak menimbulkan kerusakan pada rantai DNA tetapi menimbulkan perubahan susunan dari urutan basa nitrogen⁶. *Clastogenic* adalah genotoksik tingkat kromosom dimana bisa terjadi putusny rantai kromosom, atau pertukaran lengan kromatid yang dapat menunjukkan gambaran mikronukleus, *binucleated cell*, *nuclear budd* dan sebagainya.⁸ Genotoksik tipe perubahan genom adalah genotoksik yang mengakibatkan perubahan seluruh kromosom dalam satu sel seperti terjadinya aneuploidi dan poliploidi.⁶

Timbal yang dihasilkan dari sisa pembakaran yang tidak sempurna seperti yang telah dijelaskan di atas dapat mengakibatkan kerusakan pada DNA. Secara garis besar mekanisme kerusakan DNA oleh senyawa genotoksik dibagi menjadi efek kerusakan langsung dan tidak langsung. Pada efek kerusakan langsung, senyawa genotoksik biasanya bersifat elektrofilik dimana senyawa tersebut dapat terikat langsung dengan

senyawa nukleofilik seperti DNA dan dapat mengakibatkan putusannya rantai DNA, perubahan basa DNA, *intercalation*, atau *cross linkage*.^{12,13} Contoh dari senyawa genotoksik yang merusak DNA secara langsung adalah

- a. Alkil sulfat
- b. Alkil alkalin sulfonat
- c. Aldehid
- d. Epokside mustard
- e. Aziridine

Senyawa genotoksik indirek atau tidak langsung membutuhkan proses secara kimia atau enzimatis untuk dapat bertindak sebagai senyawa perusak DNA. Senyawa genotoksik jenis ini biasanya lebih bersifat lipofilik sehingga memerlukan perubahan lebih lanjut agar bersifat larut air. Dalam proses konversi tersebut terdapat efek samping yaitu terbentuknya senyawa elektrofilik yang mampu merusak rantai DNA seperti halnya senyawa genotoksik langsung. Timbal termasuk dalam jenis senyawa genotoksik tidak langsung. Beberapa jenis senyawa genotoksik tidak langsung selain timbal adalah

- a. Senyawa hidrokarbon alifatik tidak jenuh
- b. Senyawa hidrokarbon aromatik tidak jenuh (PAH)
- c. Nitrosamin
- d. Nitrosamid

Apabila DNA mengalami suatu kerusakan, akan muncul mekanisme yang disebut *repair mechanism* (mekanisme perbaikan). Mekanisme perbaikan yang paling utama adalah dengan mekanisme eksisi.¹³ Pada tahap awal adalah endonuklease dimana DNA yang rusak akan dipotong kemudian disusul tahap berikutnya yaitu eksonuklease atau penghilangan DNA rusak yang telah dipotong pada tahap endonuklease. Setelah itu rantai DNA disusun kembali melalui proses polymerase yang kemudian rantai-rantai tersebut disambungkan dengan proses ligase. Timbal berperan cukup signifikan dalam menghambat proses perbaikan DNA sehingga akan menimbulkan kerusakan DNA yang kemudian dapat diekspresikan dalam bentuk mikronukleus.^{12,13}

Sebenarnya mekanisme perusakan DNA oleh timbal belum dapat diterangkan secara jelas. Ada beberapa teori mengenai hal tersebut. Hartwig dkk mengemukakan teori inhibisi perbaikan DNA sedangkan Lyn Patrick lebih mengedepankan kerusakan tidak langsung karena timbal mampu menekan glutathione.

Menurut Hartwig dkk, timbal yang tertimbun dalam tubuh tidak dapat menyebabkan kerusakan DNA secara langsung seperti menyebabkan putusnya rantai DNA, pertukaran materi genetik antara sister kromatid dan sebagainya. Timbal cenderung akan menghambat respon perbaikan DNA yang timbul akibat kerusakan DNA karena sinar Ultra Violet (UV), jadi dalam teori ini, sinar UV lah yang merusak DNA lalu timbal menghambat proses perbaikannya. Proses penghambatan ini

berkaitan dengan keterikatan timbal terhadap enzim-enzim yang terlibat dalam proses perbaikan DNA seperti polimerase, ligase, dan kalmodulin.¹⁶

Lyn Patrick menyatakan hal yang berbeda dengan Hartwig dkk. Dalam penelitiannya, ditemukan bahwa timbal mampu merusak DNA secara tidak langsung melalui dua mekanisme mendasar, yaitu timbal mampu merangsang pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) seperti hidrogen peroksida (H_2O_2), superoksida radikal (O_2^-), atau bentuk yang paling berbahaya yaitu radikal hidroksil (OH) dan melalui mekanisme pengurangan jumlah antioksidan alami seperti glutathion.¹⁷

Dalam teorinya Lyn Patrick mengemukakan bahwa timbal mampu berikatan dengan kompleks sulfhidril dari glutathion dan menyebabkan tidak berfungsinya enzim tersebut. Glutathion sendiri adalah molekul berbasah dasar asam amino sistein yang berfungsi dalam metabolisme senyawa radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. Apabila glutathion ini banyak diinaktivasi, senyawa radikal bebas akan meningkat jumlahnya dalam tubuh. Senyawa radikal yang meningkat inilah yang mampu menyebabkan kerusakan pada rantai DNA.^{17,18} Timbal juga dapat berikatan dengan senyawa lain yang mempunyai kompleks sulfhidril seperti *aminolevulinic acid dehydrogenase* (ALAD) dimana enzim tersebut berperan dalam pembentukan hemoglobin. *Aminolevulinic acid dehydrogenase* adalah enzim yang berfungsi mengubah *delta-aminolevulinic acid* (ALA) menjadi prophobilinogen yang menjadi bahan

dasar pembentukan hem. Apabila ALAD diikat oleh timbal maka jumlah ALA akan terakumulasi karena tidak dapat diubah menjadi *prophobilinogen*. *Delta-aminolevulinic acid* yang menumpuk inilah yang kemudian dapat merangsang pembentukan ROS di membran sel. Seperti telah dijelaskan di atas, ROS dapat mengakibatkan kerusakan DNA secara langsung.^{17,18}

2.3 *Polyaromatic Hidrocarbon (PAH)*

2.3.1 Definisi PAH

Polyaromatic hidrocarbon adalah senyawa kontaminan organik yang terbentuk dari pembakaran tidak sempurna senyawa hidrokarbon seperti batubara dan bahan bakar minyak.¹⁹ *Polyaromatic hidrocarbon* bersifat lipofilik sehingga tidak dapat larut dalam air. Titik didih PAH berkisar antara 200-300⁰C sehingga pada kendaraan bermotor dimana suhu ruang bakarnya mencapai 400-600⁰C akan menyebabkan PAH berubah menjadi fase gas dan dikeluarkan bersama asap kendaraan.²⁰

