

Efek Asupan Antioksidan Kaya Enzim Cytochrome P450 2E1 (CYP2E1) Terhadap Kadar Leukosit

Baharudin M. Subandi¹, Suardi Zurimi^{1*}, Abdul Rohim Tualeka², Nanda Bella Puspitaloka²

¹ Poltekkes Kemenkes Maluku

² Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

*Corresponding author: suardizurimi@poltekkes-maluku.ac.id

Info Artikel: Diterima bulan Agustus 2024 ; Disetujui bulan Desember 2024 ; Publikasi bulan Desember 2024

ABSTRACT

The human body has an enzymatic antioxidant system, but its capacity is not always sufficient when the amount of free radicals is excessive. The approach of consuming antioxidants rich in the CYP2E1 enzyme is used to help the body detoxify benzene metabolites so they can be excreted from the body. The aim of this study is to analyze the effect of consuming antioxidants rich in the CYP2E1 enzyme on changes in leukocyte levels among workers in the Tambak Osowilangun Surabaya home-based shoe industry. This type of research is a pre-experimental study using a one-group pre-test post-test design. The sample used in this study was total population sampling, consisting of all 27 workers in the Tambak Osowilangun home-based shoe industry. The intervention provided was in the form of antioxidant supplements in powder form, with a dosage of 15 grams, consumed twice a day for 5 consecutive days. Leukocyte levels were measured by taking blood samples from the workers on the first day before the intervention and on the fifth day after the intervention. The results of the study showed changes in the leukocyte levels of all workers after the treatment. There was an increase in the number of workers who reached normal leukocyte levels (92.6%). However, some workers did not reach normal leukocyte levels (7.4%) despite experiencing changes in their leukocyte levels. The conclusion of this study is that the intervention was effective in normalizing the workers' leukocyte levels, particularly in female workers, those of productive age, with normal BMI, non-smokers, those who engage in physical activity/exercise, and those who do not use personal protective equipment (PPE). It is recommended that workers regularly engage in exercise that suits their preferences and body needs, adopt a balanced diet, consume foods rich in antioxidants, use brushes when applying glue, and use standard PPE such as N95 masks, gloves, and aprons.

Keywords: leukocyte count; antioxidant; CYP2E1

ABSTRAK

Tubuh manusia memiliki sistem antioksidan yang berasal dari enzimatik, tetapi kapasitasnya tidak selalu cukup jika jumlah radikal bebas berlebihan. Pendekatan asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1 dilakukan untuk membantu tubuh dalam mendetoksifikasi metabolit benzena untuk diekskresikan dari tubuh. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efek asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1 terhadap perubahan kadar leukosit pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya. Jenis penelitian ini adalah penelitian pre-eksperimen dengan rancang bangun penelitian one group pre-test post-test. Sampel dalam penelitian menggunakan total population sampling yaitu seluruh pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun sebanyak 27 orang. Intervensi yang diberikan berupa pemberian suplemen antioksidan berbentuk serbuk sebanyak 15 gram dan dikonsumsi sebanyak 2 kali sehari selama 5 hari berturut-turut. Pengukuran kadar leukosit dilakukan dengan pengambilan sampel darah pekerja yang dilakukan pada hari pertama sebelum intervensi dan hari ke lima setelah intervensi. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan pada keseluruhan kadar leukosit pekerja setelah diberikan perlakuan. Terjadi peningkatan pada jumlah pekerja yang mencapai kadar leukosit normal (92,6%). Namun, masih terdapat beberapa pekerja yang tidak mencapai kadar leukosit normal (7,4%) meskipun telah mengalami perubahan kadar leukosit. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian intervensi efektif dalam mengubah kadar leukosit pekerja menjadi normal berdasarkan jenis kelamin perempuan, berusia produktif, memiliki IMT normal, tidak merokok, melakukan aktivitas/latihan fisik, dan tidak menggunakan APD. Pekerja disarankan rutin berolahraga yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan tubuh, menerapkan pola makan seimbang dan mengonsumsi makanan kaya antioksidan, menggunakan kuas dalam mengaplikasikan lem, serta menggunakan APD yang sesuai standar berupa masker N95, sarung tangan, dan apron.

Kata kunci : kadar leukosit, antioksidan, CYP2E1

PENDAHULUAN

Sektor informal di Indonesia, termasuk industri rumah tangga (home industry), memainkan peran signifikan dalam menyerap tenaga kerja dan mendukung perekonomian. Salah satu industri informal yang berisiko tinggi adalah home industry sepatu, terutama terkait dengan penggunaan bahan kimia seperti lem yang mengandung benzene (1). Benzene, senyawa organik yang bersifat karsinogenik, banyak digunakan dalam proses perekatan sepatu. Paparan benzene yang terus menerus dapat berdampak serius terhadap kesehatan pekerja, terutama pada sistem hematologi, dengan perubahan pada jumlah sel darah putih yang berfungsi dalam sistem kekebalan tubuh (2).

Akumulasi uap benzene dapat menimbulkan gejala seperti pusing, sakit kepala, dan masalah kesehatan lainnya. Benzene diproses oleh enzim CYP2E1 di hati, diubah menjadi senyawa yang lebih mudah diekskresikan oleh tubuh. Namun, metabolisme benzene dapat menghasilkan radikal bebas yang menyebabkan

stres oksidatif dan kerusakan seluler, khususnya pada leukosit. Pendekatan detoksifikasi melalui peningkatan konsumsi makanan kaya antioksidan dapat membantu mengurangi risiko kesehatan akibat paparan benzena. Antioksidan dapat membantu meningkatkan aktivitas enzim CYP2E1, sehingga mempercepat ekskresi metabolit benzena dan mengurangi efek toksisitasnya. Dengan demikian, upaya untuk meningkatkan kadar antioksidan dalam tubuh pekerja di home industry sepatu Tambak Osowilangun, Surabaya, sangat penting dalam meminimalisir dampak kesehatan akibat paparan bahan kimia tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1 terhadap perubahan kadar leukosit pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun, Surabaya.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian ini adalah metode pre- eksperimen. Pada jenis penelitian ini, diterapkan perlakuan kepada subyek penelitian tanpa menggunakan kelompok kontrol sebagai pembanding. Desain tanpa kelompok kontrol memiliki kelemahan, yaitu sulitnya membedakan antara efek intervensi dan faktor lain yang mungkin mempengaruhi hasil. Rancangan bangun penelitian yang digunakan yaitu metode one group pre-test post-test. Pemberian tes sebanyak dua kali dilakukan dalam rancangan penelitian ini yaitu ketika sebelum diberikan intervensi (pre-test) dan sesudah diberikan intervensi (post-test). Rancangan bangun penelitian one group pre-test post-test bermula pada tahap pre-test atau tes awal. Pre-test dilakukan dengan menggunakan pengambilan darah pertama untuk mengukur kadar leukosit responden dengan menggunakan alat hematologi analyzer.

