

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KELUHAN FOTOKERATITIS PADA PEKERJA PENGELASAN DI PT X KOTA BATAM TAHUN 2026

Sumarhadi Dwi Kurniawan, Noviyanti, Agung Sundaru Dwi Hendarta

Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Ibnu Sina

Email: 221013241097@uis.ac.id, drny1975@gmail.com, dr.agung@uis.ac.id

ABSTRAK

Pekerja pengelasan berisiko mengalami keluhan subjektif fotokeratitis akibat paparan radiasi ultraviolet dari busur las. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan lama paparan, jarak paparan, dan kepatuhan penggunaan alat pelindung diri mata dan wajah dengan keluhan subjektif fotokeratitis pada pekerja pengelasan di PT X Kota Batam Tahun 2026. Penelitian menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional. Sampel terdiri atas 30 pekerja pengelasan yang dipilih melalui total sampling. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner, lembar observasi, dan pengukuran jarak, kemudian dianalisis menggunakan uji Pearson Chi-Square. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 56,7% responden terpapar pengelasan lebih dari 4 jam per hari, 56,7% bekerja pada jarak lebih dari 45 cm, 63,3% cukup patuh menggunakan APD, dan 66,7% mengalami keluhan dengan frekuensi sedang. Lama paparan tidak berhubungan signifikan dengan keluhan fotokeratitis ($p=0,099$). Jarak paparan berhubungan signifikan ($p=0,002$), sedangkan kepatuhan penggunaan APD tidak berhubungan signifikan ($p=0,056$). Disimpulkan bahwa jarak paparan merupakan faktor yang berhubungan dengan keluhan subjektif fotokeratitis.

Kata kunci: APD, fotokeratitis, jarak paparan, lama paparan, pengelasan

ABSTRACT

Welding workers are at risk of subjective photokeratitis symptoms due to ultraviolet radiation from welding arcs. This study aimed to analyze the relationships between exposure duration, exposure distance, and compliance with eye and face personal protective equipment (PPE) with subjective photokeratitis symptoms among welding workers at PT X, Batam City, in 2026. An observational analytic study with a cross-sectional design was conducted. The sample consisted of 30 welding workers selected through total sampling. Data were collected using questionnaires, observation sheets, and distance measurements, then analyzed using the Pearson Chi-Square test. The results showed that 56.7% of respondents were exposed to welding activities for more than four hours per day, 56.7% worked at distances greater than 45 cm, 63.3% were moderately compliant with PPE use, and 66.7% experienced symptoms at a moderate frequency. Exposure duration was not significantly associated with photokeratitis symptoms ($p=0.099$). Exposure distance was significantly associated with

Article history

Received: Oktober 2026

Reviewed: Oktober 2026

Published: Oktober 2026

Plagirism checker no
234.8576

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under
a [creative commons
attribution-noncommercial
4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

the symptoms ($p=0.002$), whereas PPE compliance was not significantly associated ($p=0.056$). In conclusion, exposure distance was the factor associated with subjective photokeratitis symptoms.

Keywords: exposure distance, exposure duration, photokeratitis, PPE, welding

PENDAHULUAN

Fotokeratitis pada pekerja pengelasan merupakan salah satu permasalahan kesehatan kerja yang penting untuk dikaji karena berkaitan langsung dengan paparan radiasi optik di lingkungan kerja. Proses pengelasan menghasilkan radiasi berupa sinar ultraviolet (UV), cahaya tampak berintensitas tinggi, dan inframerah (IR) yang dapat menimbulkan gangguan pada organ penglihatan, terutama pada permukaan mata seperti kornea dan konjungtiva, apabila paparan terjadi secara terus-menerus tanpa perlindungan yang memadai (Gourzoulidis dkk., 2023). Fotokeratitis merupakan cedera akut pada kornea akibat paparan sinar ultraviolet yang pada pekerja pengelasan sering dikenal sebagai arc eye atau welder's flash, dengan keluhan berupa mata perih, berair, merah, rasa seperti berpasir, silau, dan penglihatan kabur sementara.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) menetapkan batas pajanan radiasi ultraviolet efektif untuk mata dan kulit sebesar 30 J/m^2 dalam periode kerja 8 jam, sehingga besarnya risiko fotokeratitis tidak hanya ditentukan oleh keberadaan sumber radiasi, tetapi juga oleh intensitas radiasi, lama paparan, jarak pekerja dari sumber, dan perlindungan yang digunakan (Vecchia dkk., 2007). World Health Organization melaporkan bahwa lebih dari 2,2 miliar orang di dunia mengalami keluhan fotokeratitis atau kebutaan, dan Bureau of Labor Statistics mencatat lebih dari 20.000 kasus cedera mata akibat kerja dilaporkan setiap tahun, dengan pekerja pengelasan termasuk kelompok berisiko tinggi (Agus Widada dkk., 2020).

