

Hubungan antara Karakteristik Individu Dengan Degenerasi DNA Pada Pekerja Bengkel Pengecatan Mobil Surabaya

The Relationship between Individual Characteristics and DNA Degeneration in Surabaya Car Painting Workshop Workers

Siti Marifatul Ulubiah*¹, Abdul Rohim Tualeka¹

ABSTRAK

Latar Belakang: Kandungan pada komposisi cat maupun *thinner* terdapat Benzena, Toluena, dan Xylena (BTX). Beberapa metabolit BTX menghasilkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan dapat menyebabkan terjadinya stress oksidatif serta kerusakan genetik. Interaksi yang terjadi antara ROS dengan biomolekul salah satunya *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA) dapat menyebabkan terjadinya kerusakan DNA oksidatif. Konsentrasi BTX pada proses metabolisme di dalam tubuh dipengaruhi oleh karakteristik individu. Tingkat keparahan kerusakan DNA juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik individu antara lain usia, masa kerja, dan status merokok.

Tujuan: untuk menganalisis hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan mobil di Surabaya.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan analisis kuantitatif dan rancang bangun *cross sectional*. Sampel penelitian sebanyak 20 orang dengan metode *sampling* yaitu *total population sampling*. Penelitian dilakukan di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya. Variabel penelitian terdiri atas variabel independen (karakteristik individu meliputi usia, masa kerja, dan status merokok) dan variabel dependen (degenerasi DNA). Pengukuran karakteristik individu dilakukan dengan menggunakan kuesioner, sementara pengukuran degenerasi DNA dilakukan dengan menggunakan metode *real time Polymerase Chain Reaction* (PCR). Analisis variabel menggunakan tabel distribusi frekuensi, uji *coefficient contingency*, dan uji korelasi *point-biserial*.

Hasil: Hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA yaitu usia (kategori sedang dan berarah negatif), masa kerja (kategori sangat lemah dan berarah negatif), dan status merokok (kategori sangat lemah dan berarah positif).

Kesimpulan: Hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan mobil di Surabaya berada pada kategori sedang dan sangat lemah dengan arah positif maupun negatif. Meski hubungan yang terjadi tidak bersifat kuat, seharusnya pekerja mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan sebagai bentuk mengurangi keparahan degenerasi DNA. Selain itu, pihak industri atau pemilik bengkel pengecatan mobil sebaiknya menyediakan dan menganjurkan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) sebagai bentuk pencegahan terhadap pekerja. APD berfungsi untuk mengurangi paparan dimana konsentrasi paparan juga dapat mempengaruhi karakteristik individu terhadap degenerasi DNA.

Kata Kunci: Bengkel Pengecatan Mobil, Degenerasi DNA, Karakteristik Individu, Paparan BTX

ABSTRACT

Background: The composition of paint and thinner contains Benzene, Toluene, and Xylene (BTX). Some BTX metabolites produce *Reactive Oxygen Species* (ROS) production and can cause oxidative stress and genetic damage. The interactions that occur between ROS and biomolecules, one of which is *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA), can cause oxidative DNA damage. BTX concentration on metabolic processes in the body is influenced by individual characteristics. The severity of DNA damage can also be influenced by individual characteristics such as age, years of service, and smoking status.

Objective: to analyze the relationship between individual characteristics and DNA degeneration in car painting workshop workers in Surabaya.

Methods: This research is a descriptive observational study with quantitative analysis and cross sectional design. The research sample was 20 people with the sampling method, namely total population sampling. The research was conducted at the Kalijudan car painting workshop, Surabaya. The research variables consisted of the independent variable (individual characteristics including age, years of service, and smoking status) and the dependent variable (DNA degeneration). Individual characteristics were measured using a questionnaire, while DNA degeneration was measured using the real time Polymerase Chain Reaction (PCR) method. Variable analysis using frequency distribution table, contingency coefficient test, and point-biserial correlation test.

Results: The relationship between individual characteristics and DNA degeneration, namely age (moderate category and negative direction), years of service (very weak category and negative direction), and smoking status (very weak category and positive direction).