Selanjutnya dilakukan intervensi atau perlakuan kepada kelompok eksperimen berupa pemberian suplemen antioksidan kaya enzim CYP2E1 dalam kemasan dengan berat 15 gr/sachet dan dengan aturan minum diseduh ke dalam 150 ml air sebanyak 2 kali/hari selama 5 hari berturut-turut. Tahap akhir dilanjutkan dengan post-test yang dilakukan serupa dengan tes awal yaitu pengambilan darah kedua untuk melihat perbedaan kadar leukosit antara sebelum dan sesudah diberikan intervensi. Peneliti kemudian membandingkan ke dua hasil pre-test dan post-test tersebut untuk dilakukan analisis dengan teknik statistik dengan menggunakan uji t berpasangan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui efek asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1 terhadap kadar leukosit pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun, Surabaya. Populasi penelitian ini adalah seluruh total populasi pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya yaitu sebanyak 27 responden dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah responden bersedia menjadi subjek dalam penelitian dan responden tidak dalam kondisi sakit dan hamil serta responden bersedia untuk dilakukan pengambilan darah. Kriteria Eksklusi adalah responden mengalami sakit ketika masih dalam masa penelitian. Sampel dalam penelitian ini yaitu menggunakan total population sampling atau seluruh pekerja home industry sepatu di RW 1 dan RW 3 Tambak Osowilangun, Kelurahan Romokalisari, Kecamatan Benowo, Kota Surabaya dengan besar sampel yang diteliti yaitu sebanyak 27 orang. Karena sampel penelitian ini menggunakan total populasi, maka cara pengambilan sampel termasuk dalam jenis sampel jenuh. Lokasi penelitian dilakukan di home industry sepatu yang bertempat di RW 2 dan RW 3 Tambak Osowilangun, Kelurahan Romokalisari, Kecamatan Benowo, Kota Surabaya. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2023.

HASIL

Identifikasi karakteristik individu

Responden pada penelitian ini berjumlah 27 orang pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya dengan karakteristik individu yang diteliti meliputi usia, jenis kelamin, Indeks Massa Tubuh (IMT), dan masa kerja. Hasil analisa deskriptif terkait karakteristik individu disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Karakteristik Individu Pekerja Home Industry Sepatu Tambak Osowilangun Surabaya

	Karakteristik Individu	Jumlah	
		n	Persentase (%)
Usia	Usia Produktif (15 - 64 Tahun)	23	85,2
	Usia Non-Produktif (> 65Tahun)	4	14,8
	Jumlah	27	100
Jenis Kelamin	Laki-laki	8	29,6
	Perempuan	19	70,4
	Jumlah	27	100
Indeks Massa Tubuh (IMT)	Normal	10	37
	Gemuk Tingkat Ringan	4	14,8
	Gemuk Tingkat Berat	13	48,1
	Jumlah	27	100

	Karakteristik Individu	Jumlah	
		n	Persentase (%)
Masa Kerja (Tahun)	Pekerja Lama (> 5 Tahun)	27	100
	Pekerja Baru (< 5 Tahun)	0	0
	Jumlah	27	100

Karakteristik individu pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya menunjukkan bahwa sebagian besar berjenis kelamin perempuan dengan persentase 70,4%. Selain itu, sebagian besar pekerja berusia produktif dalam rentang 15-64 tahun dengan persentase 85,2%. Untuk Indeks Massa Tubuh (IMT) pekerja didominasi dalam kategori gemuk tingkat berat dengan persentase 48,1%. Masa kerja didapatkan hasil bahwa seluruh pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya termasuk pekerja lama dengan masa kerja lebih dari 5 tahun (100%).

Identifikasi Pola Aktivitas Pekerja

Pola aktivitas pekerja yang diteliti terhadap responden pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun meliputi perilaku merokok, aktivitas/latihan fisik, serta perilaku penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker dan sarung tangan. Hasil analisa deskriptif terkait pola aktivitas pekerja disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Pola Aktivitas Pekerja Home Industry Sepatu Tambak Osowilangun Surabaya

	Pola Aktivitas Pekerja	Jumlah	
		n	Persentase(%)
Perilaku Merokok	Ya, Merokok	3	11,1
	Tidak Merokok	24	88,9
	Jumlah	27	100
Aktivitas/Latihan Fisik	Ya, Latihan Fisik	15	55,6
	Tidak Pernah Latihan Fisik	12	44,4
	Jumlah	27	100
Penggunaan APD	Ya, Selalu	3	11,1
	Kadang-kadang	2	7,4
	Tidak Pernah	22	81,5
	Jumlah	27	100

Pola aktivitas pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja memiliki perilaku tidak merokok dengan persentase sebesar 88,9%. Hasil mengenai perilaku aktivitas/latihan fisik didapatkan bahwa sebagian besar pekerja melakukan aktivitas/latihan fisik dengan persentase sebesar 55,6%. Untuk penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) didapatkan hasil bahwa sebagian besar pekerja tidak pernah menggunakan APD dengan persentase sebesar 81,5%.

Identifikasi dan Analisis Perbedaan Kadar Leukosit Pekerja Home Industry Sepatu Tambak Osowilangun Surabaya Sebelum dan Sesudah Pemberian Asupan Kaya Enzim CYP2E1

Kadar leukosit dalam serum darah pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya sebelum dan sesudah pemberian asupan kaya enzim CYP2E1 dapat diketahui pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Kadar Leukosit Pekerja Sebelum dan Sesudah Diberikan Asupan Antioksidan Kaya Enzim CYP2E1

Kadar Leukosit ($10^3/\mu\text{L}$)	Sebelum		Sesudah	
	n	Persentase(%)	n	Persentase (%)
Normal	24	88,9	25	92,6
Tidak Normal	3	11,1	2	7,4
Total	27	100	27	100
Mean		7,59		7,56
Median		7,70		7,50
Standart Deviation		2,071		1,800
Minimum		3,20		3,80
Maximum		11,90		11,30
Mengalami Penurunan				14 (51,9 %)
Mengalami Peningkatan				13 (48,1 %)

Gambaran kadar leukosit pekerja home industry sepatu sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa asupan kaya enzim CYP2E1. Hasil pengukuran kadar leukosit pekerja sebelum pemberian enzim CYP2E1 sebagian besar berada dalam rentang nilai normal yaitu sebesar 88,9% dan terdapat 11,1% pekerja yang memiliki kadar leukosit tidak normal. Adapun rata-rata kadar leukosit pekerja sebelum diberikan perlakuan adalah sebesar 7,59/mm³ (103/ μ L) dengan nilai terendah dan tertinggi masing-masing sebesar 3,20/mm³ (103/ μ L) dan 11,90 (103/ μ L). Setelah diberikan perlakuan selama 5 hari berturut-turut, 92,6% pekerja memiliki kadar leukosit dalam rentang nilai normal, sementara 7,4% masih memiliki kadar leukosit yang tidak normal.