Di Indonesia, penelitian oleh Syahrizal (2021) melaporkan bahwa 63,23% pekerja yang terpapar sinar ultraviolet mengalami keluhan subjektif fotokeratitis, sedangkan penelitian Papeo dkk. (2025) menunjukkan hubungan signifikan antara penggunaan alat pelindung diri dengan penurunan penglihatan pada pekerja pengelasan. Kota Batam sebagai salah satu pusat industri galangan kapal dan manufaktur memiliki aktivitas pengelasan yang cukup tinggi, sehingga pekerja berpotensi terpapar radiasi pengelasan yang dapat berdampak pada kesehatan mata apabila tidak dilakukan pengendalian risiko yang optimal.

Fotokeratitis pada pekerja pengelasan dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya lama paparan, jarak pekerja dari sumber radiasi, serta penggunaan alat pelindung diri (Jumali dkk., 2025). Lama paparan menunjukkan lamanya mata pekerja berpotensi menerima radiasi ultraviolet dalam satu hari kerja; semakin lama waktu pajanan, semakin besar akumulasi energi radiasi yang diterima jaringan mata (Yustheresani dkk., 2020). Penggunaan alat pelindung diri (APD) mata merupakan faktor protektif yang berfungsi sebagai penghalang antara radiasi pengelasan dan organ mata, sehingga ketidakpatuhan penggunaannya dapat meningkatkan risiko keluhan fotokeratitis (Atalay, 2024).

Survei awal di PT X Kota Batam pada Februari 2026 terhadap 6 pekerja pengelasan menunjukkan 4 pekerja mengeluhkan fotokeratitis seperti mata perih, berair, dan pandangan kabur setelah bekerja. Sebagian pekerja juga tidak selalu menggunakan APD mata secara konsisten dan bekerja selama 4-6 jam per hari, sehingga berpotensi meningkatkan paparan radiasi ultraviolet terhadap mata. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan lama paparan, jarak paparan, dan penggunaan alat pelindung diri dengan keluhan subjektif fotokeratitis pada pekerja pengelasan di PT X Kota Batam Tahun 2026.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitik observasional dan desain cross sectional, yang mengukur variabel independen dan variabel dependen secara bersamaan dalam satu waktu pengamatan. Penelitian dilaksanakan di area pengelasan PT X, Kota Batam, Kepulauan Riau, pada Maret-Mei 2026. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja pengelasan (welder) di PT X, berjumlah 30 orang, yang seluruhnya diambil sebagai sampel menggunakan teknik total sampling.

Variabel independen terdiri atas lama paparan pengelasan, diukur melalui kuesioner dengan kategori ≤ 4 jam/hari dan > 4 jam/hari; jarak paparan pengelasan, diukur menggunakan meteran dan lembar observasi dengan kategori berisiko (≤ 45 cm) dan tidak berisiko (> 45 cm); serta kepatuhan penggunaan APD pelindung mata dan wajah (welding helmet, welding goggles, face shield), diukur melalui kuesioner dengan kategori tidak patuh ($< 60\%$), cukup patuh ($60-79\%$), dan patuh ($\geq 80\%$). Variabel dependen adalah keluhan subjektif fotokeratitis, diukur menggunakan kuesioner dengan kategori rendah, sedang, dan tinggi. Instrumen kuesioner untuk variabel penggunaan APD dan keluhan fotokeratitis telah diuji validitas (r hitung 0,794-0,950, di atas r tabel 0,361) dan reliabilitas (Cronbach's Alpha 0,953 dan 0,955) sehingga dinyatakan valid dan reliabel.

Data diolah melalui tahap editing, coding, scoring, dan tabulasi, kemudian dianalisis secara univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi setiap variabel, serta secara bivariat menggunakan uji Pearson Chi-Square untuk menguji hubungan antara lama paparan, jarak paparan, dan kepatuhan penggunaan APD dengan keluhan subjektif fotokeratitis, pada tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$. Nilai p -value $< 0,05$ menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara variabel yang diuji.

HASIL

Analisis Univariat

Distribusi frekuensi lama paparan, jarak paparan, kepatuhan penggunaan APD, dan keluhan subjektif fotokeratitis pada 30 pekerja pengelasan PT X Kota Batam Tahun 2026 disajikan pada Tabel 1.