Dalam penelitian ini PAH yang dimaksud adalah PAH yang terbentuk dari pembakaran bensin. Bensin adalah senyawa hidrokarbon alkana (C_nH_{2n+2}) yang tersusun dari pentana (C₅H₁₂), heksana (C₆H₁₄), heptana (C₇H₁₆), dan oktana (C₈H₁₈). Namun hanya oktana yang dipakai sebagai indikator kualitas bensin karena merupakan penyusun yang paling sempurna terbakar pada suhu ruang bakar. Pada pembakaran sempurna dari bensin akan terbentuk CO₂ dan H₂O, tetapi pada

kenyataannya terbentuk senyawa-senyawa akibat proses pembakaran yang kurang sempurna seperti terbentuknya PAH.¹⁵

2.3.2 Jenis PAH

Polyaromatic hidrocarbon terdiri dari bermacam-macam jenis, tetapi hanya beberapa jenis saja yang perlu diperhatikan karena mampu bertindak sebagai senyawa genotoksik. *United State-Environtment Protection Agency* (US-EPA) telah membuat prioritas terhadap beberapa jenis PAH yang dapat menimbulkan masalah pada manusia. Jenis-jenis PAH tersebut terdapat dalam tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis senyawa PAH²⁰

No.	Nama Senyawa	Rumus Kimia	Berat molekul
-----	--------------	-------------	---------------

1.	Naphtalene	C ₁₀ H ₈	128,16
2.	Acenaphthylene	C ₁₂ H ₈	152,2
3.	Acenaphthene	C ₁₂ H ₁₀	154,21
4.	Fluorene	C ₁₃ H ₁₀	166,22
5.	Phenanthrene	C ₁₄ H ₁₀	178,22
6.	Anthracene	C ₁₄ H ₁₀	178,22
7.	Fluoranthene	C ₁₆ H ₁₀	202,26
8.	Pyrene	C ₁₆ H ₁₀	206,26
9.	Benzo(a)anthracene	C ₁₈ H ₁₂	228,29
10.	Chrysene	C ₁₈ H ₁₂	228,29
11.	Benzo (b) fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252,32
12.	Benzo (k) fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252,32
13.	Benzo (a) pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252,32
14.	Dibenzo (a,h) anthracene	C ₂₂ H ₁₄	278,36
15.	Benzo (g,h,i) perylene	C ₂₂ H ₁₂	276,34
16.	Indenol (1,2,3-cd) pyrene	C ₂₂ H ₁₂	276,34

Dari enam belas macam jenis PAH tersebut, PAH jenis Benzo (a) pyrenelah yang paling berpengaruh dan terhadap kesehatan manusia sehingga hanya Benzo (a) pyrene yang akan dibahas genotoksisitasnya terhadap manusia.

2.3.3 Genotoksisitas PAH

Genotoksisitas PAH bersifat tidak langsung yaitu dengan membentuk metabolit aktif yang mampu berikatan dengan struktur DNA

sehingga menimbulkan kerusakan. Dalam tubuh, PAH akan mengalami metabolisme membentuk suatu molekul yang bersifat genotoksik yaitu *diol epoxide*. Enzim CYP1A1 berperan penting dalam metabolisme ini. Enzim tersebut mengubah PAH (misalnya *benzo(a)pyrene*) menjadi molekul *(+)benzo[a]pyrene-7,8-epoxide*. Kemudian zat tersebut akan diubah lagi oleh enzim *epoxide hydrolase* menjadi *(-)benzo[a]pyrene-7,8-dihydrodiol*. Kemudian dilanjutkan tahap terakhir dari metabolisme *benzo(a)pyrene* yaitu pengubahan *(+) benzo[a]pyrene-7,8-dihydrodiol* menjadi *(+)benzo[a]pyrene-7,8-dihydrodiol-9,10-epoxide*.²¹ Molekul inilah yang disebut dengan *diol epoxide* dan mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan rantai DNA secara kovalen.²² Apabila PAH yang telah berubah menjadi *diol epoxide* terikat pada bagian DNA yang terlibat dalam pembelahan dan tidak dapat diperbaiki, maka bagian DNA tersebut dapat putus ikatannya.

Berbagai jenis PAH mempunyai tingkatan genotoksik yang berbeda. Tingkat genotoksisitas PAH ditentukan oleh letak dari struktur *diol epoxide* yang terbentuk. *Diol epoxide* yang terletak di *bay regio* dari PAH (ruang antara cincin aromatic PAH) akan mengakibatkan senyawa tersebut bersifat sangat genotoksik. Teori tersebut dikenal sebagai *The Bay Region Theory*.^{21,22}

Berikut adalah tabel jenis paparan dan lama waktu terpapar yang dapat ditoleransi oleh tubuh.

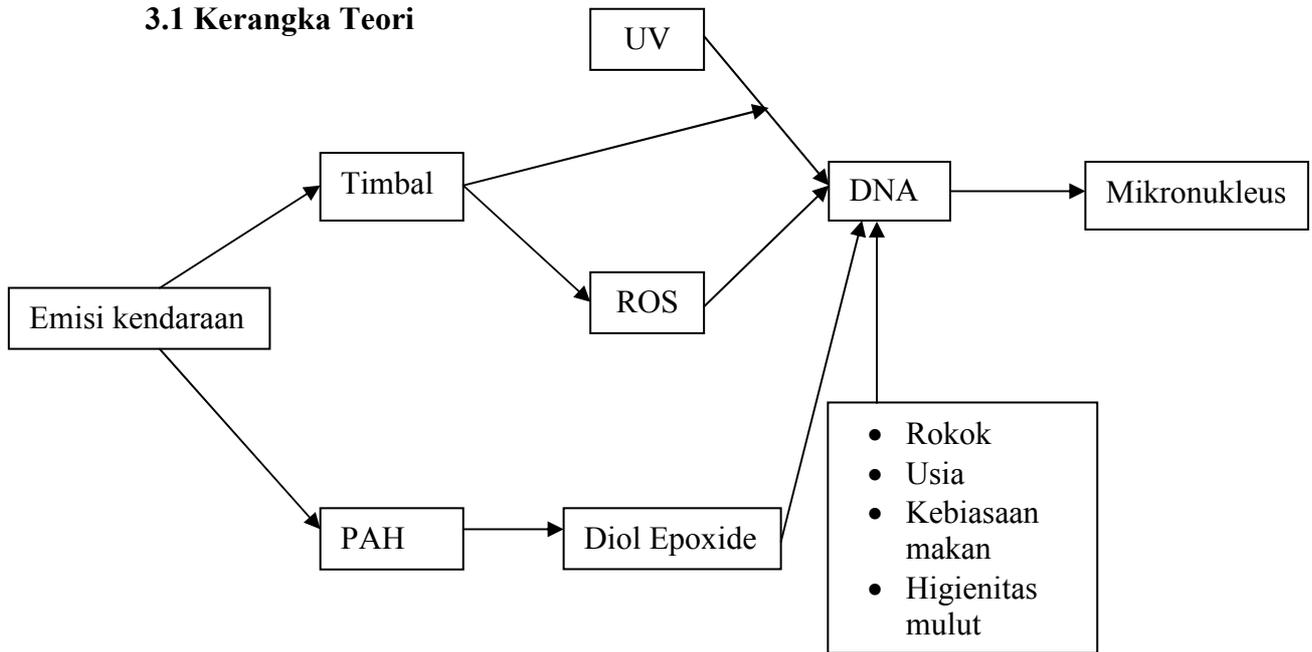
Tabel 3. Jenis paparan dan lama waktu maksimal paparan¹⁵