Secara keseluruhan, setelah pemberian perlakuan terjadi perubahan kadar leukosit pekerja. Ditemukan bahwa terjadi penurunan kadar leukosit pekerja sebesar 51,9% dan terjadi peningkatan sebesar 48,1%. Meskipun demikian, perubahan kadar leukosit tersebut tidak terjadi secara signifikan karena sebagian besar perubahan kadar leukosit tetap berada dalam batas normal. Terdapat 1 pekerja yang sebelumnya memiliki kadar leukosit tidak normal menjadi normal setelah adanya perlakuan. Sementara itu, masih terdapat 2 pekerja lain yang awalnya memiliki kadar leukosit tidak normal tetap berada dalam kategori tersebut, meskipun terjadi perubahan pada nilai kadar leukositnya.

Analisis Karakteristik Individu dengan Kadar Leukosit Pekerja Home Industry Sepatu Tambak Osowilangun Surabaya

Tabulasi Silang Jenis Kelamin dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara jenis kelamin dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Tabulasi Silang Jenis Kelamin dengan Kadar Leukosit

Jenis Kelamin	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Laki-Laki	8	100	0	0	8	100	0	0	8	100
Perempuan	16	84,2	3	15,8	17	89,5	2	10,5	19	100

Sebelum diberikan perlakuan, semua pekerja laki-laki memiliki kadar leukosit dalam kategori normal (100%), sementara sebagian besar pekerja perempuan juga memiliki kadar leukosit dalam kategori normal (84,2%), dan 3 pekerja perempuan memiliki kadar leukosit tidak normal (15,8%). Setelah diberikan perlakuan, tidak terjadi perubahan pada jumlah pekerja laki-laki yang memiliki kadar leukosit dalam kategori normal (100%). Namun, terjadi peningkatan pada jumlah pekerja perempuan yang memiliki kadar leukosit dalam kategori normal, dari 16 pekerja menjadi 17 pekerja (89,5%). Meskipun demikian, perubahan ini tidak berdampak pada pekerja perempuan yang sebelumnya memiliki kadar leukosit dalam kategori tidak normal, karena tetap terdapat 2 pekerja perempuan (10,5%) yang setelah diberikan perlakuan kadar leukositnya tetap termasuk dalam kategori tidak normal. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi lebih efektif dalam merubah kadar leukosit bagi pekerja perempuan (89,5%) dibandingkan dengan pekerja laki-laki (100%).

Tabulasi Silang Usia dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara usia dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Tabulasi Silang usia dengan Kadar Leukosit

Usia	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Usia Produktif	21	91,3	2	8,7	22	95,7	1	4,3	23	100
Usia Non- Produktif	3	75	1	25	3	75	1	25	4	100

Pada rentang usia produktif sebelum diberikan perlakuan didapatkan hasil 21 pekerja (91,3%) memiliki kadar leukosit normal dan 2 pekerja dengan kadar leukosit tidak normal (8,7%). Namun, setelah intervensi diberikan, terjadi peningkatan pada jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal menjadi 22 pekerja (95,7%), sementara jumlah pekerja dengan kadar leukosit tidak normal menjadi 1 (4,3%). Di sisi lain, pada rentang usia non-produktif, sebelum diberikan perlakuan, distribusi kadar leukosit juga menunjukkan variasi, dengan 3 pekerja (75%) memiliki kadar leukosit normal dan 1 pekerja (25%) memiliki kadar leukosit tidak normal. Namun, setelah adanya perlakuan, tidak terjadi perubahan kategori kadar leukosit pada rentang usia non-

produktif, yang menunjukkan kestabilan kondisi tersebut meskipun intervensi telah diberikan. Hal ini mengindikasikan bahwa dampak perubahan kadar leukosit lebih efektif pada rentang usia produktif dibandingkan dengan rentang usia non-produktif.

Tabulasi Silang Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Tabulasi Silang Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Leukosit

IMT	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Normal	8	80	2	20	9	90	1	10	10	100
Gemuk Tingkat Ringan	3	75	1	25	3	75	1	25	4	100
Gemuk Tingkat Berat	13	100	0	0	13	100	0	0	13	100

Terdapat variasi dalam distribusi kadar leukosit di antara kelompok Indeks Massa Tubuh (IMT). Pada kelompok pekerja dengan IMT dalam kategori normal, sebelum diberikan perlakuan, terdapat 8 pekerja (80%) dengan kadar leukosit normal dan 2 pekerja (20%) dengan kadar leukosit tidak normal. Setelah perlakuan, jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal meningkat menjadi 9 pekerja (90%). Sementara itu, pada kelompok pekerja dengan IMT dalam kategori gemuk tingkat ringan, sebelum perlakuan, distribusi kadar leukosit menunjukkan 3 pekerja (75%) dengan kadar leukosit normal dan 1 pekerja (25%) dengan kadar leukosit tidak normal. Setelah diberikan perlakuan, tidak terjadi perubahan pada distribusi kadar leukosit di kelompok ini. Selanjutnya, untuk kelompok IMT gemuk tingkat berat, sebelum perlakuan terdapat 13 pekerja (100%) memiliki kadar leukosit normal. Setelah perlakuan, jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal tetap sama, yaitu 13 pekerja.

Dengan begitu, efek intervensi terhadap kadar leukosit memiliki pengaruh yang signifikan pada kelompok pekerja dengan IMT dalam kategori normal, dengan peningkatan yang nyata dalam persentase pekerja yang mencapai kadar leukosit normal setelah perlakuan (dari 80% menjadi 90%). Namun, pada kelompok pekerja dengan IMT dalam kategori gemuk tingkat ringan, tidak ada perubahan yang signifikan dalam distribusi kadar leukosit setelah perlakuan. Sedangkan pada kelompok pekerja dengan IMT dalam kategori gemuk tingkat berat, meskipun semua pekerja sudah memiliki kadar leukosit normal sebelum perlakuan, perlakuan yang diberikan dapat mempertahankan kondisi kadar leukosit yang normal pada kelompok tersebut.

Tabulasi Silang Masa Kerja dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara masa kerja dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Tabulasi Silang Masa Kerja dengan Kadar Leukosit

Masa Kerja	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pekerja Lama	24	88,9	3	11,1	25	92,6	2	7,4	27	100

tabulasi silang antara masa kerja dan kadar leukosit, terlihat bahwa tidak ada pekerja baru yang memiliki masa kerja kurang dari atau sama dengan 5 tahun. Seluruh pekerja tergolong pekerja lama yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun. Sebelum diberikan perlakuan, terdapat 24 pekerja (88,9%) memiliki kadar leukosit normal dan 3 pekerja (11,1%) dengan kadar leukosit tidak normal. Setelah diberikan perlakuan, distribusi kadar leukosit dalam kategori normal meningkat menjadi 25 pekerja (92,6%) dan 2 pekerja (7,4%) tetap memiliki kadar leukosit tidak normal. Dari hasil ini, terlihat bahwa intervensi menghasilkan dampak perubahan dalam distribusi kadar leukosit di antara pekerja dengan masa kerja lebih dari 5 tahun. Meskipun demikian, tidak adanya pekerja baru dengan masa kerja kurang dari atau sama dengan 5 tahun mungkin membatasi interpretasi lebih lanjut mengenai pengaruh masa kerja terhadap kadar leukosit.

