



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**“KELUHAN SUBJEKTIF PHOTOKERATITIS PADA  
TUKANG LAS DI JALAN BOGOR, BANDUNG TAHUN 2012”**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**A. SRI WAHYUNI S  
0806335441**

**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : A.Sri Wahyuni.S

NPM : 0806335441

Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 Juni 2012

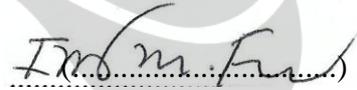
## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : A. Sri Wahyuni.S  
NPM : 0806335441  
Program Studi : S1 Reguler  
Judul Skripsi : Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las  
di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi S1 Reguler Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

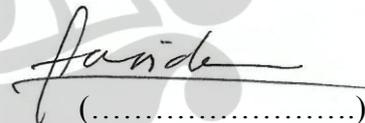
Pembimbing : dr. Izhar M. Fihir, MOH., MPH

  
.....

Penguji I : Dr. Robiana Modjo, S.KM, M.Kes

  
.....

Penguji II : Farida Tusafariah, M.Kes

  
.....

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 29 Juni 2010

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : A.Sri Wahyuni.S  
Nomor Pokok Mahasiswa : 0806335441  
Mahasiswa Program : Sarjana Kesehatan Masyarakat  
Tahun Akademik : 2008/2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

**“KELUHAN SUBJEKTIF PHOTOKERATITIS PADA TUKANG LAS DI SEPANJANG JALAN BOGOR, BANDUNG TAHUN 2012”**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Juni 2010



(A.Sri Wahyuni.S)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dr. Izhar M. Fihir, MOH., MPH selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Skripsi, atas bimbingan, dukungan dan sarannya kepada penulis sejak awal penulis masuk ke jurusan K3 FKM UI hingga saat ini.
2. Bapak Drs. Bambang Wispriyono, Apt, Phd, selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
3. Bapak Drs. Ridwan Z. Sjaaf, MPH selaku Ketua Departemen K3 FKM UI
4. Ibu Dr.Robiana Modjo, S.KM, M.Kes selaku dosen K3 dan penguji skripsi atas kesediaan waktu, bantuan, ilmu dan saran yang diberikan kepada penulis.
5. Ibu Farida Tusafariah, M.Kes selaku penguji skripsi atas kesediaan waktunya, bantuan dan saran yang diberikan kepada skripsi penulis.
6. Ketua Paguyuban Tukang Las Jalan Bogor, Bandung atas segala bantuan, dukungan dan masukkan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Tukang Las Jalan Bogor, Bandung atas kesediaannya menjadi responden dan meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner serta menjawab pertanyaan wawancara.
8. Kepala Laboratorium Hygiene Industry ITB atas kesediaannya meminjamkan alat radiometer UV-B.
9. Orangtua, kakak dan adik ku tercinta serta seluruh anggota keluarga atas doa, nasihat dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis yang tiada hentinya.

10. Sahabat-sahabatku...Triyo....(terima kasih banyak atas bantuannya dalam pengambilan data), fifi, yona,tina, mariyah, pipi, habsah, ami....terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.Love U as Always...^^
11. Teman seperjuangan khususnya mahasiswa bimbingan Pak Izhar (Citra Yuliana, Adelia Dwi Astuti, Agustina Nur Salamah, dan Kak Brian) atas semua hal yang kita lalui dan perjuangkan bersama selama menjalani bimbingan dan konsultasi dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman S1-4 K3 FKM UI angkatan 2008 atas kebersamaan, dan dukungan yang dirasakan selama kuliah.
13. Seluruh teman-teman FKM UI angkatan 2008 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu .....*proud to be a part of '08* “Bangkit....!!!”
14. Seluruh teman-teman kosan Arrizal... Oci, Erni, Lina, Iwid (Terima kasih atas kebaikannya untuk menemani penulis melakukan survey awal di lokasi penelitian), Fitri, Winda, Kak Tina, Kak Fathel, Kak Dewi, Eja’, dan Dita.....atas segala dukungan dan semangatnya.....^^

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 29 Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A.Sri Wahyuni.S  
NPM : 0806335441  
Program Studi : S1 Reguler  
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis Karya : Skripsi

demikian mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak **Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

” Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung  
Tahun 2012”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format, memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 29 Juni 2012

Yang menyatakan



(A.Sri Wahyuni S)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : A.Sri Wahyuni S  
Tempat, Tanggal Lahir : Bantaeng, 12 Januari 1990  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Jl.Merpati Baru No.37 Kec.Bantaeng,  
Kab.Bantaeng, Sulawesi Selatan  
Telepon : 085242528302,085715744597  
Email : ayoun3e@gmail.com / a.sri@ui.ac.id