Senyawa	Waktu		
	24 jam	1 jam	X jam
Karbon monoksida	-	120 ppm	-
Hidrogen sulfida	-	-	0,05 (30 menit)
Nitrogen dioksida	-	0,25	-
Sulfur dioksida	0,08	0,21	-
Timbal (plumbum)	-	-	0,005 (30 hari)
Sulfat sebagai H ₂ SO ₄	-	-	0,01 (30 hari)
Partikel lain	-	-	0,12 (30 hari)

BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Teori



3.2 Kerangka Konsep



3.3 Hipotesis

Frekuensi mikronukleus mukosa mulut mekanik bengkel motor lebih tinggi dibandingkan frekuensi mikronukleus rata-rata.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini tercakup dalam bidang kesehatan gigi dan mulut. Penelitian ini dilakukan di kota Jogjakarta karena mempunyai jumlah pengguna sepeda motor sangat banyak yaitu mencapai 256.224 dan kepadatan mencapai 7883 sepeda motor perkilometer persegi.²³ Jumlah ini jauh lebih banyak dari Kota Semarang yang hanya mempunyai jumlah sepeda motor 216.916 dengan kepadatan 580,5 sepeda motor perkilometer persegi.²⁴

4.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *cross-sectional*.

4.3 Identifikasi Variabel

1. Variabel Pengaruh

Paparan emisi kendaraan bermotor

2. Variabel Terpengaruh

Frekuensi mikronukleus sel epitel rongga mulut.

3. Variabel Terkendali

a. Usia : 20 – 40 tahun

b. Jenis Kelamin : Laki-laki

c. Lama Masa Kerja : minimal 3 tahun¹¹

d. Status kebersihan mulut menggunakan kriteria *Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S)* : cukup

4. Variabel Tidak Terkendali

a. Sifat genetik subyek

4.4 Populasi dan Sampel

4.4.1 Populasi

a. Populasi Target

Meliputi seluruh pekerja mekanik bengkel sepeda motor.

b. Populasi Terjangkau

Meliputi pekerja mekanik bengkel sepeda motor berusia 20-40 tahun di Kota Jogjakarta.

4.4.2 Sampel

Besar sampel minimal dihitung dengan rumus²⁷ :

$$n_1 = n_2 = 2x \left[\frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta}) x s}{x_1 - x_2} \right]^2$$

Berdasarkan rumus di atas apabila diinginkan tingkat kepercayaan 95% maka didapatkan angka $Z_{\alpha} = 1,96$ dan $Z_{\beta} = 0,842$ nilai s didapatkan 2,05 dan $x_1 - x_2$ adalah 1,5 maka didapatkan sampel minimal adalah 29 orang.

Sampel penelitian ini adalah 35 orang pekerja mekanik bengkel sepeda motor yang memenuhi kriteria inklusi dan kontrol 35 orang yang tidak bekerja sebagai mekanik bengkel serta tidak terkena paparan emisi kendaraan bermotor dalam pekerjaannya. Pemilihan sampel penelitian dengan *consecutive sampling*.

Kriteria Inklusi

- a. Pekerja mekanik bengkel sepeda motor yang berumur 20-40 tahun.

- b. Pekerja mekanik bengkel sepeda motor dengan kriteria OHI-S “cukup”. Kriteria “cukup” dipilih karena merupakan rata-rata nilai OHI-s masyarakat Indonesia.
- c. Pekerja mekanik bengkel sepeda motor yang hadir saat penelitian.
- d. Lama masa kerja sebagai mekanik lebih dari 3 tahun

Kriteria Eksklusi

- a. Pekerja yang tidak mau diperiksa saat penelitian dilakukan.

4.5 Definisi Operasional

Tabel 4. Tabel Definisi Operasional

No	Variabel	Unit	Skala
1.	Kelompok	1 : bengkel 2 : kontrol	Nominal
2.	Jumlah Mikronukleus	per 1000 sel	Rasio
3.	Usia	Tahun	Rasio
4.	Lama Paparan	Tahun	Rasio
5.	Status OHI-s	1 : cukup 2 : baik	Nominal

- a. Mikronukleus : merupakan inti sel tambahan berdiameter sepertiga dari diameter nukleus utama dan tampak setelah dilakukan pengecatan Feulgen-Rossenback.
- b. Oral hygiene indeks : Nilai kebersihan mulut yang didapat dari hasil penjumlahan Indeks Kalkulus dan Indeks Debris dengan penilaian² :
 - a. 0,1-0,2 berarti kebersihan mulut “baik”
 - b. 1,3-3,0 berarti kebersihan mulut “cukup”
 - c. 3,1-6,0 berarti kebersihan mulut “jelek”

4.6 Bahan dan Alat

4.6.1 Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat dan bahan untuk pengambilan spesimen sel epitel bukal subyek

1. Sikat sel



2. Air

b. Alat dan bahan untuk pembuatan preparat dan pengecatan

1. Gelas obyek
2. NaCl 0,09%
3. Metanol-asam asetat (3:1)
4. 5M HCl
5. Aquades
6. Reagen Schiff's
7. *Counterstained* Fast Green 1%
8. *Glass cover slip*

c. Alat dan bahan untuk penghitungan sel

1. Mikroskop cahaya (400x)
2. *Handy counter*

4.6.2 Jalannya Penelitian

a. Pengisian *informed consent*

1. Wawancara dilakukan untuk menanyakan kesediaan diri menjadi subjek penelitian dan data pribadi.
2. Subjek penelitian diminta untuk mengisi formulir *informed consent* setelah subyek diberi penjelasan mengenai penelitian secara lisan.

b. Pengambilan sel epitel mukosa bukal

1. Sebelum memulai pengambilan sampel, subyek diminta untuk berkumur dengan air putih satu gelas 250cc untuk menghilangkan debris di rongga mulut.
2. Tiap subjek diambil sediaan dengan metode *smear* menggunakan *cytobrush* (sikat sel) yang sudah dibasahi dengan air. Pengusapan dilakukan di mukosa bukal kanan dengan cara memutar sikat sel sekurang-kurangnya 360°.
3. Sikat sel lalu diusapkan pada gelas obyek agar sel menempel di gelas obyek tersebut. Pengusapan dilakukan dengan cara memutar sikat sel berlawanan dengan arah putaran pengusapan yang sebelumnya dilakukan pada mukosa bukal kanan.
4. Proses pengusapan mukosa dan pemindahan sel pada gelas obyek juga dilakukan pada mukosa bukal sebelah kiri.
5. Sel yang sudah diusap di gelas obyek diberi dua tetes NaCL 0,09% dan dibiarkan sampai kering.