Conclusion: The relationship between individual characteristics and DNA degeneration in car painting workshop workers in Surabaya was in the moderate and very weak category with both positive and negative directions. Although the relationship was not strong, the industry or car painting workshop owners should provide and recommend the use of Personal Protective Equipment (PPE) as a form of prevention for workers.

Keywords: BTX Exposure, Car Painting Workshop, DNA Degeneration, Individual Characteristics

*Koresponden:

Abdul Rohim Tualeka

inzut.tualeka@gmail.com

¹Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya 60115, Indonesia

PENDAHULUAN

Lingkungan bengkel pengecatan mobil terdapat beberapa bahan kimia dari komposisi cat atau *thinner* antara lain Benzena, Toluena, Xylen dan bahan kimia lainnya (Noerhalimah, 2019). Paparan BTX yang merupakan golongan hidrokarbon aromatik paling banyak dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi (Villalba-campos *et al.*, 2016). BTX merupakan *Volatile Organic Compound* (VOC) dengan yang paling banyak digunakan yaitu golongan pelarut (Handoyo dan Wispriyono, 2016). Paparan BTX untuk waktu yang lama dengan konsentrasi yang tinggi bahkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) di tempat kerja dapat menyebabkan kerusakan pada sumsum tulang belakang, kerusakan DNA, dan kerusakan pada sistem imunitas (Handoyo dan Wispriyono, 2016).

Beberapa metabolit BTX dapat menghasilkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan dapat menyebabkan terjadinya stress oksidatif serta kerusakan genetik (Villalba-campos *et al.*, 2016). Paparan BTX di tempat kerja dapat menginduksi kerusakan genotoksik pada DNA dan kromosom (Villalba-campos *et al.*, 2016). ROS berinteraksi dengan biomolekul salah satunya yaitu DNA sehingga terjadi kerusakan DNA (Widianingrum, 2020). Kondisi kerusakan DNA lebih parah pada *single strand break* (salah satu untai DNA mengalami putus) dan *double strand break* (kedua untai DNA dalam kondisi putus) (Astuti, Anggraito dan Syaifudin, 2018).

Tingkat kerusakan DNA dipengaruhi oleh sumber radikal bebas yaitu sumber endogen dan sumber eksogen (Söylemez *et al.*, 2012). Sumber edogen berasal dari produk metabolisme sel toksik (ROS), sementara sumber eksogen berasal dari sinar UV, ion radiasi, dan zat kimia (Widianingrum, 2020). Kerusakan DNA oksidatif pada level kronis dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kegagalan pada perbaikan DNA (Kuang *et al.*, 2021).

Kerusakan DNA dapat terlihat dengan terjadinya perubahan struktur pada DNA baik gula, basa, ikatan hidrogen, atau bahkan rantai DNA (Darlina *et al.*, 2021). Kerusakan pada DNA dapat menyebabkan pertumbuhan sel kanker yang sebelumnya terjadi mutasi (Morihito *et al.*, 2017). Sel yang dapat mengalami kerusakan DNA yaitu sel germinal dan sel somatik (Krisdiantari, 2018).

Bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya merupakan salah satu bengkel pengecatan mobil di Surabaya yang bersifat semi *indoor*. Jam kerja pekerja di bengkel pengecatan mobil Kalijudan yaitu 8 jam sehari dengan 6 hari kerja dalam satu minggu. Jumlah pekerja sebanyak 20 orang dengan jenis pekerjaan yaitu pengecatan, pendempulan, dan pengamplasan. Dengan demikian, bengkel pengecatan mobil Kalijudan memiliki 3 area proses kerja.

Area proses kerja yang terdapat di bengkel pengecatan mobil Kalijudan antara lain ruang pengecatan, pendempulan, dan pengamplasan. Ventilasi yang terdapat pada ruang pengecatan menggunakan *exhaust* dengan posisi menghadap ke arah luar bangunan. Sedangkan ventilasi yang digunakan di ruang pendempulan dan pengamplasan menggunakan *blower* serta jaring yang terbuat dari kawat. Bangunan pada bengkel ini bersifat

semi permanen dengan tembok bangunan yang hanya setengah bagian sehingga dapat dimanfaatkan sebagai ventilasi juga.