### Riwayat Pendidikan:

1. Universitas Indonesia Periode 2008-2012  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2. SMUN 1 Bantaeng Periode 2004-2007
3. SLTPN 1 Bantaeng Periode 2002-2004
4. SDN 5 Lembang Cina Bantaeng Periode 1996-2002
5. TK Aisyah Bustanul Athfal Ranting Bantaeng Periode 1995-1996

## ABSTRAK

Nama : A.Sri Wahyuni S  
Program Studi : S1 Reguler  
Judul : Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012

Tukang las pada sektor informal mempunyai risiko photokeratitis karena pajanan terhadap bahaya radiasi sinar UV dengan intensitas cukup tinggi. Salah satu pusat industri pengelasan informal yaitu di daerah sepanjang Jalan Bogor, Bandung. Besarnya intensitas radiasi sinar UV dan terjadinya keluhan subjektif photokeratitis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Survei ini bertujuan untuk melihat kejadian keluhan subjektif photokeratitis dan besarnya intensitas radiasi UV yang memajan tukang las serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Variabel yang diteliti diantaranya faktor lingkungan (kuat arus pengelasan, diameter kawat las, lokasi pengelasan) dan faktor pekerja (usia, jarak sumber pengelasan, lama pajanan, dan penggunaan APD). Keluhan subjektif photokeratitis diukur menggunakan kuesioner dan wawancara terstruktur sedangkan besarnya intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las diukur menggunakan *radiometer UV-B* . Hasil survei menunjukkan prevalensi keluhan subjektif photokeratitis adalah 73,3% dan terdapat hubungan antara intensitas radiasi sinar UV dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis. Kuat arus, diameter kawat las, dan lokasi pengelasan sebagai faktor yang berhubungan dengan intensitas radiasi sinar UV sedangkan lama pajanan dan penggunaan APD sebagai faktor yang berhubungan terhadap keluhan subjektif photokeratitis.

Kata Kunci : Intensitas Radiasi Sinar UV, Keluhan Subjektif Photokeratitis

## ABSTRACT

Name : A.Sri Wahyuni S  
Study Program : Bachelor Degree  
Title : Photokeratitis Subjective Complaints on The Welders in Jalan Bogor, Bandung in 2012

Welders in the informal sector have photokeratitis risk because of UV radiation exposed that contain high intensity. The high of UV radiation intensity and the incidence of subjective complaints of photokeratitis influenced by some factors. The purpose of this survey to see the incidence of photokeratitis subjective complaints, the magnitude of UV radiation that exposes the workers and factors that influence it. Variables examined includes the environmental factors ( electric current welding, diameter of welding wire, and location of welding) and labor factor (age, distance of the welding source, length of exposure, use of PPE). Self administered questionnaire and structured interviews based on subjective symptom of photokeratitis were used to assess photokeratitis subjective complaints and *radiometer UV-B* was used to measure the magnitude of UV radiation that exposes the workers. The analytical result showed the prevalence of photokeratitis subjective complaints was 73,3% and it was related to the intensity of UV radiation. Electric current welding, diameter of welding wire, and location of welding as factors that related to the magnitude of UV radiation and length of exposure and use of PPE as factors that related to photokeratitis subjective complaints.