Variabel	Kategori	f	%
Lama Paparan Pengelasan	≤4 jam/hari	13	43,3
	>4 jam/hari	17	56,7
Jarak Paparan Pengelasan	Berisiko, ≤45 cm	13	43,3
	Tidak berisiko, >45 cm	17	56,7
Kepatuhan Penggunaan APD	Tidak patuh, <60%	11	36,7
	Cukup patuh, 60-79%	19	63,3
	Patuh, ≥80%	0	0,0
Keluhan Subjektif Fotokeratitis	Rendah	7	23,3
	Sedang	20	66,7
	Tinggi	3	10,0

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Lama Paparan, Jarak Paparan, Kepatuhan Penggunaan APD, dan Keluhan Subjektif Fotokeratitis

Mayoritas pekerja memiliki lama paparan pengelasan lebih dari 4 jam per hari (56,7%), bekerja pada jarak lebih dari 45 cm dari sumber busur las (56,7%), cukup patuh menggunakan APD (63,3%), dan mengalami keluhan subjektif fotokeratitis kategori sedang (66,7%).

Analisis Bivariat

Hasil uji Pearson Chi-Square untuk hubungan antara lama paparan, jarak paparan, dan kepatuhan penggunaan APD dengan keluhan subjektif fotokeratitis disajikan pada Tabel 2.

Variabel	Kategori	Rendah n(%)	Sedang n(%)	Tinggi n(%)	Total n(%)	p-value
Lama Paparan	≤4 jam/hari	5 (38,5)	8 (61,5)	0 (0,0)	13 (100)	0,099
	>4 jam/hari	2 (11,8)	12 (70,6)	3 (17,6)	17 (100)	
Jarak Paparan	Berisiko, ≤45 cm	7 (53,8)	6 (46,2)	0 (0,0)	13 (100)	0,002
	Tidak berisiko, >45 cm	0 (0,0)	14 (82,4)	3 (17,6)	17 (100)	
Kepatuhan APD	Tidak patuh, <60%	2 (18,2)	6 (54,5)	3 (27,3)	11 (100)	0,056
	Cukup patuh, 60-79%	5 (26,3)	14 (73,7)	0 (0,0)	19 (100)	

Tabel 2. Hubungan Lama Paparan, Jarak Paparan, dan Kepatuhan Penggunaan APD dengan Keluhan Subjektif Fotokeratitis

Uji Pearson Chi-Square menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama paparan pengelasan dengan keluhan subjektif fotokeratitis ($p=0,099$), meskipun seluruh keluhan tinggi (17,6%) ditemukan pada kelompok lama paparan >4 jam/hari. Jarak paparan berhubungan signifikan dengan keluhan subjektif fotokeratitis ($p=0,002$): kelompok jarak tidak berisiko (>45 cm) justru menunjukkan proporsi keluhan sedang-tinggi yang lebih besar (100,0%) dibandingkan kelompok jarak berisiko (46,2%). Kepatuhan penggunaan APD tidak berhubungan signifikan dengan keluhan subjektif fotokeratitis ($p=0,056$), meskipun seluruh keluhan tinggi (27,3%) hanya ditemukan pada kelompok tidak patuh.

PEMBAHASAN

Mayoritas pekerja pengelasan PT X memiliki lama paparan lebih dari 4 jam per hari (56,7%). Dalam konsep dosis pajanan, semakin lama waktu paparan berlangsung, semakin besar akumulasi energi radiasi yang diserap jaringan mata, terutama kornea dan konjungtiva (Vecchia dkk., 2007). Temuan ini sejalan dengan Yustheresani dkk. (2020) yang menemukan paparan radiasi ultraviolet melebihi nilai ambang batas berpengaruh signifikan terhadap keluhan fotokeratitis pada pekerja las informal di Depok ($p=0,006$), meskipun Gourzoulidis dkk. (2023) menekankan bahwa risiko fotokeratitis juga sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi dan jenis proses pengelasan, bukan durasi semata.

Sebagian besar pekerja (56,7%) bekerja pada jarak lebih dari 45 cm dari sumber busur las (tidak berisiko). Berdasarkan hukum kuadrat terbalik, intensitas radiasi berkurang secara proporsional terhadap kuadrat jarak dari sumber radiasi (Kafi dkk., 2022). Hasil ini sejalan dengan Zhafira dkk. (2024) yang menemukan jarak pengelasan berhubungan dengan gejala konjungtivitis fotoelektrik pada pekerja bengkel las, meskipun Hokmabadi dkk. (2019) menekankan bahwa risiko paparan tidak hanya ditentukan jarak fisik, tetapi juga sudut paparan dan refleksi radiasi dari permukaan sekitar.