Ketersediaan APD di bengkel pengecatan mobil Kalijudan kurang memadai. APD berfungsi sebagai bentuk pencegahan paparan bahan kimia terhadap pekerja. APD yang tersedia yaitu masker medis atau masker bedah yang diketahui kurang tepat untuk perlindungan pekerja dari paparan bahan kimia. Selain itu, masih terdapat pekerja yang tidak menggunakan masker yang telah disediakan tersebut.

Pengukuran BTX di bengkel pengecatan mobil Kalijudan menunjukkan bahwa benzena dan toluene memiliki rata – rata yang melebihi NAB. Rata – rata benzena sebesar 1, 0364 ppm dan toluene sebesar 22, 841 ppm, sedangkan menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja menetapkan NAB benzena sebesar 0,5 ppm dan toluena sebesar 20 ppm. Hal itu menunjukkan bahwa paparan benzena dan toluene di bengkel pengecatan mobil Kalijudan perlu untuk diperhatikan karena melebihi NAB sehingga dapat mempengaruhi kesehatan pekerja.

Konsentrasi BTX pada proses metabolisme di dalam tubuh dipengaruhi oleh karakteristik individu. Karakteristik individu juga dapat mempengaruhi terjadinya kerusakan DNA. Karakteristik individu merupakan faktor risiko dari manusia yang sangat berhubungan terhadap proses terbentuknya penyakit dan tergantung dari karakteristik pada setiap individu (Irwan, 2017). Faktor yang dapat mempengaruhi besaran risiko akibat paparan toluena antara lain usia, jenis kelamin, pola makan, karakteristik keluarga, gaya hidup, kondisi kesehatan, dosis atau konsentrasi paparan, lama kerja atau lama paparan, frekuensi paparan, dan rute paparan masuk dalam tubuh (ATSDR, 2017). Merokok merupakan faktor yang berpengaruh besar terhadap kerusakan DNA (Astuti, Anggraito dan Syaifudin, 2018). Usia merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kadar 8 – OHdG (biomarker kerusakan DNA) (Utami, 2012).

Karakteristik individu berperan dalam mempengaruhi degenerasi DNA pekerja melalui proses metabolisme paparan zat dalam tubuh. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan mobil di Surabaya. Pada lokasi tersebut terdapat paparan zat kimia berbahaya seperti BTX yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi pemilik tempat kerja agar lebih memperhatikan paparan BTX di tempat kerja dengan memberikan tindak lanjut dan evaluasi yang bermanfaat bagi kesehatan pekerja, bagi pekerja mendapatkan informasi sehingga dapat lebih berhati – hati dalam bekerja sehingga dapat mengurangi paparan yang masuk ke dalam tubuh, dan bagi peneliti dapat mengembangkan pengetahuan terkait ilmu toksikologi industri.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan menggunakan analisis kuantitatif dan rancang bangun *cross sectional*. Penelitian ini telah dilakukan uji etik dengan No. 605/HRECC.FODM/IX/2019 oleh *Health Research Ethical Clearance Commission, Universitas Airlangga Faculty of Dental Medicine*.

Sampel penelitian sebanyak 20 orang yang merupakan pekerja pada bagian pengecatan, pendempulan, dan pengampelasan. Penentuan besar sampel dengan menggunakan metode pengambilan sampel yaitu *total population sampling*. Penelitian dilakukan di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya. Waktu pengambilan sampel untuk pengukuran degenerasi DNA dilakukan setelah kerja atau *end of shift*. Variabel penelitian terdiri atas variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen pada penelitian ini adalah karakteristik individu meliputi usia, masa kerja, dan status merokok. Sementara variabel dependen pada penelitian ini adalah degenerasi DNA.