Key word : Intensity of UV radiation, Photokeratitis Subjective Complaints

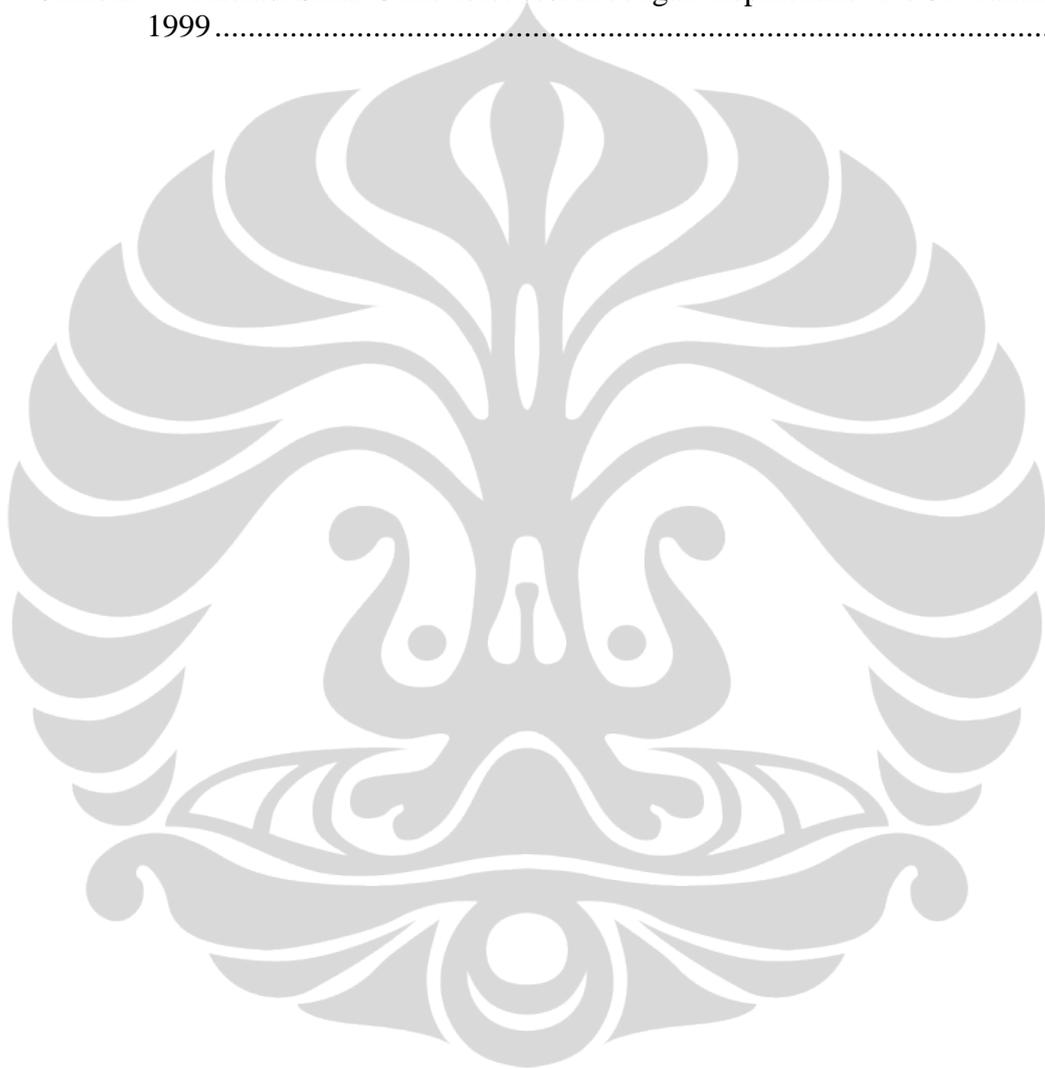
## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Pernyataan .....	iv
Kata Pengantar.....	v
Halaman Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah .....	vii
Daftar Riwayat Hidup .....	viii
Abstrak .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Survei.....	4
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	6
<b>2. KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Definisi dan Jenis Sinar UV .....	7
2.2 Sumber Sinar UV pada Pengelasan .....	8
2.3 Nilai Ambang Batas Radiasi Sinar UV yang diperkenankan .....	9
2.4 Efek Sinar UV terhadap Organ Mata .....	10
2.4.1 Efek Akut terhadap Mata.....	11
2.4.2 Efek Kronik terhadap Mata.....	12
2.5 Anatomi dan Fisiologi Kornea Mata .....	12
2.5.1 Anatomi Mata.....	12
2.5.2 Fisiologi Mata .....	14
2.6 Sinar UV dan Kornea .....	14
2.6.1 Spektrum Sinar UV yang bereaksi dengan Kornea .....	14
2.6.2 Absorpsi Sinar UV oleh Kornea.....	15
2.6.3 Photokeratitis.....	16
2.6.4 Patofisiologi Photokeratitis .....	17
2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Photokeratitis .....	18
2.8 Sintesis.....	22
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Kerangka Konsep .....	24
3.2 Hipotesis .....	25
3.3 Definisi Operasional .....	26

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	31
3.5 Populasi dan Sampel Penelitian .....	31
3.6 Data dan Sumber Data.....	31
3.7 Pengolahan Data .....	33
3.8 Analisis Data.....	34
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Deskripsi Tingkat Radiasi Sinar UV dan Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	36
4.2 Faktor-Faktor yang berhubungan dengan Tingkat Radiasi Sinar UV dan Keluhan Subjektif Photokeratitis .....	41
4.2.1 Faktor Lingkungan.....	42
4.2.2 Faktor Pekerja.....	47
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	53
4.4 Sintesis.....	54
<b>5. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Simpulan .....	56
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik dan Panjang Gelombang .....	8
Gambar 2.2 – Sensitivitas Relative pada mata dan kulit terhadap sinar UV dengan panjang gelombang yang berbeda beda.....	10
Gambar 2.3 Anatomi Mata Manusia.....	11
Gambar 2.4 Absorpsi Sinar UV oleh Kornea.....	15
Gambar 2.5 Absorpsi Sinar UV oleh Mata .....	15
Gambar 3.1 Kerangka Konsep .....	24
Gambar 4.1 Radiasi Sinar Ultraviolet sesuai dengan Kepmenaker No.51 Tahun 1999.....	37