Analisis Pola Aktivitas Kerja dengan Kadar Leukosit Pekerja Home Industry Sepatu Tambak Osowilangun Surabaya

Tabulasi Silang Perilaku Merokok dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara perilaku merokok dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 8. Tabulasi Silang Perilaku Merokok dengan Kadar Leukosit

Perilaku Merokok	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Merokok	3	100	0	0	3	100	0	0	3	100
Tidak Merokok	21	87,5	3	12,5	22	91,7	2	8,3	24	100

Perilaku merokok dengan kadar leukosit sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, tidak terdapat perubahan pada distribusi kadar leukosit pada pekerja yang merokok. Semua pekerja yang merokok, baik sebelum maupun sesudah adanya perlakuan, memiliki kadar leukosit dalam kategori normal. Di sisi lain, pada pekerja yang tidak merokok, sebelum diberikan perlakuan terdapat 21 pekerja (87,5%) dengan kadar leukosit normal dan 3 pekerja (12,5%) dalam kategori tidak normal. Namun, setelah adanya perlakuan, pekerja yang memiliki kadar leukosit normal meningkat menjadi 22 orang (91,7%), sementara 2 pekerja (8,3%) masih memiliki kadar leukosit tidak normal. Dari hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa intervensi tidak menghasilkan perubahan pada kadar leukosit pekerja yang merokok, namun menghasilkan peningkatan pada jumlah pekerja yang memiliki kadar leukosit dalam kategori normal di antara pekerja yang tidak merokok. Meskipun demikian, masih terdapat pekerja yang memiliki kadar tidak normal walaupun intervensi telah diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor perilaku merokok mungkin tidak secara langsung berhubungan dengan perubahan kadar leukosit pada pekerja yang tidak merokok.

Tabulasi Silang Perilaku Aktivitas/Latihan Fisik dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara perilaku aktivitas/latihan fisik dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 9. Tabulasi Silang Perilaku Merokok dengan Kadar Leukosit

Aktivitas /Latihan Fisik	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ya	13	86,7	2	13,3	14	93,3	1	6,7	15	100
Tidak	11	91,7	1	8,3	11	91,7	1	8,3	12	100

sebelum diberikan perlakuan, dari pekerja yang melakukan aktivitas/latihan fisik terdapat 13 pekerja (86,7%) memiliki kadar leukosit normal dan 2 pekerja (13,3%) dalam kategori tidak normal. Setelah diberikan perlakuan, terdapat perubahan pada jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal menjadi 14 orang (93,3%). Sementara itu, dari pekerja yang tidak melakukan aktivitas/latihan fisik, sebelum diberikan perlakuan terdapat 11 pekerja (91,7%) dalam kategori normal dan 1 pekerja (8,3%) dalam kategori kadar leukosit tidak normal. Namun, setelah adanya perlakuan, tidak ada perubahan pada pekerja dalam kategori tersebut. Dari hasil yang ada, menunjukkan bahwa intervensi tidak berdampak pada perubahan pekerja yang tidak melakukan aktivitas/latihan fisik. Namun, terjadi peningkatan jumlah pekerja dalam kategori normal pada kelompok yang melakukan aktivitas/latihan fisik setelah intervensi diberikan, yang menunjukkan adanya dampak dari aktivitas fisik terhadap kadar leukosit dalam darah.

Tabulasi Silang Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kadar Leukosit

Tabulasi silang antara penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan kadar leukosit diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 10. Tabulasi Silang Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kadar Leukosit

Penggunaan APD	Kadar Leukosit								Total	
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ya, selalu	3	100	0	0	3	100	0	0	3	100

Penggunaan APD	Kadar Leukosit								n	%
	Sebelum				Sesudah					
	Normal		Tidak		Normal		Tidak			
n	%	n	%	n	%	n	%			
Kadang-kadang	2	100	0	0	2	100	0	0	2	100
Tidak Pernah	19	86,4	3	13,6	20	90,9	2	9,1	22	100

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan kadar leukosit sebelum dan sesudah adanya perlakuan, terlihat bahwa tidak ada perubahan yang signifikan dalam distribusi kadar leukosit pada pekerja yang selalu dan kadang-kadang menggunakan APD. Meskipun demikian, perubahan dapat diamati pada pekerja yang tidak pernah menggunakan masker. Sebelum diberikan perlakuan, dari pekerja yang tidak pernah menggunakan masker, terdapat 3 orang dengan kadar leukosit tidak normal (13,6%) dan 19 orang (86,4) dengan kadar normal. Setelah adanya perlakuan, jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal meningkat menjadi 20 orang (90,9%), sementara jumlah pekerja dengan kadar tidak normal menjadi 2 orang (9,1%). Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi tidak berdampak pada perubahan kadar leukosit pada pekerja yang menggunakan APD. Namun, terdapat peningkatan persentase pekerja dengan kadar leukosit normal pada pekerja yang sebelumnya tidak pernah menggunakan masker. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan masker mungkin memiliki pengaruh terhadap kadar leukosit dalam darah pekerja, terutama dalam menjaga kadar leukosit tetap dalam kisaran normal.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian mayoritas pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya berjenis kelamin perempuan. Hal ini disebabkan oleh sifat pekerjaan yang cenderung memerlukan keterampilan dan ketelatenan. Selain itu, beberapa tahapan dalam proses produksi sepatu tidak mengharuskan pekerja melakukan aktivitas fisik yang berat, sehingga pekerjaan ini dapat dijalankan oleh perempuan. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja dalam industri sepatu rumahan tersebut adalah ibu rumah tangga yang mencari penghasilan tambahan dengan menjalankan profesi sebagai pembuat sepatu di rumah.

Perbedaan biologis terkait jenis kelamin mungkin menimbulkan efek berbeda pada perempuan dan laki-laki ketika mereka terpapar pada faktor risiko. Di antara jenis kelamin, beberapa ciri perlu dipertimbangkan seperti ukuran dan komposisi tubuh, aset hormonal, dan laju massa spesifik. Perbedaan jenis kelamin dalam paparan, perilaku, anatomi, fisiologi, biokimia dan genetika, mempengaruhi toksikokinetik dan toksikodinamik yang menyebabkan perbedaan respons betina dan jantan terhadap xenobiotik pada manusia dan hewan (3). Secara khusus, jumlah jaringan adiposa yang lebih banyak mungkin membuat wanita lebih rentan terhadap zat lipofilik seperti benzena. Namun, dampak buruk terhadap kesehatan juga bervariasi tergantung seberapa cepat dan efisien bahan kimia dimetabolisme. Perbedaan fisiologis tersebut dapat menghasilkan respon toksikologi yang berbeda terhadap zat toksik. Sebagaimana yang dijelaskan dalam penelitian Moro, et al.(4), bahwa perempuan memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi sehingga dapat mengubah biotransformasi benzena yang memungkinkan perempuan untuk lebih rentan terhadap perubahan darah yang disebabkan oleh paparan benzena.