Pengukuran karakteristik individu dilakukan dengan menggunakan kuesioner. Sementara pengukuran degenerasi DNA dilakukan dengan menggunakan metode *real time Polymerase Chain Reaction* yang dilakukan oleh Unit Pelaksana Teknis K3 Surabaya. Kemudian hasil akan dianalisis di *Institute of Tropical Disease* Universitas Airlangga. Sebelum dilakukan analisis *real time PCR*, dilakukan pengambilan sampel darah pada pekerja yang kemudian dilakukan ekstraksi DNA lalu analisis *real time PCR*. Untuk analisis *real time PCR* melalui beberapa tahap yaitu denaturasi inisial pada suhu 95°C, pengulangan sebanyak 40 kali pada tahap denaturasi 95°C, *annealing* 60 – 65°C, dan *elongation* 72°C, selanjutnya *melting programme* 95°C dan 68°C, dan terakhir *melting time*. Degenerasi DNA ditunjukkan dengan terjadinya perubahan struktur pada DNA.

Analisis variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan tabel distribusi frekuensi sebagai analisis univariat, sedangkan analisis bivariat menggunakan uji *coefficient contingency*, dan uji korelasi *point-biserial*. Uji *coefficient contingency* untuk menganalisis kuat hubungan antara kebiasaan merokok dengan degenerasi DNA. Uji korelasi *point-biserial* untuk menganalisis kuat hubungan antara usia dan masa kerja dengan degenerasi DNA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Individu Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Tabel 1 menunjukkan distribusi usia, masa kerja, dan status merokok pekerja di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya. Mayoritas pekerja berusia 19 tahun. Usia tertua yaitu 58 tahun sedangkan usia termuda yaitu 16 tahun. Rata – rata usia pekerja yaitu 36,5 tahun. Rata – rata pekerja memiliki masa kerja 9,03 tahun. Masa kerja paling sedikit yaitu 0,08 tahun. Sementara masa kerja paling lama yaitu 25 tahun. Untuk variabel status merokok, mayoritas pekerja merupakan perokok aktif (80%). Pekerja bengkel pengecatan mobil di Kalijudan, Surabaya yang mengalami degenerasi DNA yaitu 65%. Kondisi ini menunjukkan bahwa mayoritas pekerja mengalami degenerasi DNA.

Tabel 1. Distribusi Usia, Masa Kerja, Status Merokok, dan Degenerasi DNA pada Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Variabel	Jumlah	
	Jumlah	Persentase (%)
Usia (tahun)		
< 40	10	50
≥ 40	10	50
Masa Kerja (tahun)		
< 8	9	45
≥ 8	11	55
Status Merokok		
Merokok	16	80
Tidak merokok	4	20
Degenerasi DNA		
Degenerasi DNA	13	65
Tidak degenerasi DNA	7	35

Hubungan Antara Usia dengan Degenerasi DNA Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Pada tabel 2 tentang hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja di bengkel pengecatan mobil. Nilai Kalijudan, Surabaya koefisien korelasi pada hubungan antara usia dengan degenerasi DNA yaitu -0,524 yang menunjukkan bahwa hubungan yang ada terdapat dalam kategori kuat dengan arah negatif atau berlawanan arah. Dengan demikian, apabila terjadi peningkatan usia pekerja maka semakin kecil risiko terjadinya degenerasi DNA pada pekerja bengkel.

Usia dapat mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap paparan zat kimia. Terjadi penurunan faal organ tubuh pada usia lanjut sehingga dapat mempengaruhi metabolisme dan penurunan kerja (Darwis, Mubarak dan Anita, 2017). Semakin lanjut usia seseorang maka dapat menurunkan kemampuan vital organ tubuh sehingga semakin besar risiko terpapar zat toksik (Ekaputri dan Oginawati, 2012). Semakin tua usia seseorang maka kemampuan sistem metabolisme dalam tubuh akan menurun (Faradisha, 2018).