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Waktu Paparan Radiasi Sinar UV yang diperkenankan .....	9
Tabel 2.2 Absorpsi sinar UV oleh bagian-bagian mata yang berbeda.....	16
Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Dependen .....	26
Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel Independen.....	28
Tabel 4.1 Tingkat Radiasi Sinar Ultraviolet yang memajan Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	36
Tabel 4.2 Jumlah dan Persentase Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	38
Tabel 4.3 Jumlah Keluhan Mata yang dirasakan oleh Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	39
Tabel 4.4 Hubungan Tingkat Radiasi Sinar UV dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	40
Tabel 4.5 Jumlah dan Persentase Faktor Lingkungan dan Faktor Pekerja Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	41
Tabel 4.6 Jumlah dan Persentase Kuat Arus yang Digunakan Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	42
Tabel 4.7 Hubungan Kuat Arus dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	43
Tabel 4.8 Jumlah dan Persentase Jenis Diameter Kawat yang Digunakan Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	44
Tabel 4.9 Hubungan Diameter Kawat dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	44
Tabel 4.10 Jumlah dan Persentase Lokasi Kerja Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	45
Tabel 4.11 Hubungan Lokasi Kerja dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	46
Tabel 4.12 Jumlah dan Persentase Usia Pekerja Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	47
Tabel 4.13 Hubungan Usia Pekerja dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	48
Tabel 4.14 Jumlah dan Persentase Jarak Sumber Pengelasan dengan Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	49
Tabel 4.15 Hubungan Jarak Sumber Pengelasan dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	49
Tabel 4.16 Gambaran Distribusi Jarak Sumber Pengelasan dengan Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	50
Tabel 4.17 Hubungan Lama Paparan dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	51
Tabel 4.18 Gambaran Distribusi Penggunaan APD pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012 .....	52
Tabel 4.19 Hubungan Penggunaan APD dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kuesioner
- Lampiran 2. Hasil Olah Data Berdasarkan SPSS
- Lampiran 3. Dokumentasi



## BAB 1

### PENDAHULUAN

Pengelasan yang dilakukan pada sektor informal rentan terhadap berbagai risiko keselamatan dan kesehatan. Hazard yang dapat mengancam tukang las yaitu intensitas radiasi sinar UV yang bisa berdampak pada kejadian photokeratitis pada mata pekerja. Besarnya intensitas radiasi sinar UV dan terjadinya keluhan subjektif photokeratitis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang memengaruhi besarnya intensitas radiasi sinar UV yang mengenai mata dan besarnya keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung akan dibahas dalam skripsi ini.

#### 1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan salah satu kegiatan produksi yang saat ini berkembang. Proses pengelasan memiliki sejumlah besar hazard, baik itu hazard kesehatan maupun hazard keselamatan (Asfahl, 2004). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lyon (1977), fisikawan radiasi optik, terdapat sinar-sinar elektromagnetik yang dihasilkan selama proses pengelasan tersebut dan terkait dengan inderamata yaitu salah satunya sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet merupakan sinar gelombang pendek yang tidak terlihat mempunyai panjang gelombang antara 350-295 nm. Sinar yang paling banyak yang dihasilkan dalam proses pengelasan adalah sinar ultraviolet (UV) . Sinar UV mempunyai panjang gelombang yang pendek dengan frekuensi yang tinggi bila dibandingkan dengan cahaya tampak tetapi mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dibandingkan dengan sinar X. Sinar UV dibagi ke dalam tiga jenis panjang gelombang yang berbeda (*Canadian Centre for Occupational Health & Safety*, 2008) yaitu : UV-A 315-400 nm; UV-B 280-315 nm; UV-C 100-280 nm. Menurut Alatas, dkk (2003), energi sinar UV-B dengan panjang gelombang 280-315 nm sebagian besar diserap kornea dan dapat pula mencapai lensa. Menurut CCOHS (*Canadian Centre for Occupational Health & Safety*) sinar yang paling

umum memberikan dampak nyata bagi mata manusia dan pekerja adalah sinar UV-B.

Photokeratitis dikenal sebagai *flash burn*, *welder's flash*, atau *welder's eye*, lebih sering terjadi pada pekerja pengelasan akibat pajanan sinar UV (E. Peterson, 1985). Photokeratitis merupakan inflamasi akut pada kornea dan konjungtiva yang akan timbul setelah mata terpajan oleh bunga api pengelasan pada jarak dekat (Olishifski, 1985).

Photokeratitis merupakan *eye injury* yang sering mengakibatkan hilangnya kemampuan melihat, setidaknya setengah dari semua kejadian kecelakaan dan kesakitan yang pernah terjadi (McGuire, C, 2011). Sekitar 1/4 dari *injury* pada mata merupakan *injury* yang berhubungan dengan pekerjaan. Sekitar 80% cedera mata yang berhubungan dengan pekerjaan terjadi di manufaktur dan konstruksi, dan selebihnya di agrikultur, pertambangan, dan transportasi. Sekitar 40% dari semua *injury* mata yang berhubungan dengan pekerjaan menyebabkan kerusakan penglihatan permanen (APHA, 2005).