6. Fiksasi dilakukan dengan merendam gelas obyek tersebut dalam larutan metanol-asetat (3:1).

c. Pengecatan preparat

1. Pengecatan dilakukan dengan metode modifikasi reaksi Feulgen-Rossenback.

2. Spesimen direndam dalam larutan 5M HCl pada suhu ruang selama 15 menit lalu dicuci dengan aquades selama 10-15 menit.

3. Selanjutnya spesimen diwarnai dengan reagen Schiff selama 90 menit dilanjutkan dengan pewarnaan Fast Green 1% selama 1 menit.

d. Interpretasi sel dan penghitungan sel

1. Spesimen kemudian diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop cahaya (200x).

2. Dalam satu preparat setidaknya didapat hasil swab sejumlah 1000 sel setiap individu.

3. Sebelum menginterpretasi mikronukleus, sel yang dimasukkan dalam kriteria perhitungan harus memiliki parameter tertentu untuk bisa dilakukan skoring.

4. Parameter yang harus terpenuhi yaitu :

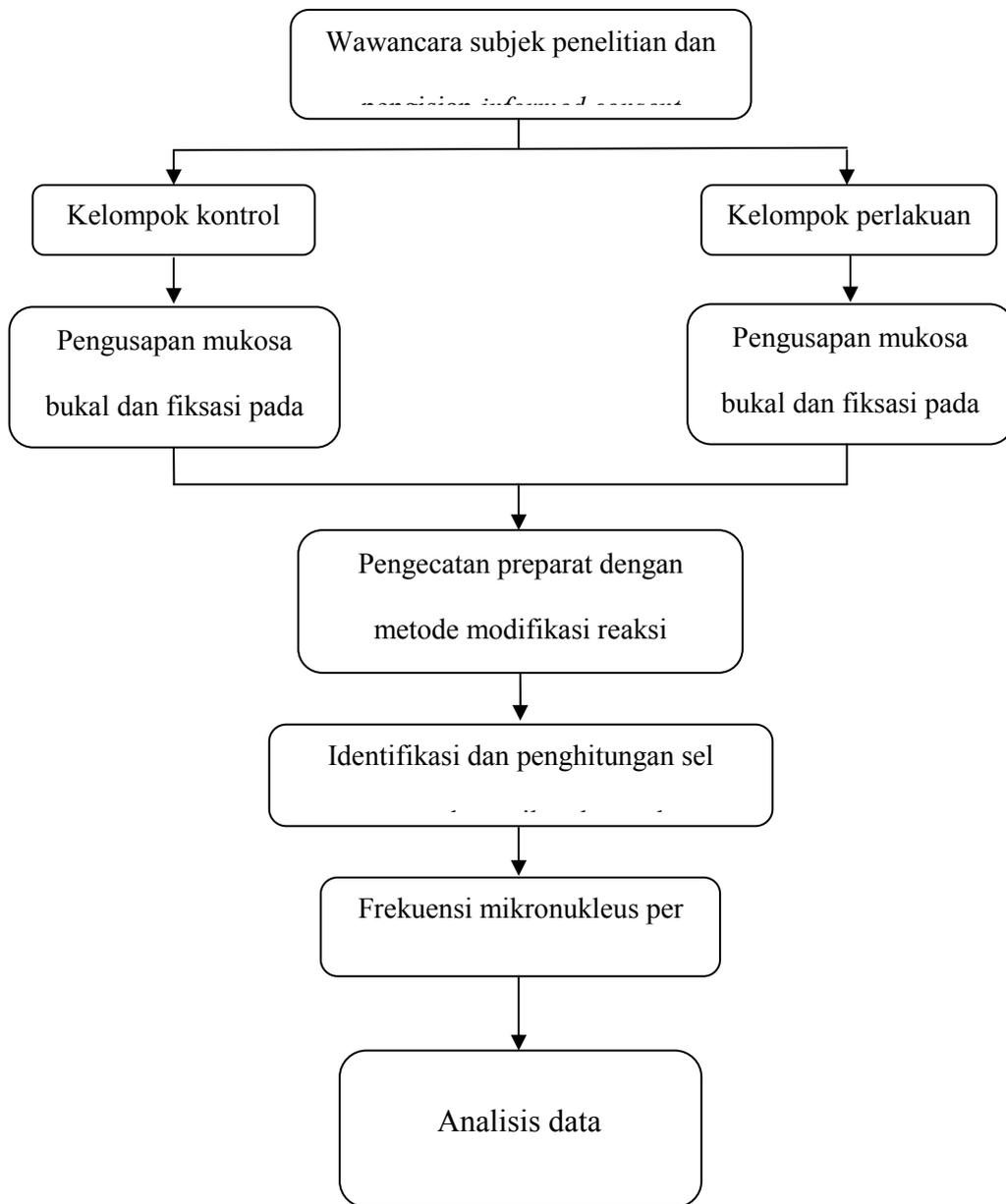
- a. Sitoplasma sel masih utuh dan posisi sel dalam preparat relatif datar.
 - b. Sel yang diamati sedikit atau tidak bertumpukan dengan sel disebelahnya
 - c. Nukleus normal dan utuh, perimeter nuklear halus, dan berbatas jelas
 - d. Preparat mengandung sedikit atau tidak ada debris sama sekali
5. Kriteria yang digunakan untuk mengidentifikasi mikronukleus pada sel antara lain :
- a. Perimeter nukleus bulat dan halus
 - b. Ukurannya kurang dari sepertiga diameter nukleus tetapi cukup besar untuk bisa dilihat baik bentuk maupun warnanya.
 - c. Pewarnaan Feulgen positif (nukleus berwarna merah muda dengan sedikit iluminasi)
 - d. Intensitas warna dan teksturnya mirip dengan nukleus
 - e. Inti sel tidak bertumpukan dan seolah memiliki jembatan dengan nukleus
6. Mikronukleus yang teridentifikasi dan sesuai kriteria diatas dihitung dengan menggunakan *handy counter*. Frekuensi mikronukleus ditulis dalam satuan per 1000 sel yang dihitung.