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara usia dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sedang dan berarah negatif. Semakin bertambahnya usia pekerja maka tidak mengalami degenerasi DNA, begitu juga sebaliknya. Hubungan yang terjadi pada variabel ini dalam kategori sedang karena nyatanya terdapat pekerja yang berusia lebih banyak (misalnya 55 tahun) mengalami degenerasi DNA sementara yang usianya sedikit atau lebih muda (misalnya 30 tahun) tidak mengalami degenerasi DNA.

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Moro *et al.*, (2012) yang menunjukkan adanya hubungan positif antara usia dengan kerusakan DNA pada pekerja pengecatan yang terpapar zat toluene. Penuaan akan menginduksi stress oksidatif yang dapat menyebabkan terjadinya degenerasi DNA (Thanan *et al.*, 2015). Seiring bertambahnya usia seseorang, stress oksidatif akan menyebabkan kerusakan sel yang menumpuk bertahun – tahun sehingga menyebabkan penyakit degeneratif, keganasan, dan kematian sel (Krisdiantari, 2018).

Berbeda dengan penelitian Moro *et al.*, (2012), penelitian ini menunjukkan adanya hubungan dengan arah negatif antara usia dengan degenerasi DNA. Hal tersebut dapat disebabkan karena jumlah sampel pada penelitian ini lebih kecil sehingga dapat mempengaruhi distribusi usia. Nilai 8 – OHdG yang merupakan salah satu biomarker degenerasi DNA juga dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin, pola hidup, sifat genetik, dan perbedaan kemampuan metabolisme serta perbaikan kerusakan DNA (Utami, 2012; Indraprasta, Zulkarnain dan Ervianti, 2016).

Tabel 2. Hubungan antara Karakteristik Individu dengan Degenerasi DNA pada Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Karakteristik individu	Degenerasi DNA		Koefisien Korelasi
	Jumlah	Persentase (%)	
Usia (tahun)			
< 40	4	30,77	-0,524
≥ 40	9	69,23	
Masa Kerja (tahun)			
< 8	5	38,46	-0,179
≥ 8	8	61,54	
Status Merokok			
Merokok	11	84,62	0,155
Tidak merokok	2	15,38	
Total	13	100	-

Untuk mengetahui kuat hubungan yang terjadi pada antar variabel berdasarkan koefisien korelasi dapat menggunakan tabel interval kekuatan hubungan sebagai berikut :

Tabel 3 Interval Kekuatan Hubungan

Koefisien Korelasi	Kuat Lemahnya Korelasi
0	Tidak ada hubungan
0 – 0,25	Sangat lemah
0,25 – 0,50	Sedang
0,50 – 0,75	Kuat
0,75 – 0,99	Sangat kuat
1	Sempurna

Sumber : Sarwono, J dalam Siregar (2018)

Hubungan Antara Masa Kerja dengan Degenerasi DNA Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Pada tabel 2 tentang hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya. Nilai koefisien korelasi pada hubungan antara masa kerja dengan degenerasi DNA yaitu -0,179 yang menunjukkan bahwa hubungan dalam kategori sangat lemah dan berarah negatif atau berlawanan arah. Dengan demikian, apabila terjadi peningkatan masa kerja pada pekerja maka semakin kecil risiko terjadinya degenerasi DNA pada pekerja bengkel.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara masa kerja dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sangat lemah dan berarah negatif. Pekerja yang memiliki masa kerja lebih sedikit mengalami degenerasi DNA, sementara pekerja yang memiliki masa kerja lebih lama tidak mengalami degenerasi DNA meski dalam hubungan yang sangat lemah. Hubungan yang sangat lemah tersebut dapat terjadi karena nyatanya terdapat pekerja yang memiliki masa kerja lama namun mengalami degenerasi DNA, begitu juga sebaliknya yang memiliki masa kerja sedikit justru tidak mengalami degenerasi DNA. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa kemungkinan terdapat faktor lain selain masa kerja yang berhubungan dengan degenerasi DNA.