Pada tahun 2003, U.S Departemen Labor melaporkan bahwa cedera mata menyebabkan kerugian finansial sebesar 300 juta dollar/tahun akibat hilangnya hari kerja, pembayaran biaya perawatan, dan biaya kompensasi (Anonymous, 2011). Berdasarkan data Bureau Labor Statistic (BLS), pada tahun 2008, terjadi *injury* mata sekitar 37 % (27.450 kasus) dari kejadian *injury* pada bagian kepala dan mengakibatkan hilangnya hari kerja. Jika dilihat dari karakteristik pekerja, *injury* mata pada pekerja laki-laki lebih besar dibandingkan *injury* mata pada pekerja perempuan, yaitu sekitar 81 %. Kebanyakan *injury* mata terjadi pada pekerja yang berumur antara 25-44 tahun sekitar 54 % dari seluruh kasus *injury* mata pada tahun 2008 di Amerika Serikat (M.Harris, Patrick, 2011).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yu, dkk (2004), disebutkan bahwa di Hongkong dilaporkan terjadi sekitar 8000 kasus *eye injury* dengan prevalensi 125 kasus/100.000 populasi. Dari studi yang dilakukan pada tujuh pusat pengobatan di Taiwan dan menggunakan kumpulan data empat tahun terakhir terkait *injury* mata yang berhubungan dengan pekerjaan serta menggunakan questioner terhadap 283 pekerja, didapatkan bahwa faktor risiko *eye injury* yang paling besar ditemukan pada pekerja laki-laki, pekerja muda, dan

pekerja informal. Jenis *injury* yang paling sering ditemukan adalah photokeratitis (33,12%) yang paling banyak disebabkan oleh pengelasan (30,4%). Pada studi ini juga disebutkan bahwa pelindung mata yang sesuai memberikan kontribusi besar dalam menurunkan risiko terhadap kejadian *injury* mata. (Anynomous, 2009)

Pekerja pengelasan menduduki peringkat kedua dalam hal proporsi pekerja yang mengalami cedera mata. Selain itu, dari sejumlah kejadian *injury* mata yang telah disebutkan, yaitu sekitar 1390 kasus *eye injury* disebabkan karena pajanan bunga api pengelasan dan mengakibatkan *welder's flash* (photokeratitis). (BLS, 2012 dalam Harris, P.M, 2011). Berdasarkan data BLS dalam Goff (2006) menyatakan bahwa sekitar dua juta pekerja berhubungan dengan pengelasan dan sekitar 365.000 mengalami *injury* mata serta mengakibatkan hilangnya 1400 hari kerja.

Dari hasil penelitian Bambang Trisnowiyanto tahun 2002 terhadap pekerja pengelasan listrik di Pasar Semanggi Surakarta di dapatkan 53% mengalami keluhan mata yang menyerupai gejala photokeratitis. Sedangkan pada tahun 1998, hasil penelitian Sonny Prijaya tahun 1998 menyebutkan bahwa prevalensi keluhan mata yang juga menyerupai photokeratitis sebesar 62,2 % pada pekerja las industri kecil Pulogadung Jakarta Timur.

Pada penelitian mengenai perlindungan terhadap radiasi non-ion (termasuk sinar UV) , W.J Marshall et.al menggambarkan beberapa faktor yang berhubungan dengan besarnya intensitas radiasi yang memajan pekerja, yaitu (a) jenis logam dasar/metal yang digunakan (b) diameter kawat las (c) level/kuat arus yang digunakan. Penelitian ini menunjukkan secara jelas bahwa sinar UV yang berasal dari bunga api meningkat seiring dengan meningkatnya arus. Meningkatnya arus mengakibatkan menurunnya waktu aman pekerja tanpa APD juga meningkatkan jarak penglihatan pekerja terhadap bunga api/*sparks*. Demikian pula dengan diameter kawat las, dengan arus yang sama, semakin besar diameter kawat las, semakin besar intensitas radiasinya. (Olishifski,1985). Selain itu, beberapa penelitian menyebutkan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi keterpaparan pekerja terhadap sinar UV seperti jarak sumber pengelasan dengan tubuh pekerja, lama pajanan, alat pelindung diri (APD) yang

digunakan pekerja saat pengelasan, serta lokasi tempat pengelasan apakah *indoor* atau *outdoor* yang bisa memperparah keterpaparan akibat sinar UV dari sinar matahari (Tillman, 2007).