7. Anomali nukelus yang lain selain mikronukleus seperti nukleus piknotik, karyolisis, karyoreksis, *nuclear bud (broken eggs)*, dan *binucleated* tidak dihitung.

e. Analisis data

Analisis data dengan menggunakan uji T independen dengan program SPSS 12 dan apabila terdapat perbedaan bermakna, dilanjutkan dengan uji korelasi antara lama paparan dengan frekuensi pembentukan mikronukleus pada kelompok mekanik bengkel motor.

4.7 Alur Penelitian



4.8 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh untuk masing-masing responden dalam formulir pencatatan data yang ada, ditabulasi kemudian dilakukan analisis statistik melalui proses :

a. Penyuntingan

Bertujuan untuk mengoreksi data, meliputi kebenaran dan kelengkapan pencatatan. Penyuntingan dilakukan di tempat pengumpulan data agar apabila terjadi kesalahan atau kekurangan dapat segera dilakukan perbaikan.

b. Tabulasi dan Pengelompokan data

Data yang terkumpul dipindahkan ke dalam tabel dan dikelompokkan sesuai variabel penelitian.

c. Analisis Data

Data hasil penelitian adalah rerata jumlah sel mikronukleus kelompok terpapar dan kontrol yang akan dimasukkan kedalam data komputer dan disajikan dalam bentuk tabel. Data dari kelompok perlakuan tersebut dianalisis normalitasnya dengan Kolmogorov smirnov. Bila distribusi datanya normal, dilakukan analisis statistik parametrik Uji T independen, sedangkan bila distribusi datanya tidak normal, dilakukan analisis statistik nonparametrik Mann- whitney.

Selanjutnya, apabila terdapat perbedaan bermakna antara kelompok mekanik bengkel motor dan kontrol, dilakukan uji Korelasi antara lama paparan dan frekuensi pembentukan mikronukleus pada kelompok mekanik bengkel motor. Nilai kemaknaan atau signifikansi uji ini apabila nilai $p < 0,05$ (tingkat kepercayaan 95%). Semua analisis statistik tersebut dilakukan dengan menggunakan program SPSS 12.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

Jumlah sampel keseluruhan yang diteliti 70 preparat, yang terdiri dari 35 sampel dari kelompok mekanik bengkel motor dan 35 sampel dari kelompok kontrol. Namun dari hasil pengamatan, diperoleh sampel yang dapat dihitung jumlah mikronukleusnya berjumlah 32 dari kelompok mekanik bengkel motor dan 34 dari kelompok kontrol. Adapun tiga buah sampel dari kelompok mekanik bengkel motor dan satu buah sampel dari kelompok kontrol yang dinyatakan *drop out* karena dalam preparat tersebut jumlah sel nya kurang dari seribu. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kesalahan pada saat proses transportasi sampel dimana sampel tersebut terkena tetesan air hujan sebelum dilakukan fiksasi sehingga sel-sel dalam preparat apusan rusak. Air hujan mempunyai nilai osmolaritas di bawah cairan intrasel sehingga apabila sel terkena air hujan maka air hujan akan tertarik kedalam intrasel, kemudian sel dapat mengalami lisis atau pecah.²⁶ Jumlah ini masih memenuhi kriteria sampel minimal yang didasarkan pada perhitungan yaitu 30 sampel dari masing-masing kelompok.

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap 32 sampel kelompok mekanik bengkel motor dan 34 sampel kelompok kontrol, didapatkan rata-rata jumlah mikronukleus kelompok mekanik bengkel motor 11,375 per 1000 sel dengan standar deviasi 3,824 dan kelompok kontrol 5,323 per 1000 sel dengan standar deviasi 2,555. Standar deviasi adalah rerata selisih tiap data terhadap rerata keseluruhan data tersebut.

Setelah dilakukan uji normalitas Kolmogorov-smirnov terhadap masing-masing kelompok didapatkan nilai signifikansi 0,302 untuk kelompok mekanik bengkel motor dan 0,648 untuk kelompok kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi data adalah normal ($p > 0,05$) walaupun terdapat satu nilai ekstrim pada kelompok mekanik bengkel motor. Nilai ekstrim adalah nilai dari data yang selisihnya jauh dari rerata dan mempunyai z score ≥ 2 atau ≤ -2 .

Tabel 6. Tabel Uji Normalitas

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov (normalitas)	
		N	p
Frekuensi mikronukleus	Mekanik bengkel motor	32	0.302
	Kontrol	34	0.648

Berdasarkan hasil tersebut maka dilakukan uji parametrik t independen. Uji t independen dipilih karena sampel berjumlah besar, kedua kelompok sampel tidak berhubungan satu sama lain, dan distribusi data tiap kelompok adalah normal.²⁷

Dari hasil uji t tes independen, didapatkan nilai $p=0,000$ ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan bermakna antara rerata frekuensi mikronukleus kelompok mekanik bengkel motor dan kontrol sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian diterima.

Tabel 7. Tabel Hasil Uji T Independent Terhadap Kelompok Mekanik Bengkel Motor Dan Kontrol

	n	Rerata ± S.D	p
Mekanik bengkel motor	32	11,375 ± 3,824	0,000
Kontrol	34	5,323 ± 2,555	

Selanjutnya dilakukan uji Korelasi Pearson antara lama paparan dan frekuensi pembentukan mikronukleus pada kelompok mekanik bengkel motor. Berdasarkan hasil perhitungan uji korelasi Pearson didapatkan nilai korelasi 0,305 dengan signifikansi 0,090 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan lama paparan tidak berkorelasi secara signifikan terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus.

Tabel 8. Tabel Hasil Uji Korelasi Pearson

	Lama Paparan	Frekuensi Mikronukleus
Pearson	Lama Paparan	1
	Frekuensi Mikronukleus	0,305
		1
p		0,090

PEMBAHASAN

Mekanik bengkel motor di Indonesia umumnya berasal dari keluarga menengah kebawah dan tingkat pendidikan yang kurang, sehingga pengetahuannya tentang kesehatan sangat minimal. Hal ini menyebabkan kesadaran para mekanik bengkel motor terhadap kesehatan tubuhnya rendah, misalnya tidak pernah memakai masker saat bekerja. Pekerjaan sebagai mekanik bengkel motor mengharuskan semua pekerjanya untuk selalu terpapar emisi kendaraan. Emisi kendaraan ini berasal dari lingkungan sekitar bengkel dan juga dari kendaraan bermotor yang sedang diperbaikinya. Ketika mekanik bengkel sedang memperbaiki kendaraan bermotor, ia harus melakukan penyetelan karburator, dimana hal ini mengharuskan mesin dinyalakan dan pekerja tersebut duduk berdekatan dengan kendaraan yang sedang diperbaikinya. Hal ini dapat terjadi berulang-ulang selama ia bekerja sehingga pekerja tersebut terpapar emisi kendaraan secara terus menerus. Selain itu mekanik bengkel motor juga terpapar emisi kendaraan dari kendaraan di sekitarnya karena bengkel biasanya terletak di pinggir jalan yang ramai lalu lintasnya.