Penelitian Darlina et al., (2018) menunjukkan bahwa kerusakan DNA tidak dipengaruhi oleh masa kerja. Menurut Darlina et al., (2018), konsentrasi atau kadar zat paparan lebih berpengaruh dalam mempengaruhi degenerasi DNA. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4 yang menjelaskan bahwa terdapat pekerja dengan masa kerja kurang dari 8 tahun namun terpapar zat BTX yang melebihi NAB. Tabel 4 menjelaskan bahwa terdapat jumlah pekerja dengan masa kerja kurang dari 8 tahun namun terpapar zat benzena lebih banyak daripada pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 8 tahun. Kemudian juga terdapat pekerja yang memiliki masa kerja kurang dari 8 tahun namun terpapar zat toluena yang melebihi NAB.

Tabel 4 Distribusi Frekuensi antara Masa Kerja dengan Paparan Zat BTX DNA pada Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Masa Kerja (taun)	Konsentrasi					
	Benzena		Toluena		Xylen	
	≥ NAB	< NAB	≥ NAB	< NAB	≥ NAB	< NAB
< 8	9	0	5	4	0	9
≥ 8	8	3	10	1	0	11
Total	17	3	15	5	0	20

Berbeda dengan penelitian ini, Kianmehr et al., (2016) justru menunjukkan bahwa hubungan antara tingkat keparahan kerusakan DNA dan durasi paparan dalam kategori kuat dan berarah positif. Semakin lama seseorang bekerja maka semakin besar risiko terpapar zat kimia ke dalam tubuh pekerja (Darwis, Mubarak dan Anita, 2017). Semakin besar risiko paparan, maka konsentrasi paparan dalam tubuh akan semakin tinggi sehingga efek dari paparan yang dihasilkan juga akan tinggi (Pratamasari, Setyopranoto dan Soebijanto, 2016).

Hubungan Antara Status Merokok dengan Degenerasi DNA Pekerja di Bengkel Pengecatan Mobil Kalijudan, Surabaya

Pada tabel 2 tentang hubungan antara karakteristik individu dengan degenerasi DNA pada pekerja di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya. Hasil uji hubungan antara status merokok dengan degenerasi DNA pada pekerja di bengkel pengecatan mobil Kalijudan, Surabaya menunjukkan nilai koefisien korelasi 0,155. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kuat hubungan antara kedua variabel tersebut dalam kategori sangat lemah dan berarah positif.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara status merokok dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sangat lemah dan berarah positif. Pekerja yang merokok mengalami degenerasi DNA, sementara pekerja yang tidak merokok tidak mengalami degenerasi DNA meski dalam hubungan yang sangat lemah. Hubungan yang sangat lemah tersebut dapat terjadi karena nyatanya terdapat pekerja yang merokok namun tidak mengalami degenerasi DNA, begitu juga sebaliknya yang tidak merokok justru mengalami degenerasi DNA meski dalam jumlah yang sama dengan pekerja tidak merokok tidak mengalami degenerasi DNA. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa kemungkinan terdapat faktor lain selain status merokok yang berhubungan dengan degenerasi DNA, yaitu perokok pasif atau ikut menghirup asap rokok. Menurut Suzuki (2007) dalam Handoyo dan Wispriyono, (2016) bahwa salah satu sumber pajanan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) ke manusia yaitu perokok pasif, dimana BTX merupakan senyawaan PAH.

Penelitian Söylemez et al., (2012) menunjukkan bahwa merokok meningkatkan terjadinya perpindahan DNA. Perokok lebih banyak mengalami kerusakan oksidatif. Asap rokok mengandung banyak karsinogen. Kerusakan DNA yang terjadi akibat merokok disebabkan karena radikal bebas yang dihasilkan (Söylemez et al., 2012). Asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas eksogenus. Oksidan dari asap rokok akan mengurangi jumlah antioksidan dalam tubuh sehingga menyebabkan stress oksidatif yang dapat merusak sel salah satunya yaitu DNA (Widianingrum, 2020).