Salah satu pusat industri pengelasan yaitu di daerah sepanjang Jalan Bogor, Bandung. Tempat pengelasan ini terdiri dari beberapa kios-kios kecil milik perseorangan dan telah lama beroperasi. Industri pengelasan ini termasuk kriteria sektor informal. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Cory Angelina dan Katharina Oginawati, Tahun terhadap pekerja pengelasan listrik di tempat yang berbeda (Sepanjang Jalan Bogor, Bandung), pada penelitian ini memperlihatkan bahwa saat pengelasan intensitas sinar UV-B sangat tinggi dan jauh melampaui NAB. Hal ini tentunya akan memberikan pengaruh terhadap kesehatan mata, terbukti dari survei awal yang peneliti lakukan bahwa terdapat beberapa pekerja yang mengalami keluhan mata berair, terasa berpasir dan perih pada saat setelah pengelasan. Keluhan-keluhan ini menunjukkan pekerja mengalami photokeratitis akibat pajanan sinar UV pengelasan. Namun, disisi lain terdapat juga pekerja yang tidak mengeluhkan keluhan kelainan pada matanya sehingga hal inilah yang melatarbelakangi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pekerja pengelasan (tukang las) mempunyai risiko untuk mengalami photokeratitis. Berdasarkan survei awal yang dilakukan peneliti, terdapat keluhan dan gejala photokeratitis dialami oleh beberapa pekerja tukang las di sepanjang Jalan Bogor, Bandung. Penelitian ini akan mengkaji faktor-faktor di tempat kerja yang memengaruhi kejadian photokeratitis pada pekerja las.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi kejadian photokeratitis pada pekerja tukang las di sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menjelaskan gambaran tingkat radiasi sinar UV pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
2. Menjelaskan gambaran kejadian photokeratitis pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
3. Menjelaskan gambaran karakteristik alat las (kuat arus dan diameter kawat) yang digunakan oleh pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
4. Menjelaskan gambaran lama pemaparan pekerja tukang las terhadap sinar UV di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
5. Menjelaskan gambaran jarak antara pekerja dengan *spark*/proses pengelasan pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
6. Menjelaskan gambaran pemakaian alat pelindung diri (APD) pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
7. Menjelaskan gambaran lokasi tempat pengelasan pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung tahun 2012.
8. Menjelaskan hubungan antara karakteristik alat las ( jenis-jenis proses las, kuat arus, dan diameter kawat) yang digunakan oleh pekerja tukang las dengan tingkat radiasi sinar UV.
9. Menjelaskan hubungan antara tingkat radiasi sinar UV, lama pemaparan, pemakaian APD, dan Lokasi Kerja dengan keluhan photokeratitis.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan rekomendasi yang tepat dalam meningkatkan pengendalian dan pencegahan terhadap kejadian photokeratitis pada tukang las atau pekerjaan yang serupa. Penelitian ini membuka

**Universitas Indonesia**

wawasan peneliti terutama dalam implementasi keilmuan K3 di lapangan, dalam hal ini *Industrial Hygiene* secara khusus Radiasi Non-Ion di industri informal. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi tambahan bagi peneliti selanjutnya.

### 1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini akan mengangkat isu tentang faktor-faktor yang memengaruhi kejadian photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor, Bandung. Lokasi penelitian dilakukan di beberapa kios pengelasan di Jalan Bogor, Bandung, Jawa Barat, pada bulan Mei 2012. Sasaran peneliti adalah pekerja tukang las di beberapa kios pengelasan. Lokasi penelitian ini dipilih karena di Jalan Bogor terdapat lebih dari 36 kios pengelasan dan saling berdekatan serta sudah memiliki paguyuban. Selain itu, pada tahun 2008, di lokasi ini sudah pernah dilakukan penelitian tentang besaran pajanan fisis sinar UV-B namun belum begitu mendalam sehingga penelitian ini merupakan penelitian lanjutan.

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari data hasil pemeriksaan keluhan photokeratitis dengan menggunakan kuesioner dan wawancara mendalam serta data hasil pengukuran langsung tingkat radiasi Ultraviolet (UV) yang memajan pekerja. Data sekunder berasal dari data beberapa referensi yang mendukung penelitian seperti buku, jurnal, artikel dan sebagainya. Data diolah dan dianalisis menggunakan *software SPSS (Statistical Package for The Social Science)* 15.00.

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

Sinar UV yang bersumber pada kegiatan pengelasan dapat memberikan efek kesehatan. Salah satu efek kesehatannya ialah terjadinya photokeratitis. Kejadian photokeratitis tergantung dari beberapa faktor.

#### 2.1 Definisi dan Jenis Radiasi Sinar UV

Sinar Ultraviolet (UV) merupakan radiasi elektromagnetik yang terletak di antara sinar tampak (*visible light*) dan X-rays. Spektrum sinar ultraviolet (UV) dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian terdekat sekitar 400-300 nm, bagian terjauh 300-200 nm dan bagian kosong 200- 4 nm (Olishifski,1985).