Kepatuhan penggunaan APD pelindung mata dan wajah pada mayoritas pekerja (63,3%) berada pada kategori cukup patuh, dan tidak ada satu pun pekerja yang mencapai kategori patuh optimal. Atalay (2024) menjelaskan APD sebagai lapisan perlindungan terakhir yang menjadi penghalang fisik antara radiasi ultraviolet dan jaringan mata. Bah dkk. (2021) juga melaporkan lemahnya perlindungan mata pada pekerja las berkontribusi terhadap tingginya prevalensi fotokeratitis, sejalan dengan Syahrizal & Natasya (2022) yang menemukan hubungan penggunaan APD dengan kesehatan mata pada pekerja pengelasan.

Mayoritas pekerja (66,7%) mengalami keluhan subjektif fotokeratitis kategori sedang. Gejala ini terjadi melalui mekanisme fotokimia akibat paparan radiasi UV-B yang diserap jaringan kornea, menyebabkan kerusakan sel epitel melalui proses oksidatif dan aktivasi stres oksidatif yang memicu respons inflamasi (Li dkk., 2022; Herbst dkk., 2023). Temuan ini sejalan dengan Syahrizal (2021) yang menemukan 63,23% pekerja terpapar sinar ultraviolet mengalami keluhan subjektif fotokeratitis, serta Ramdan dkk. (2017) yang menemukan gejala fotokeratokonjungtivitis pada operator las informal di Samarinda.

Hasil uji Chi-Square menunjukkan lama paparan tidak berhubungan signifikan dengan keluhan fotokeratitis ($p=0,099$), berbeda dengan Yustheresani dkk. (2020) yang menemukan hubungan signifikan ($p=0,006$). Perbedaan ini kemungkinan terkait metode pengukuran paparan – penelitian tersebut menggunakan pengukuran intensitas radiasi secara objektif, sedangkan penelitian ini hanya menggunakan durasi paparan yang dilaporkan secara subjektif, di samping keterbatasan ukuran sampel ($n=30$) yang menyebabkan nilai p -value mendekati ambang signifikansi.

Jarak paparan berhubungan signifikan dengan keluhan fotokeratitis ($p=0,002$), namun pola tabulasi silang menunjukkan arah yang tidak sepenuhnya sejalan dengan hipotesis awal, di mana kelompok jarak berisiko (≤ 45 cm) justru menunjukkan proporsi keluhan tinggi yang lebih rendah. Kafi dkk. (2022) menjelaskan bahwa penentuan zona aman radiasi pengelasan bersifat multifaktorial, tidak hanya bergantung pada jarak, tetapi juga sudut paparan, refleksi radiasi, jenis elektroda, dan penggunaan pelindung mata. Pola ini diduga terkait risk compensation behavior, yaitu pekerja pada jarak dekat cenderung lebih waspada dan lebih konsisten menggunakan APD karena menyadari risikonya, sedangkan pekerja pada jarak jauh cenderung lebih longgar dalam penggunaan APD meski tetap terpapar radiasi tidak langsung dari refleksi permukaan sekitar.

Kepatuhan penggunaan APD tidak berhubungan signifikan dengan keluhan fotokeratitis ($p=0,056$), meskipun nilai tersebut sangat mendekati ambang signifikansi dan pola tabulasi silang menunjukkan seluruh keluhan tinggi hanya ditemukan pada kelompok tidak patuh. Atalay (2024) dalam tinjauan sistematis dan meta-analisisnya terhadap studi di Afrika Sub-Sahara menemukan bahwa perlindungan mata yang tidak memadai secara signifikan meningkatkan prevalensi cedera mata pada pekerja pengelasan. Tidak adanya responden pada kategori patuh optimal dalam penelitian ini turut membatasi variasi data sehingga mengurangi kekuatan uji statistik untuk mendeteksi hubungan yang bermakna.

SIMPULAN DAN SARAN

Mayoritas pekerja pengelasan PT X Kota Batam Tahun 2026 memiliki lama paparan lebih dari 4 jam per hari (56,7%), bekerja pada jarak lebih dari 45 cm dari sumber busur las (56,7%), cukup patuh menggunakan APD (63,3%), dan mengalami keluhan subjektif fotokeratitis kategori sedang (66,7%). Jarak paparan pengelasan berhubungan signifikan dengan keluhan subjektif fotokeratitis ($p=0,002$), sedangkan lama paparan ($p=0,099$) dan kepatuhan penggunaan APD ($p=0,056$) tidak berhubungan signifikan, meskipun keduanya menunjukkan pola kecenderungan yang konsisten dengan teori.