Penelitian Villalba-campos et al., (2016) menunjukkan bahwa kebiasaan merokok tidak mempengaruhi indeks kerusakan DNA secara signifikan pada kelompok yang terpapar pelarut cat dan tidak terpapar. Terjadi peningkatan pada indeks kerusakan DNA pada pekerja yang merokok dan terpapar pelarut cat dibandingkan dengan pekerja yang merokok tetapi tidak terpapar pelarut cat. Meski demikian, pada kelompok pekerja yang terpapar pelarut cat, indeks kerusakan DNA pada pekerja yang tidak merokok lebih tinggi dibandingkan pekerja yang merokok. Menurut peneliti kemungkinan penyebab hal tersebut karena konsumsi rokok yang rendah (1 – 3

batang rokok per hari). Kemungkinan lain jumlah pekerja yang terpapar pelarut cat tidak merokok jauh lebih banyak dibandingkan yang merokok.

Sejalan dengan penelitian ini, menurut Chen *et al.*, (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kadar 8 – OHdG yang merupakan biomarker kerusakan DNA pada kelompok tikus yang terpapar asap rokok dalam jangka panjang. Merokok dalam jangka panjang dapat menyebabkan terjadinya kondisi kerusakan oksidatif kemudian dapat mengganggu kemampuan perbaikan DNA sehingga dapat menyebabkan kerusakan DNA oksidatif. Hal serupa juga ditunjukkan pada penelitian (Astuti, Anggraito dan Syaifudin, 2018) bahwa kerusakan DNA limfosit pada kelompok pekerja perokok lebih parah dibandingkan kerusakan DNA limfosit non perokok.

KESIMPULAN

Hubungan antara usia dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sedang dan berarah negatif. Hubungan antara masa kerja dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sangat lemah dan berarah negatif. Hubungan antara status merokok dengan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan di Surabaya dalam kategori sangat lemah dan berarah positif. Dengan demikian, untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan besar sampel yang lebih besar.

Untuk mengurangi keparahan degenerasi DNA pada pekerja bengkel pengecatan mobil yaitu dengan mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan seperti sayur dan buah yang kaya vitamin C dan E. Selain itu, alangkah baiknya bagi pemilik industri untuk menyediakan APD yang memadai kepada pekerja sebagai bentuk perlindungan dan pencegahan paparan bahan kimia BTX ke dalam tubuh pekerja. Pemakaian APD yang memadai bertujuan untuk mengurangi konsentrasi paparan yang dapat mempengaruhi karakteristik individu terhadap degenerasi DNA.

ACKNOWLEDGEMENT

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kelancaran kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlibat dalam berlangsungnya penelitian ini sehingga hasil penelitian dapat digunakan untuk menulis artikel ini.