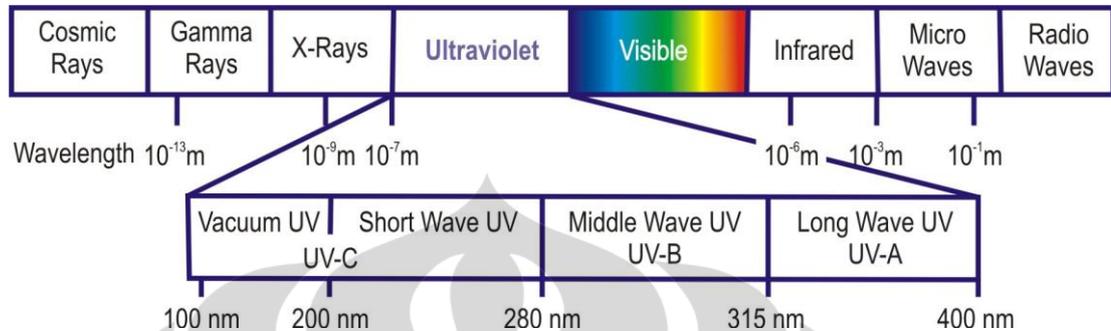
Sinar UV adalah radiasi elektromagnetik seperti cahaya tampak, sinyal radar, dan sinyal radiobroadcast (lihat Gambar 2.1).Radiasi elektromagnetik di transmisikan melalui gelombang. Gelombang dapat digambarkan melalui panjang gelombang atau frekuensi dan amplitudo (intensitas gelombang). Panjang gelombang adalah panjang dari satu siklus gelombang yang sempurna. Untuk spektrum sinar UV, panjang gelombang diukur dalam nanometer (nm), dimana  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

Perbedaan panjang gelombang smenyebabkan perbedaan jenis efek yang ditimbulkan pada manusia. Contohnya, sinar gamma digunakan terapi kanker untuk mematikan sel-sel kanker dan sinar infra merah dapat digunakan untuk menghangatkan.

Sinar UV memiliki gelombang yang pendek (frekuensi tinggi) dibandingkan cahaya tampak tetapi memiliki gelombang yang panjang (frekuensi rendah) dibandingkan sinar X (CCOHS, 2005). Sinar UV dibagi atas tiga tingkatan panjang gelombang :

- UV-C—panjang gelombang 180-280 nm dengan frekuensi sekitar  $10^{16}$  Hz
- UV-B---panjang gelombang 280-315 nm dengan frekuensi sekitar  $10^{15}$  Hz

- UV-C---panjang gelombang 315-400 nm dengan frekuensi sekitar  $10^{14}$  Hz (Tillman, Cherilyin, 2007)



**Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik dan Panjang Gelombang (ICNIRP 14, 2007)**

Pengukuran sinar UV (radiasi optik) menggunakan radiometri/radiometer. Terdapat beberapa istilah radiometric yang digunakan. Istilah “radian power/daya pancaran” dalam watt (W) menggambarkan rata-rata energi yang dihasilkan sebuah sumber radiasi optik. Untuk sumber optikal seperti cahaya lampu, “radiant energy/pancaran energi” dalam Joule menggambarkan hasil dimana satu joule sama dengan satu watt yang dihantarkan dalam satu detik atau wattsecond(W/s). Terdapat dua besaran pengukuran dosimetri kuantitas yang bisa menggambarkan besarnya pajanan sinar UV terhadap manusia, yaitu *irradiance* dan *radiant exposure*. *Irradiance* adalah rata-rata pajanan permukaan dalam watt per meter persegi ( $W/m^2$ ) dan *radiant exposure* adalah energi pancaran per unit area yang terakumulasi dalam interval waktu dalam Joule per meter persegi ( $J/m^2$ ) (ICNIRP 14, 2007).

## 2.2 Sumber Sinar UV pada Pekerjaan Pengelasan

Sumber sinar UV pada pekerjaan pengelasan berasal dari sumber sinar UV alami dan sumber sinar UV buatan. Sumber sinar UV alami yang memajan pekerja pengelasan adalah sinar matahari sebagai sumber utama yang memancarkan sinar UV (Olishifski,1985). Pekerja pengelasan sendiri memiliki

potensi keterpaparan yang tinggi terhadap sinar matahari, terutama pekerja pengelasan yang bekerja di luar ruangan (WHO, 2003). Sedangkan sumber sinar UV buatan yang memajan pekerja pengelasan berasal dari peralatan pengelasannya sendiri (WHO, 1989; McKinlay et al 1988, Sliney and Wolbarsht 1980 dalam ICNIRP 14, 2007).