Usia menjadi salah satu karakteristik individu yang seringkali dikaji karena dianggap sangat mempengaruhi perkembangan fungsi organ tubuh seseorang, serta menjadi faktor penting dalam memahami risiko paparan bahan kimia berbahaya di lingkungan kerja. Berdasarkan hasil penelitian ini, pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya mayoritas berada dalam rentang usia produktif yaitu 15-64 tahun. Perubahan fisiologis yang terjadi dalam tubuh individu dapat mempengaruhi respons terhadap paparan bahan kimia berbahaya di lingkungan kerja. Pada usia tertentu, khususnya pada usia lanjut yang lebih dari 45 tahun, dapat berpengaruh terhadap toksisitas bahan kimia. Hal ini dapat terjadi karena terjadinya penurunan faal organ tubuh seseorang sehingga mempengaruhi metabolisme dan penurunan kerja otot seseorang (5). Tenchov, et al. (6) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa, sebagian besar organ dan jaringan vital tubuh mengalami penurunan fungsi tertentu seiring bertambahnya usia.

Pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya sebagian besar memiliki Indeks Massa Tubuh (IMT) dalam kategori gemuk tingkat berat atau obesitas. Obesitas adalah penumpukan lemak atau jaringan adiposa yang berlebihan atau tidak normal dalam tubuh yang dapat mengganggu kesehatan. Dikutip dari hasil penelitian Saraswati, et al. (7), terdapat berbagai faktor yang dapat meningkatkan risiko seseorang mengalami obesitas. Dari banyaknya pekerja home industry sepatu yang mengalami obesitas kemungkinan dipengaruhi oleh faktor perilaku. Perilaku yang kurang sehat dan pola makan yang tidak teratur seringkali

menjadi kebiasaan bagi sebagian besar pekerja. Selain itu, jika dilihat dari jenis pekerjaan informal yang tidak terdapat pengaturan tertulis mengenai jam istirahat dan pengadaan kantin perusahaan berpotensi mempengaruhi pola makan pekerja. Sebagai hasilnya, mayoritas pekerja cenderung mengonsumsi makanan yang tidak seimbang, tidak sesuai dengan kebutuhan tubuh, dan kurangnya aktivitas fisik yang cukup. Benzena dapat terakumulasi di jaringan yang kaya lemak karena lipofilisitasnya. Saat masuk ke dalam organ dengan kandungan lemak yang tinggi memungkinkan lebih banyak benzena terakumulasi dalam tubuh, memperlambat eliminasi benzena dan metabolit aktifnya, dan dengan demikian dapat meningkatkan toksisitas benzene.

Masa kerja merupakan seberapa lama seseorang bekerja pada masing-masing pekerjaan atau jabatan. Masa kerja dapat menjadi salah satu faktor lamanya seseorang terpapar oleh bahan kimia secara terus menerus yang ada di tempat kerja. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh pekerja pada home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya termasuk dalam kategori pekerja lama yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun. Hal tersebut didasari pada sifat usaha kerajinan sepatu yang merupakan salah satu usaha keluarga yang diwariskan secara turun menurun, sehingga banyak dari pekerja home industry sepatu sudah menekuninya sejak usia muda. Besar keterpaparan akan bahaya suatu bahan maupun material yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi seorang pekerja di lingkungan kerjanya juga dipengaruhi oleh masa kerja seorang pekerja yang lama. Masa kerja yang lama umumnya akan membuat seorang lebih merasa betah karena telah beradaptasi dengan lingkungan kerjanya, sehingga pekerja merasa nyaman dengan pekerjaannya. Hal ini akan berpotensi meningkatkan risiko paparan bahan kimia berbahaya seperti benzena, yang dapat terakumulasi dalam tubuh sehingga mempengaruhi status kesehatan seseorang.

Berdasarkan hasil penelitian, pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya sebagian besar tidak merokok. Hal ini dikarenakan mayoritas dari mereka adalah perempuan. Namun, terdapat tiga pekerja laki-laki yang merupakan perokok aktif. Berdasarkan hasil wawancara, mereka terbiasa merokok tidak hanya saat waktu istirahat saja, tetapi juga saat sedang dalam proses bekerja untuk menstabilkan rasa jenuh dan lelah mereka selama proses produksi. Merokok dapat memicu stres oksidatif dan inflamasi kronis dalam tubuh, yang berpotensi mengurangi efektivitas intervensi antioksidan seperti enzim CYP2E1. Zat beracun dalam rokok, termasuk benzena, nikotin, dan tar, dapat meningkatkan beban radikal bebas yang sulit dineutralkan sepenuhnya oleh antioksidan, sehingga menghambat normalisasi kadar leukosit pada perokok. Berdasarkan data Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kesehatan RI dalam Salsabila, et al. (8), menunjukkan bahwa antara tahun 2007 hingga 2018, lebih banyak laki-laki yang merokok dibandingkan perempuan di Indonesia.

Berdasarkan hasil penelitian, mayoritas pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya menunjukkan kecenderungan untuk melakukan aktivitas atau latihan fisik. Hasil wawancara menunjukkan bahwa mereka sering berpartisipasi dalam sesi senam yang diadakan di wilayah RT dan RW setempat dalam setiap minggunya. Kegiatan ini merupakan cara bagi mereka untuk menyegarkan diri saat memiliki waktu luang selama masa libur kerja. Aktivitas fisik tersebut dapat meningkatkan metabolisme tubuh mereka, sehingga membantu mengurangi risiko paparan benzena di lingkungan kerja. Selain itu, meningkatnya aktivitas fisik juga dapat memperkuat sistem kekebalan tubuh para pekerja, yang dapat membantu melawan dampak buruk dari paparan benzena. Olahraga merupakan modulator metabolisme dan agen pelindung yang kuat terhadap penyakit metabolik. Hal ini mungkin terjadi karena olahraga secara kuat dapat meningkatkan fungsi metabolisme di banyak organ (9). Peningkatan metabolisme ini dapat mempercepat biotransformasi atau pemecahan bahan kimia dalam tubuh menjadi bentuk yang lebih mudah dikeluarkan, seperti melalui proses detoksifikasi di hati. Dalam penelitian Li Z and Zhang X (2) juga disebutkan bahwa, ketika tingkat aktivitas fisik meningkat, maka faktor biotransfer (BTF) bahan kimia akan menurun yang berarti bahwa tubuh akan lebih efisien dalam mengeluarkan bahan kimia tersebut, sehingga mengurangi potensi bioakumulasi bahan kimia dalam tubuh.