Emisi kendaraan bermotor mengandung zat-zat berbahaya yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bagi tubuh manusia. Salah satu sifat berbahaya dari emisi kendaraan adalah genotoksisitas, yaitu substansi yang memiliki kemampuan merusak susunan gen atau bahkan merusak kromosom dalam tubuh manusia. Substansi genotoksik yang terdapat dalam emisi kendaraan adalah PAH dan timbal. Substansi tersebut dihasilkan dari pembakaran mesin yang tidak

sempurna. Apabila substansi tersebut dilepaskan ke udara, maka ada kemungkinan terhirup oleh sistem pernapasan manusia dan mengendap di rongga hidung dan mulutnya. Bila terjadi akumulasi substansi genotoksik dalam tubuh, zat tersebut akan merusak susunan gen dan dapat bermanifestasi sebagai mikronukleus.⁶

Orang yang dalam pekerjaannya sehari-hari selalu terpapar oleh substansi genotoksik, akan mengalami kerusakan sel yang lebih banyak daripada orang yang tidak terpapar secara terus menerus. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengamatan dimana rerata mikronukleus kelompok mekanik bengkel motor 11,375 lebih tinggi dari kelompok yang tidak bekerja sebagai pekerja bengkel dan tidak terpapar substansi genotoksik secara terus menerus 5,323 dan berbeda secara bermakna ($p=0,000$). Walaupun frekuensi pembentukan mikronukleus pada mekanik bengkel motor lebih tinggi dibanding orang yang kurang terpapar emisi kendaraan, tetapi peningkatan frekuensi mikronukleus tersebut tidak berkorelasi secara signifikan dengan lama paparan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena sampel yang diteliti mempunyai rentang lama paparan yang tidak terlalu jauh, sehingga tidak cukup untuk menunjukkan hasil yang signifikan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya seperti penelitian Gilka J. yang mendapatkan hasil bahwa frekuensi pembentukan mikronukleus pada pekerja stasiun pengisian bahan bakar minyak methanol lebih tinggi dibandingkan kelompok yang tidak bekerja pada stasiun pengisian bahan bakar dengan methanol. Dalam penelitian tersebut dikaji mengenai pengaruh paparan uap methanol yang bertindak sebagai zat genotoksik yang terhirup setiap

hari oleh pekerja stasiun pengisian bahan bakar minyak yang mulai memperkenalkan methanol sebagai bahan bakar alternatif.¹⁰

Hasil serupa juga didapatkan pada penelitian Rajkokila di India yang mengkaji mengenai kelainan nukleus pada sel mukosa rongga mulut pada pekerja stasiun pengisian bahan bakar minyak. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa orang yang bekerja di stasiun pengisian bahan bakar minyak mempunyai frekuensi kelainan nukleus yang lebih tinggi dibanding kelompok yang tidak bekerja di stasiun pengisian bahan bakar minyak. Dalam penelitian tersebut uap bahan bakar minyak adalah substansi genotoksik yang mempengaruhi frekuensi kelainan nukleus. Penelitian ini juga mengkaji bentuk-bentuk kelainan nukleus seperti *binucleated cell*, *cell bud*, *fragmented cell* dan mikronukleus.¹¹

Hasil penelitian ini memperkuat kesimpulan penelitian Gilka J. dan Rajkokila yang menyatakan bahwa substansi genotoksik yang terhirup secara terus menerus mampu menimbulkan kerusakan inti sel dan dapat bermanifestasi sebagai mikronukleus atau bentuk kelainan inti sel yang lain. Selain itu hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa asap kendaraan yang dihasilkan dari pembakaran mesin yang tidak sempurna akan menghasilkan substansi genotoksik yang mampu merusak gen manusia dalam kehidupan secara nyata. Apabila paparan substansi genotoksik ini berlangsung secara terus menerus dalam waktu yang lama, maka kerusakan gen yang dialami orang yang terpapar substansi genotoksik tersebut akan semakin banyak. Selain itu, sel yang telah mengalami kerusakan juga akan terus bereplikasi sehingga jumlah sel yang rusak akan semakin bertambah banyak. Sel yang mengalami kerusakan nukleus ini berpotensi

menghasilkan protein yang salah atau dapat tumbuh secara berlebihan sehingga berpotensi menimbulkan kanker rongga mulut. Namun hal ini masih perlu dikaji ulang dan memerlukan penelitian lebih lanjut agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel perancu seperti tingkat kebersihan mulut dan usia. Variabel-variabel tersebut harus disetarakan untuk memperkecil kesalahan. Tingkat kebersihan mulut disetarakan dengan pemilihan sampel dengan kriteria *Oral Hygiene Index* (OHI-s) minimal “cukup”. Hal ini dilakukan karena diperkirakan tingkat kebersihan mulut berpotensi mempengaruhi hasil dan dianggap orang dengan kriteria OHI-s “cukup” tidak mengalami kerusakan sel rongga mulut secara berarti. Orang yang tidak rutin menjaga kebersihan mulutnya kemungkinan akan mengalami kerusakan sel rongga mulut karena banyaknya flora dalam mulutnya sehingga kerusakan inti sel bukan karena paparan substansi genotoksik melainkan karena faktor kebersihan mulut.

Usia juga disetarakan dalam penelitian ini dengan mengambil sampel yang berusia antara 20-40 tahun. Hal ini dilakukan karena dikhawatirkan sampel dengan usia di atas 40 tahun akan mengalami kerusakan sel rongga mulut karena faktor penuaan dan degenerasi sehingga pengukuran menjadi tidak valid. Sedangkan sampel dengan usia di bawah 20 tahun juga tidak dipilih karena dianggap belum lama masa kerjanya sehingga paparan substansi genotoksik yang dialaminya belum cukup menimbulkan perubahan inti sel secara signifikan.

Faktor lain yang berpotensi mempengaruhi hasil adalah kebiasaan makan. Orang yang sering mengonsumsi makanan dengan zat-zat tambahan seperti

pengawet, pewarna, dan perasa buatan, mempunyai potensi juga untuk terjadi akumulasi zat-zat tersebut dalam tubuh termasuk rongga mulutnya sehingga diperkirakan berpotensi merusak inti sel rongga mulutnya. Hal ini dikhawatirkan dapat mengurangi validitas penelitian. Namun karena kompleksitas kriteria yang diperlukan untuk menyingkirkan faktor ini maka tidak dilakukan penyetaraan terhadap sampel dan dianggap sampel seragam dalam hal pola makan.