REFERENSI

- Astuti, I. N., Anggraito, Y. U. dan Syaifudin, M. (2018) “Analisis Tingkat Kerusakan DNA pada Sel Limfosit Perokok dan Non Perokok Akibat Paparan Radiasi Gamma dengan Teknik Comet Assay,” *Life Science*, 7(1), hal. 16–23.
- ATSDR (2017) *Toxicological Profile for Toluene, Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Atlanta: U.S. Department Of Health And Human Services. Tersedia pada: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.pdf> (Diakses: 7 Juni 2021).
- Chen, Z. *et al.* (2015) “Oxidative DNA Damage is Involved in Cigarette Smoke-Induced Lung Injury in Rats,” *Environmental Health and Preventive Medicine*, 20(5), hal. 318–324.
- Darlina *et al.* (2021) “ANALISIS KERUSAKAN DNA PADA SEL LIMFOSIT PASIEN PASCA-RADIOTERAPI,” *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 8(1), hal. 105–113. Tersedia pada: <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI/article/view/4598/4044> (Diakses: 20 September 2021).
- Darwis, D., Mubarak dan Anita, S. (2017) “Risiko Paparan Benzena terhadap Kandungan Fenol dalam Urin Pekerja Pengecatan Mobil di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru Tahun 2017,” *Dinamika Lngkungan Indonesia*, 5(1), hal. 40–47. Tersedia pada: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hcwvbrNuIP8J:https://dli.ejournal.unri.ac.id/index.php/DL/article/download/5518/5148+&cd=7&hl=id&ct=clnk&gl=id> (Diakses: 4 Juni 2021).
- Ekaputri, S. dan Oginawati, K. (2012) “Hubungan Paparan Toluen dengan Kadar Asam Hipurat Urin Pekerja Pengecatan Mobil (Studi pada Bengkel Mobil Informal di Karasak, Kota Bandung),” hal. 1–4.
- Faradisha, J. (2018) *Analisis Hubungan Paparan Toluena Dengan Risiko Neurotoksik pada Pekerja Bagian Printing Industri Karung Plastik di PT X Sidoarjo*. Tesis. Universitas Airlangga.
- Handoyo, E. dan Wispriyono, B. (2016) “Risiko Kesehatan Paparan Benzena, Toluena Dan Xylena Petugas Pintu Tol,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), hal. 96–102.
- Indraprasta, S., Zulkarnain, I. dan Ervianti, E. (2016) “Peningkatan Kadar 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) Urine pada Pasien Dermatitis Atopik Anak (Increasing of Urinary 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) Levels in Children with Atopic Dermatitis),” *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin – Periodical of Dermatology and Venereology*, 28(3).
- Irwan (2017) *Epidemiologi Penyakit Menular*. Bantul: CV Absolut Media.
- Krisdiantari, N. (2018) *Pengaruh Kemoterapi Fase Induksi Terhadap Malondialdehid Sebagai Biomarker Stres Oksidatif pada Leukemia Limfoblastiik Akut*. Universitas Hasanuddin.
- Kuang, H. *et al.* (2021) “Exposure to Volatile Organic Compounds May be Associated with Oxidative DNA Damage-Mediated Childhood Asthma,” *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 210.

- Morihito, R. V. S. A. *et al.* (2017) "Identifikasi Perubahan Struktur DNA Terhadap Pembentukan Sel Kanker Menggunakan Dekomposisi Graf," *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2), hal. 153–160.
- Moro, A. M. *et al.* (2012) "Evaluation of Genotoxicity and Oxidative Damage in Painters Exposed to Low Levels of Toluene," *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 746, hal. 42–48.
- Noerhalimah, T. (2019) *Analisis Hubungan Karakteristik Pekerja dengan Kadar Malondialdehid (MDA) pada Pekerja Bengkel Pengecatan Mobil di Surabaya*. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Pratamasari, F., Setyopranoto, I. dan Soebijanto (2016) "Pajanan Toluen Udara dan Kejadian Neuropati Saraf Tepi di Percetakan Offset," *Berita Kedokteran Masyarakat*, 32(10), hal. 359–366.
- Siregar, D. I. (2018) "Literacy Study of Analysis of Linear Regression About The Influence of Inflation," *Bilancia*, 2(1), hal. 59–63.
- Söylemez, E. *et al.* (2012) "Effect of Cigarette Smoking on DNA Damage According to Nine Comet Assay Parameters in Female and Male Groups," *Journal of Ankara University Faculty of Medicine*, 65(1), hal. 39–46.
- Thanan, R. *et al.* (2015) "Oxidative Stress and Its Significant Roles in Neurodegenerative Diseases and Cancer," *International Journal of Molecular Sciences*, 16(1), hal. 193–217.
- Utami, V. Y. (2012) *Studi Deteksi Senyawa 8-Hidroksi-2'-Deoksiguanosin (8-OHdG) Sebagai Biomarker Genotoksitas*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Villalba-campos, M. *et al.* (2016) "High Chromosomal Instability in Workers Occupationally Exposed to Solvents and Paint Removers," *Molecular Cytogenetics*, 9(46), hal. 1–9.
- Widianingrum, R. A. (2020) *Kerusakan Struktur DNA Akibat Paparan Asap Rokok*. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/342212027_KERUSAKAN_STRUKTUR_DNA_AKIBAT_PAPARAN_ASAP_ROKOK. (Diakses: 16 Agustus 2021).