Alat Pelindung Diri atau APD adalah perlengkapan yang dipakai untuk meminimalkan paparan terhadap bahaya yang menyebabkan cedera dan penyakit serius di tempat kerja. Besarnya paparan senyawa benzena yang masuk melalui kontak dengan kulit atau pernafasan, tidak terlepas dari perilaku seseorang saat bekerja dalam menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Menurut hasil penelitian, mayoritas pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker dan sarung tangan. Dalam hasil wawancara, mereka mengungkapkan bahwa enggan menggunakan APD masker karena merasa tidak nyaman akibat ruang kerja yang terbatas dan ventilasi yang kurang memadai. Selain itu, mereka juga berpendapat bahwa penggunaan sarung tangan akan mengganggu proses produksi, terutama dalam tahap pengeleman yang berpotensi lengket pada sepatu apabila kontak dengan sarung tangan yang digunakan. Akibatnya, tingginya paparan benzena dapat terakumulasi pada tubuh pekerja, baik melalui proses inhalasi ataupun dermal yang dapat mempengaruhi status kesehatan mereka.

Pemberian asupan antioksidan memiliki peran dalam proses detoksifikasi benzena, sehingga mempengaruhi perubahan pada kadar leukosit seseorang. Dalam hasil penelitian oleh Cline (2015), dikatakan bahwa dalam beberapa publikasi yang menggunakan sel, hewan, dan studi klinis menunjukkan bahwa komponen dan nutrisi berbasis makanan dapat memodulasi proses konversi dan ekskresi racun dari tubuh. Adanya pemberian asupan antioksidan tambahan dapat mengurangi penumpukan Reactive Oxygen Species

(ROS) yang bersifat radikal akibat paparan benzena yang diterima oleh pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya. Berdasarkan hasil penelitian kadar leukosit pekerja home industry sepatu pada saat sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa pemberian asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1, secara umum mengalami perubahan. Sebelum perlakuan diberikan, terdapat 24 pekerja yang memiliki kadar leukosit dalam kisaran normal, sedangkan 3 orang pekerja lainnya menunjukkan kadar leukosit yang tidak normal. Pemberian asupan antioksidan diberikan melalui suplemen detoks berbentuk serbuk sebanyak 15 gram/sachet yang diseduh dengan air sebanyak 150 ml dan dikonsumsi sebanyak 2 kali sehari selama 5 hari berturut-turut dilakukan sebagai bagian dari perlakuan untuk menilai dampaknya terhadap leukosit pekerja. Asupan ini diberikan dengan harapan bisa mempengaruhi dan meningkatkan kapasitas antioksidan alami tubuh dalam mendetoksifikasi paparan benzena dari lingkungan kerja mereka

Pada penelitian ini, didapatkan hasil pada pekerja perempuan, terjadi peningkatan jumlah individu dengan kadar leukosit dalam batas normal setelah diberikan perlakuan. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa pekerja perempuan yang tidak mengalami perbaikan pada kadar leukosit mereka. Hal ini menunjukkan bahwa respon terhadap asupan antioksidan tersebut mungkin dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Sebaliknya, pada pekerja berjenis kelamin laki-laki, tidak terjadi perubahan signifikan dalam kadar leukosit, karena kelompok tersebut tetap memiliki kadar leukosit dalam batas normal, baik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan ini mungkin tidak memiliki dampak yang cukup kuat pada kelompok tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa respon antioksidan terhadap kadar leukosit dapat bervariasi berdasarkan jenis kelamin. Respon terhadap asupan antioksidan pada pria dan wanita dapat berbeda karena dipengaruhi faktor hormon dan metabolisme, sehingga mempengaruhi cara tubuh mereka dalam merespon antioksidan dan menghasilkan perbedaan dalam efeknya terhadap kadar leukosit. Dalam penelitian oleh Martínez de Toda, et al. (10), laki-laki dan perempuan memiliki perbedaan dalam mekanisme stress oksidatif dan inflamasi atau peradangan. Laki-laki memiliki mekanisme antioksidan yang kurang efisien dan respon yang lebih lemah terhadap suatu stimulus. Sedangkan, hormon estrogen pada perempuan memiliki peran dalam mengatur resistensi stress oksidatif. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Ramdiana and Legiran (11), hormon estrogen pada wanita terlibat dalam mengurangi tingkat kerusakan mitokondria dan produksi ROS dibandingkan pada laki-laki.

Pada penelitian ini, terdapat perbedaan dalam respon terhadap asupan antioksidan antara pekerja berdasarkan usia produktif dan non- produktif. Pada pekerja usia produktif, terjadi peningkatan jumlah individu dengan kadar leukosit dalam batas normal setelah diberikan perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa asupan antioksidan tersebut mungkin efektif dalam mengubah kadar leukosit yang lebih optimal pada kelompok usia ini. Sebaliknya, pada pekerja usia non-produktif tidak terjadi perbaikan yang signifikan dalam kadar leukosit. Baik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, mereka masih memiliki kadar leukosit dalam kategori tidak normal, menunjukkan bahwa respon terhadap perlakuan antioksidan mungkin tidak seefektif pada kelompok usia ini.

Pada dasarnya dengan bertambahnya usia seseorang, tubuh cenderung mengalami perubahan dalam metabolisme, sistem kekebalan tubuh, dan fungsi organ. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa efektivitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif mungkin berbeda antara individu yang lebih muda dan lebih tua. Pada individu yang lebih muda, sistem antioksidan alami tubuh lebih kuat dan responsif terhadap asupan antioksidan tambahan, seperti yang dikonsumsi melalui suplemen. Namun, pada individu yang lebih tua, fungsi antioksidan alami tubuh cenderung menurun seiring dengan bertambahnya usia, yang dapat mengakibatkan tingkat perlindungan yang lebih rendah terhadap kerusakan oksidatif. Sebagai hasilnya, respon terhadap antioksidan tambahan mungkin kurang signifikan pada individu yang lebih tua. Hal ini mengindikasikan bahwa respon terhadap perlakuan antioksidan mungkin tidak seefektif pada kelompok usia lanjut tersebut, yang dapat disebabkan oleh kapasitas antioksidan yang relatif tidak berubah seiring bertambahnya usia. Selain itu, Bestari (12) juga menyebutkan bahwa pada usia tua terjadi penurunan pada faal organ tubuh seseorang, sehingga menyebabkan metabolisme dan kerja otot tubuh mengalami penurunan. Oleh karena itu, semakin tua usia pekerja home industry sepatu, maka kemampuan tubuh dalam memetabolisme benzena dan penyerapan asupan antioksidan menjadi kurang optimal.

Perbedaan kadar leukosit pekerja sebelum dan sesudah pemberian asupan antioksidan berdasarkan IMT menunjukkan pola yang menarik. Pada kelompok pekerja dengan IMT normal, terjadi peningkatan jumlah individu dengan kadar leukosit dalam batas normal setelah intervensi, menandakan efektivitas intervensi antioksidan dalam mengubah kadar leukosit yang optimal pada kelompok ini. Namun, pada kelompok IMT gemuk ringan dan berat, tidak terjadi perubahan yang signifikan dalam kadar leukosit, yang menunjukkan bahwa intervensi antioksidan tidak efektif pada kelompok tersebut. Kondisi obesitas seringkali melibatkan mekanisme biologis yang lebih kompleks, seperti resistensi insulin, inflamasi kronis, dan disfungsi metabolisme sehingga mengurangi efektivitas intervensi asupan antioksidan. Rahmawati (13) juga mengatakan bahwa, semakin besar lemak tubuh, semakin rendah kemungkinan adanya antioksidan yang efektif dalam menangkal stres oksidatif yang dapat timbul akibat kelebihan lemak dan obesitas sentral.