Faktor-faktor perancu yang telah disebutkan di atas masih terbatas prediksi peneliti dan belum dilakukan penelitian mengenai efeknya secara nyata dalam mempengaruhi frekuensi pembentukan mikronukleus rongga mulut.

Hasil penelitian ini mampu menunjang perkembangan penelitian biomarker penyakit kanker rongga mulut karena apabila mikronukleus dapat dijadikan standar baku pemeriksaan dini penyakit kanker rongga mulut, akan banyak keuntungan yang diperoleh yaitu, mudah dilakukan, aman, tidak memerlukan alat canggih, dan biaya yang terjangkau. Namun hal ini juga masih perlu penelitian uji diagnostik lebih lanjut agar dapat diperoleh hasil yang akurat.

BAB 7

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh paparan emisi kendaraan bermotor pada mekanik bengkel motor terhadap peningkatan frekuensi pembentukan mikronukleus dibandingkan kelompok pekerja yang kurang terpapar emisi kendaraan dalam pekerjaannya.

7.2 Saran

Penelitian ini hanya mengkaji pengaruh paparan emisi kendaraan terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus mekanik bengkel motor dan tidak meneliti mengenai pengaruh peningkatan frekuensi mikronukleus terhadap kesehatan rongga mulut seperti kejadian kanker rongga mulut. Sebaiknya dilakukan penelitian kohort mengenai efek peningkatan mikronukleus terhadap kesehatan rongga mulut sehingga dapat memperluas cakupan ilmu kedokteran terutama bidang gigi dan mulut.

Perlu dilakukan pula pengkajian terhadap efek rokok terhadap frekuensi mikronukleus karena sebagian besar mekanik bengkel motor adalah perokok, baik pasif maupun aktif. Selain itu juga perlu dilakukan pengkajian terhadap pengaruh faktor perancu seperti usia responden, higienitas rongga mulut dan kebiasaan makan terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus rongga mulut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Luiz C, Jose C. Basic Histology text & atlas. 11th ed. Sao Paulo:Departement of Cell & Developmental Biology Instituteof Biomedical Science Sao Paolo Brazil.2005:256-277
2. Garant PR. Oral Cells and Tissues.Quintessence Book.2003:81-123
3. Avery JK. Oral Development and Histology. 3rd ed. Thieme.2002:172-189
4. Sequier and Brogden. Human Oral Mucosa : Development, Structure and Function. West Sussex :Wiley-Blackwell. 2011:19-59
5. Bath-Balogh and Fehrenbach. Illustrated Dental Embriology, Histology, and Anatomy 3rd ed.WB. Saunders Company.2006:26-25
6. Nina H, Claudia B, Micheline K, Stefano B, Errol Z, Siegfried K. The micronucleus assay in human buccal cell as a tool for biomonitoring DNA damage : The HUMN project perspective on current status and knowledge gaps.Elsevier.2008:16-30
7. Dorland W. Kamus Kedokteran edisi 29. Jakarta.EGC.2002:910
8. Garcia-Leston J. Genotoxic effect of lead : an updated review. Environmental International.2010:36(6).623-636
9. Wattana S, Wittayalertpanya S. Detection of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure from automobile exhaust fumes using urinary 1-hydroxypyrene level as an index. J Med Assoc Thai. 2004 :87(2).233-238.

10. Gilka J, Lais A, Marcilia A, Pedro H. Frequency of oral mucosa micronuclei in gas station operators after introducing methanol. University of Sao Paulo Brazil: Sao Paulo. 2001:51(2).107-113
11. Rajkokila, Shajithanoop, Usharani. Nuclear anomalies in exfoliated buccal epithelial cell of petrol station attendants in Tamilnadu, South India. J Med Genetics and Genomics. 2010: 2(2).18-22
12. John V. Genetic stability and instability in tumours. West Sussex: Ellis Horwood Limited. 1990:9-18
13. Erik W. Cell genotoxicity. West Sussex: Ellis Horwood Limited. 1990:130-157
14. Razif M dan Sukatma. Laju peningkatan konsentrasi timbal (Pb) dalam darah hewan uji mencit (*Mus musculus*) di bengkel otomotif. Berkas Penelitian Hayati. 2004:9.143-146
15. Pertamina [homepage on the internet].c2011. available from <http://www.pertamina.com/index.php/detail/read/premium>
16. Hartwig, Regina S, Detmar B. Indirect mechanism of lead-induced genotoxicity in cultured mammalian cells. Biochemistry Group, Department of Biology and Chemistry, University of Bremen: Bremen. 2002:241(1).75-82
17. Lyn P. Lead Toxicity part II: The role of free radical damage and the use of antioxidants in the pathology and treatment of lead toxicity. Alternative Medicine Review. 2006:11(2).114-127

18. Dizdaroglu M. Free radical-induced damage to DNA: mechanism and measurement. Chemical Science and Technology Laboratory, National Institute of Standards and Technology.Pubmed:Gaithersburg.2002:154-163
19. Mahler BJ, Van Metre PC, Bashara TJ, Wilson JT, and Johns DA. Parking lot sealcoat: An unrecognized source of urban PAHs: Environmental Science and Technology.2005:39(15). 5560-5566
20. National Academic Press. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon : evaluation of sources and effect.Washington D.C:Comitee on Pyrene and selected analogues board on toxicology and environmental health hazard comission on life science national research council. 1983:1-52
21. Jiunn HL, Anthony H L. Role of Pharmacokinetics and Metabolism in Drug Discovery and Development.Departement of Drug Metabolism, Merck Research Laboratory:West point.1997:49(4).422-423
22. Shou M, Gonzalez FJ, Gelboin HV. Stereoselective epoxidation and hydration at the K-region of polycyclic aromatic hydrocarbons by cDNA-expressed cytochromes P450 1A1, 1A2, and epoxide hydrolase. Biochemistry. 1996:35(49).15807-15813
23. Badan Pusat Statistik[homepage on the internet].c2012.available from yogyakarta.bps.go.id/statistik-menurut-subyek/transportasi.html
24. Badan Pusat Statistik[homepage on the internet].c2012.available from jateng.bps.go.id/statistik-menurut-subyek/transportasi.html

25. Cibelem I, Lilian L, Rita A, Maria G. Micronucleus test on gas station attendants. Universidade Catolica de Pelotas: Pelotas.2006:5(1).45-54