Perusahaan disarankan menetapkan dan menegakkan batas maksimal lama paparan pengelasan per hari melalui sistem rotasi kerja dan waktu jeda yang memadai, mengevaluasi desain stasiun kerja agar pekerja dapat bekerja pada jarak aman dari sumber busur las, memperkuat program kepatuhan penggunaan APD pelindung mata dan wajah yang memenuhi standar dan nyaman digunakan, serta menyelenggarakan pemeriksaan kesehatan mata berkala minimal setiap enam bulan bagi pekerja pengelasan guna mendeteksi gangguan mata sejak dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Widada, Rizki Refiyanti, A. K. S. (2020). Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Keluhan Penglihatan Pada Pekerja Bengkel Las Kota Bengkulu.
- Atalay, Y. A. (2024). Systematic review and meta-analysis on prevalence, pattern, and factors associated with ocular protection practices among welders in sub-Saharan Africa.
- Bah, T. M., Ly, M., Baldé, A. I., Sovogui, M. D., Baldé, R., Baldé, A. K., & Délamou, A. (2021). State of Eye Protection for Metal Welders in the Workshops of Conakry. *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, 09(04), 165-172.
- Gourzoulidis, G. A., Bouroussis, C. A., Achtipis, A., Kazasidis, M., & Pantelis, D. (2023). Photobiological hazards in shielded metal arc welding. *Physica Medica*, 106, 102520.
- Herbst, M. J., Kotzur, S., Frederiksen, A., & Stork, W. (2023). Nanosecond Multipulse Retinal Damage Thresholds of Elongated Irradiance Profiles in Explant Measurements and Simulations. *Journal of Biomedical Optics*, 28(12).
- Hokmabadi, R., Taeebi, H., & Fallah, H. (2019). Occupational Exposure to Ultraviolet and Infrared Radiation in Welders. *Archives of Occupational Health*.
- Jumali, M. A., Rusdiantoro, R., Utomo, Y., Pratama, Moch. F. A., & Suntoko, H. (2025). Implementation of Workplace Safety in the Welding Industry: Challenges and Solutions. *Tibuna*, 8(1), 9-14.
- Kafi, A., Nyikes, Z., Schramkó, M., & Kovács, T. A. (2022). Arc Welding Safety Zones Determination as a Function of the UV Radiation. *Journal of Physics Conference Series*, 2315(1), 012029.
- Li, X., Zhang, Z.-Y., Fan, B., Li, Y., Song, D.-J., & Li, G. (2022). PARP-1 Is a Novel Target for Retinal Damage. *Journal Reference*.
- Papeo, N. L., Kadir, L., Masyarakat, J. K., Olahraga, F., & Gorontalo, U. N. (2025). The Relationship Between Welding Machine Operation Habits and Vision Deterioration Among Welding Workshop Workers in Gorontalo City.
- Ramdan, I. M., Mursyidah, S. B., & Jubaedah, S. (2017). Photokeratoconjunctivitis Symptoms Among Informal Welding Operators in North Samarinda, Indonesia. *Global Medical & Health Communication*, 5(2), 144.
- Syahrizal. (2021). Hubungan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kesehatan Mata pada Pekerja Pengelasan. *Studi Kasus di PT. X, Aceh Besar*.
- Syahrizal, S., & Natasya, P. U. (2022). Hubungan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Dengan Kesehatan Mata Pada Pekerja Pengelasan. *Studi Kasus Di PT. X, Aceh Besar. Jurnal Sago Gizi Dan Kesehatan*, 3(1), 109.
- Taherdoost, H. (2016). *Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research*.

- Vecchia, P., Hietanen, M., Deventer, B. E. S. E. van, & Niu, S. (Ed.). (2007). Protecting Workers from Ultraviolet Radiation. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.
- Yustheresani, M. K. I. J., Nurcandra, F., Fitri, A. M., Putri, A. I., & Utari, D. (2020). Ultraviolet Exposure and Photokeratitis Complaints Among Informal Welding Workers in Depok, West Java, Indonesia. *Kesmas National Public Health Journal*, 15(4).
- Zhafira, Z., Riviwanto, M., & Gusti, A. (2024). Hubungan Intensitas Radiasi Ultraviolet, Jarak Pengelasan, dan Karakteristik Pekerja Dengan Gejala Konjungtivitis Fotoelektrik Pada Pekerja Bengkel Las di Kota Bukittinggi.