Berdasarkan hasil penelitian lain disebutkan, jumlah leukosit meningkat seiring dengan peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT). Hal ini diduga berkaitan dengan adanya proses inflamasi dan peranan distribusi lemak pada orang obesitas (14). Obesitas sering dikaitkan dengan kondisi inflamasi kronis yang memperberat kerja sistem kekebalan tubuh. Individu obesitas memiliki kadar sitokin proinflamasi yang lebih tinggi, seperti IL-6 dan TNF- α , yang dapat menghambat kemampuan tubuh untuk merespons intervensi antioksidan. Akibatnya, pekerja dengan obesitas mungkin mengalami kesulitan dalam mencapai kadar leukosit yang normal karena tubuhnya berada dalam kondisi stres inflamasi yang berkelanjutan. Temuan serupa juga ditemukan dalam penelitian Jeong, et al. (15), yang menyatakan bahwa IMT yang lebih tinggi memiliki korelasi positif yang signifikan dengan kadar sel darah putih.

Pada penelitian ini, tidak dapat disimpulkan bahwa masa kerja secara langsung memengaruhi perubahan kadar leukosit setelah pemberian asupan antioksidan tanpa mempertimbangkan kategori lain, karena semua pekerja memiliki masa kerja yang relatif serupa yaitu lebih dari 5 tahun. Meskipun demikian, terdapat variasi dalam respons terhadap asupan antioksidan, di mana satu pekerja menunjukkan peningkatan kadar leukosit yang optimal, sementara beberapa diantaranya tetap memiliki kadar leukosit yang tidak normal. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor individu lainnya seperti tingkat stress oksidatif yang berbeda dan akumulasi paparan yang lebih tinggi akibat masa kerja yang lebih panjang, sehingga mempengaruhi respons tubuh terhadap asupan antioksidan. Peningkatan risiko kesehatan akibat paparan benzena dapat dipengaruhi oleh pola paparan, semakin lama masa kerja maka semakin besar pula risiko kesehatan yang diterima oleh pekerja. Dengan begitu, semakin lama masa kerja seseorang maka semakin besar pula efek paparan yang diterima.

Pada penelitian ini, pekerja yang merokok tidak terdapat perubahan yang signifikan dalam distribusi kadar leukosit setelah perlakuan. Di sisi lain, pada pekerja yang tidak merokok, terdapat peningkatan dalam jumlah individu dengan kadar leukosit normal setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa asupan antioksidan mungkin lebih efektif dalam memengaruhi kadar leukosit pada pekerja yang tidak merokok dibandingkan dengan mereka yang merokok. Dalam kondisi ini, efek antioksidan mungkin terhambat oleh paparan rokok, sehingga mempengaruhi kemampuan tubuh untuk menanggapi asupan antioksidan dengan baik.

Paparan Reactive Oxygen Species (ROS) yang tinggi pada pekerja perokok dapat menghambat efektivitas antioksidan dalam tubuh. Asap rokok mengandung senyawa berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan merangsang sistem kekebalan tubuh. Merokok tidak hanya menyebabkan produksi ROS secara langsung, tetapi juga merangsang respons inflamasi yang dapat meningkatkan produksi ROS lebih lanjut dan menciptakan kondisi yang sangat oksidatif dalam tubuh. Sebagai akibatnya, meskipun pekerja perokok mungkin menerima asupan antioksidan tambahan, respons tubuh mereka terhadap antioksidan tersebut bisa terbatas atau tidak optimal karena aktivitas ROS yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan stres oksidatif yang parah dan berkontribusi pada kerusakan sel.

Berdasarkan hasil penelitian, sebelum diberikan perlakuan sebagian besar pekerja yang melakukan aktivitas/latihan fisik sudah memiliki kadar leukosit dalam batas normal, sedangkan pada pekerja yang tidak melakukan aktivitas/latihan fisik, jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal sedikit lebih rendah. Namun, setelah pemberian perlakuan, terjadi peningkatan jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal pada kelompok yang melakukan aktivitas/latihan fisik, sementara tidak ada perubahan yang signifikan pada kelompok yang tidak melakukan aktivitas/latihan fisik. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi antioksidan lebih efektif pada pekerja yang aktif dalam melakukan aktivitas/latihan fisik. Sesuai dengan hasil wawancara, para pekerja home industry sepatu yang melakukan aktivitas/latihan fisik dilakukannya dengan intensitas rendah seperti peregrangan atau olahraga kecil dan senam lansia. Disebutkan bahwa selama aktivitas fisik, produksi ROS dan aktivitas enzim antioksidan dapat meningkat pada saat yang sama. Latihan fisik yang dapat meningkatkan sistem antioksidan adalah latihan fisik dengan intensitas rendah dan intensitas sedang, karena aktifitas fisik pada tingkat ini mengacu pada program aktifitas fisik yang dirancang untuk meminimalkan pengeluaran radikal bebas. Aktifitas Fisik Maksimal (AFM) dapat meningkatkan ambilan oksigen pada sel otot yang aktif, menimbulkan pembentukan radikal bebas yang pada akhirnya dapat menyebabkan peningkatan jumlah leukosit dan mempengaruhi persentase hitung jenis leukosit secara

Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan kadar leukosit sebelum dan sesudah pemberian asupan antioksidan berdasarkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) menunjukkan pola yang menarik. Tidak terdapat perubahan yang signifikan dalam kadar leukosit pada pekerja yang selalu dan kadang-kadang menggunakan APD. Baik sebelum maupun sesudah perlakuan, kelompok pekerja tersebut tetap memiliki kadar leukosit dalam batas normal. Namun, terdapat perubahan pada jumlah pekerja yang tidak pernah menggunakan APD. Sebelum perlakuan, sebagian pekerja yang tidak pernah menggunakan APD memiliki kadar leukosit tidak normal, tetapi setelah diberikan perlakuan terjadi peningkatan jumlah pekerja dengan kadar leukosit normal. Hal ini menunjukkan bahwa, antioksidan dapat lebih efektif pada pekerja yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) karena mereka cenderung memiliki paparan yang lebih tinggi terhadap bahan benzena yang dapat meningkatkan stress oksidatif sehingga mempengaruhi kadar leukosit dalam tubuh. Pekerja yang tidak menggunakan APD juga memiliki perlindungan fisik yang kurang optimal, sehingga risiko paparan langsung

terhadap zat berbahaya lebih tinggi. Kondisi ini membuat efek antioksidan pada tubuh mereka lebih terlihat setelah pemberian perlakuan. Sebaliknya, pekerja yang menggunakan APD memiliki tingkat paparan yang lebih rendah dan perlindungan fisik yang lebih baik, sehingga respons terhadap antioksidan tidak seefektif pada pekerja yang tidak menggunakan APD. Sebagaimana yang dijelaskan dalam penelitian oleh Salem, et al. (16), terjadi kematian sel secara signifikan lebih tinggi pada kelompok pekerja SPBU yang terpapar benzena dan tidak ada satupun dari mereka yang menggunakan masker atau sarung tangan. Sugiri, et al. (10) juga menyebutkan bahwa ada hubungan antara penggunaan APD dengan kondisi fisiologi pekerja di home industry sandal, karena pekerja yang tidak menggunakan APD memiliki pengaruh lebih terhadap pajanan bahan kimia yang ada di dalam lem.