26. Guyton & Hall. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran 11th ed. Jakarta. EGC. 2007:4-10

27. Handoko R. Statistik Kesehatan. Jogjakarta. Mitra Cendekia Press Yogyakarta. 2008:49-55

LAMPIRAN 1

Tabel 9. Tabel Deskripsi Hasil Pengamatan Jumlah Mikronukleus Kelompok Bengkel dan Kontrol

	Keterangan	Statistic	Std. Error
Jumlah mikronukleus per 1000 sel	Mean	11,3750	,67613
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	9,9960 12,7540
	5% Trimmed Mean	11,2500	
	Median	10,0000	
	Variance	14,629	
	Bengkel Std. Deviation	3,82479	
	Minimum	5,00	
	Maximum	20,00	
	Range	15,00	
	Interquartile Range	5,75	
	Skewness	,567	,414
	Kurtosis	-,407	,809
	Mean	5,3235	,43820
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	4,4320 6,2150
	5% Trimmed Mean	5,3595	
	Median	5,0000	
	Variance	6,529	
	Kontrol Std. Deviation	2,55510	
	Minimum	1,00	
	Maximum	9,00	
Range	8,00		
Interquartile Range	5,00		
Skewness	-,141	,403	
Kurtosis	-1,228	,788	

LAMPIRAN 2

Tabel 10. Tabel Output SPSS Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Kelompok Bengkel

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Jumlah mikronukleus per 1000 sel
N		32
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	11,3750
	Std. Deviation	3,82479
	Absolute	,172
Most Extreme Differences	Positive	,172
	Negative	-,095
Kolmogorov-Smirnov Z		,971
Asymp. Sig. (2-tailed)		,302

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Tabel 11. Tabel Output SPSS Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Kelompok Kontrol

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Jumlah mikronukleus per 1000 sel
N		34
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	5,3235
	Std. Deviation	2,55510
	Absolute	,126
Most Extreme Differences	Positive	,113
	Negative	-,126
Kolmogorov-Smirnov Z		,738
Asymp. Sig. (2-tailed)		,648

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

LAMPIRAN 3

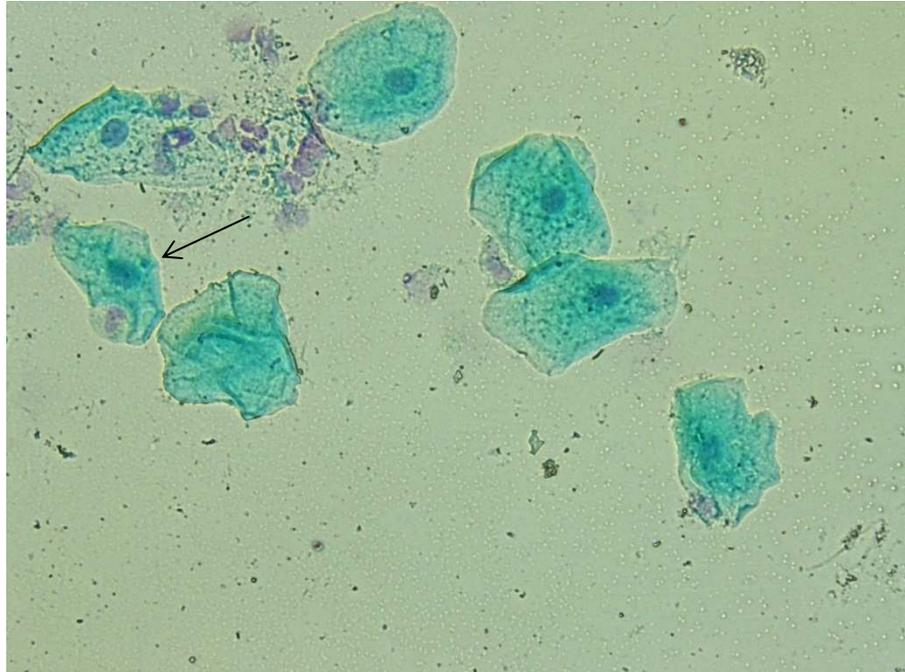
Tabel 12. Tabel Output SPSS Hasil Uji t Independent Frekuensi Pembentukan Mikronukleus

			Independent Samples Test	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
			Jumlah mikronukleus per 1000 sel	
Levene's Test for Equality of Variances	F		5,297	
	Sig.		,025	
	t		7,600	7,511
	df		64	53,623
t-test for Equality of Means	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	Mean Difference		6,05147	6,05147
	Std. Error Difference		,79627	,80571
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	4,46073	4,43585
		Upper	7,64221	7,66709

Tabel 13. Tabel Output SPSS Hasil Uji Korelasi Pearson

		Correlations	
		Lama Paparan	Jumlah mikronukleus per 1000 sel
Lama Paparan	Pearson Correlation	1	,305
	Sig. (2-tailed)		,090
	N	35	32
Jumlah mikronukleus per 1000 sel	Pearson Correlation	,305	1
	Sig. (2-tailed)	,090	
	N	32	32

LAMPIRAN 4



Gambar 5. Sel dengan Mikronukleus pada kelompok pekerja bengkel.



Gambar 6. Sel dengan Mikronukleus pada kelompok kontrol.

LAMPIRAN 5



Gambar 7. Reagen Pengecatan Fuelgen-Fast Green.



Gambar 8. Proses Fiksasi Preparat Dengan Methanol-Asetat

LAMPIRAN 6



Gambar 9. Proses Pengecatan Dengan Reagen Schiff



Gambar 10. Proses Pengecatan Preparat Dengan Reagen Fast Green 1%

BIODATA MAHASISWA

Identitas

Nama : Pandega Gama Mahardika
NIM : G2A008140
Tempat/tanggal lahir : Semarang, 14 Agustus 1990
Jenis kelamin : Laki-Laki
Alamat : Sanggung Utara I/117A
Nomor Telpon : (024)8319932
Nomor HP : 081901005080
e-mail : gama_thedoc@yahoo.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. SD :SD Aloysius Semarang Lulus tahun: 2002
2. SMP :SMP PL Domenico Savio Semarang Lulus tahun: 2005
3. SMA :SMA Kolese Loyola Semarang Lulus tahun: 2008
4. FKUNDIP : Masuk tahun: 2008

Keanggotaan Organisasi

1. Senat Mahasiswa Fakultas Kedokteran UNDIP Tahun 2008/2009
2. Komting PRMK angkatan 2008 Tahun 2011/2012

Pengalaman penelitian

1. Motivasi Dasar Siswa-Siswi Kelas X/XI SMA Kolese Loyola Untuk Menjadi Orator Tahun 2006
2. Pengaruh Paparan Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus di Mukosa Rongga Mulut Pada Mekanik Bengkel Motor Tahun 2012