SIMPULAN DAN SARAN

Sebagian besar pekerja home industry sepatu Tambak Osowilangun Surabaya memiliki karakteristik individu berjenis kelamin perempuan yang berada dalam rentang usia produktif, Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan kategori gemuk tingkat berat, dan masa kerja lebih dari lima tahun. Selain itu, mayoritas pekerja memiliki pola aktivitas tidak merokok, melakukan aktivitas/latihan fisik, dan tidak pernah menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) selama bekerja. Secara keseluruhan terjadi perubahan pada kadar leukosit pekerja setelah diberikan perlakuan. Terjadi peningkatan pada jumlah pekerja yang mencapai kadar leukosit normal (92,6%). Namun, masih terdapat beberapa pekerja yang tidak mencapai kadar leukosit normal (7,4%) meskipun telah mengalami perubahan kadar leukosit. Pemberian asupan antioksidan kaya enzim CYP2E1 efektif dalam mengubah kadar leukosit menjadi normal berdasarkan karakteristik individu yang berjenis kelamin perempuan, berusia produktif, memiliki IMT dalam kategori normal, serta memiliki pola aktivitas tidak merokok, melakukan aktivitas/latihan fisik, dan tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) saat bekerja.

Saran bagi pekerja adalah menerapkan pola hidup sehat dengan rutin berolahraga yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan tubuh mereka, terutama bagi pekerja dengan IMT dalam kategori gemuk tingkat berat. Kegiatan olahraga dapat mencakup berbagai jenis aktivitas fisik, seperti jalan cepat, bersepeda, atau senam ringan. Bagi institusi mengadakan pelatihan rutin bagi Unit Kesehatan Kerja (UKK) agar dapat diterapkan pada home industry sepatu yang menjadi daerah binaan puskesmas untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang penyakit yang dapat disebabkan oleh pajanan benzena, gejalanya, dan cara pencegahannya. Pelatihan ini juga dapat mencakup pengenalan metode surveilans kesehatan kerja yang efektif untuk mendeteksi penyakit terkait benzena secara dini. Bagi peneliti lainnya adalah menambahkan kelompok kontrol sebagai pembanding efek dari perlakuan yang diberikan agar dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang efek dari intervensi yang dilakukan. Kelompok kontrol ini dapat membantu dalam membandingkan hasil antara kelompok yang menerima perlakuan dengan kelompok yang tidak, sehingga dapat menentukan sejauh mana perlakuan tersebut efektif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas kesehatan dan kesejahteraan pekerja, serta menjadi pedoman bagi industri rumahan dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kurniawidjaja LM, Fatma L, Mila T, Doni H. Konsep Dasar Toksikologi Industri. Depok: Universitas Indonesia; 2021.
2. Li X, Yuanyuan G, Xiuling S, Yinghua H, Huiwen Z, Hao B, et al. A cross-sectional survey based on blood VOCs, hematological parameters and urine indicators in a population in Jilin, Northeast China. *Environ Geochem Health*. 2019;41(2):1599–615.
3. Michael Gochfeld. Sex Differences in Human and Animal Toxicology: Toxicokinetics. *Toxicol Pathol*. 2017;45(1):172–89.
4. Moro AM, Natalia B, Mariele FC, Marilia B, Elisa S, Gabriela G, et al. Biomonitoring of gasoline station attendants exposed to benzene: Effect of gender. *Mutat Res - Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2017;813:1–9.
5. Darwis D, Mubarak M, Anita S. Risiko Paparan Benzena Terhadap Kandungan Fenol Dalam Urin Pekerja Pengecatan Mobil Di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru Tahun 2017. *Din Lingkung Indones*. 2018;5(1):40.
6. Tenchov R, Sasso JM, Wang X, Zhou QA. Aging Hallmarks and Progression and Age-Related Diseases: A Landscape View of Research Advancement. *ACS Chem Neurosci*. 2024;15(1):1–30.
7. Saraswati SK, Rahmaningrum FD, Pahsy MNZ, Paramitha N, Wulansari A, Ristantya AR, et al. Literature Review : Faktor Risiko Penyebab Obesitas. *Media Kesehat Masy Indones*. 2021;20(1):70–4.
8. Salsabila NN, Indraswari N, Sujatmiko B. Gambaran Kebiasaan Merokok Di Indonesia Berdasarkan Indonesia Family Life Survey 5 (Ifs 5). *J Ekon Kesehat Indones*. 2022;7(1):13.
9. Thyfault JP, Bergouignan A. Exercise and metabolic health: beyond skeletal muscle. *Diabetologia*. 2020;63(8):1464–74.

10. Martínez de Toda I, González-Sánchez M, Díaz-Del Cerro E, Valera G, Carracedo J, Guerra-Pérez N. Sex differences in markers of oxidation and inflammation. Implications for ageing. *Mech Ageing Dev.* 2023;211(February).
11. Ramdiana R, Legiran L. Literature Review: Stres Oksidatif dan Reproduksi Wanita. *J Ilmu Kesehat Masy.* 2023;12(03):202–14.
12. Bestari EM, Sudarmaji, Sulistyorini L. Source of Benzene, Characteristics and Hemoglobin Levels of AHASS Mechanical Workers at Kediri City. *J Kesehat Lingkung.* 2019;11(4):293–9.
13. Rahmawati A. Mekanisme Terjadinya Inflamasi Dan Stres Oksidatif Pada Obesitas. *el-Hayah.* 2014;5(1):1.
14. Wouters K, Gaens K, Bijnen M, Verboven K, Jocken J, Wetzels S, et al. Circulating classical monocytes are associated with CD11c+ macrophages in human visceral adipose tissue. *Sci Rep [Internet].* 2017;7(February):1–8. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1038/srep42665>
15. Jeong HR. Positive Association Between Body Mass Index and Hematologic Parameters , Including RBC , WBC and Platelet Count , in Korean Children and Adolescent. 2021;1–22.
16. Salem E, El-Garawani I, Allam H, El-Aal BA, Hegazy M. Genotoxic effects of occupational exposure to benzene in gasoline station workers. *Ind Health.* 2018;56(2):132–40.