Sebagai salah satu jenis pekerjaan yang berisiko terhadap pajanan sinar UV, keterpaparan pekerja pengelasan terhadap sinar UV tergolong sangat tinggi (CCOHS, 2005). Hal ini disebabkan karena peralatan pengelasan merupakan salah satu peralatan kerja yang merupakan sumber sinar UV buatan dan dalam pengoperasiannya terjadi pelelehan sehingga dari pelelehan akan timbul busur nyala/percikan bunga api yang memancarkan beberapa sinar antara lain sinar ultraviolet yang membahayakan (Saroso, 1980). Dari proses pengelasan tersebut dapat menghasilkan radiasi yang cukup luas, yaitu mulai dari sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 100-400nm, dan visibel 400-760 nm (Barry S, Levy, David H, Wegman, 1983). Percikan bunga api yang terjadi akan melebihi NAB sinar UV pada selang beberapa detik dengan jarak dekat. Pekerja sangat berisiko terhadap pajanan UV jika tidak dilakukan pengendalian (CCOHS, 2005).

### 2.3 Nilai Ambang Batas Radiasi Sinar UV yang diperkenankan

Menurut KepMenaker No.51 Tahun 1999, waktu pemajanan radiasi sinar UV yang diperkenankan sebagai berikut :

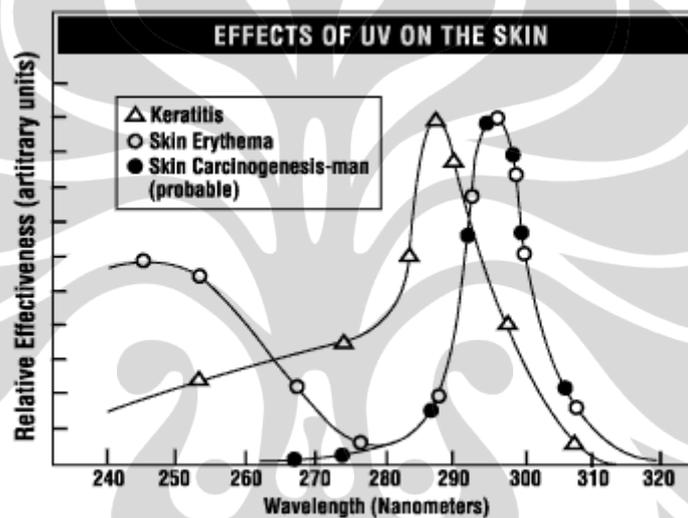
**Tabel 2.1 Waktu Pajanan Radiasi Sinar UV yang diperkenankan**

(Lampiran V, Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: Kep-51/MEN/1999)

Waktu Pemajanan Per Hari	Iridiasi Efektif (eff) $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Waktu Pemajanan Per Hari	Iridiasi Efektif (eff) $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
8 jam	0.1	5 menit	10
4 jam	0.2	1 menit	50
2 jam	0.4	30 detik	100
1 jam	0.8	10 detik	300
30 menit	1.7	1 detik	3000
15 menit	3.3	0.5 detik	6000
10 menit	5	0.1 detik	30000

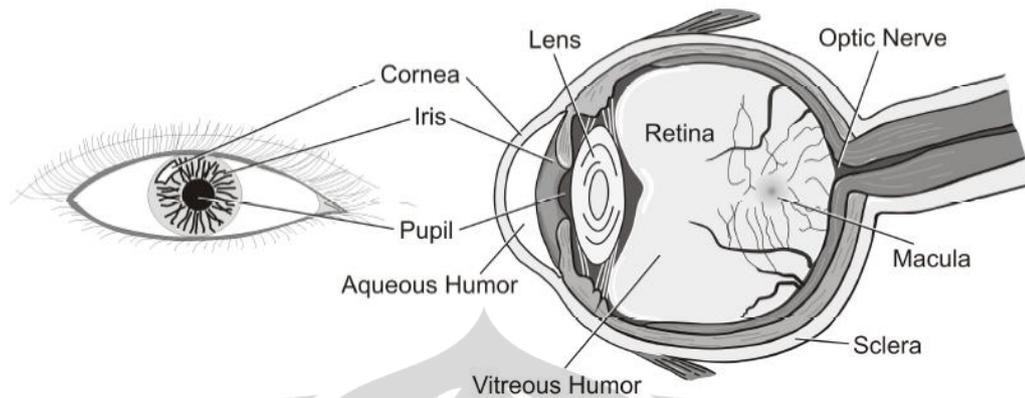
## 2.4 Efek Sinar UV terhadap Organ Mata

Sebagai radiasi non- ion, sinar UV berinteraksi dengan hewan atau pun manusia hanya terbatas pada organ mata dan kulit. Sinar UV yang berlebihan dapat membahayakan kulit dan mata. Ketika radiasi optik ini memajan, bagian-bagian mata lainnya pun melakukan penyaringan, setiap komponen mengabsorbsi panjang gelombang tertentu dengan derajat yang bervariasi. Keparahan terhadap efek pajanan tergantung pada panjang gelombang, intensitas, dan lama pajanan dari radiasi tersebut.(lihat Gambar 2.2). (CCOHS, 2005)



**Gambar 2.2 – Sensitivitas Relative pada mata dan kulit terhadap sinar UV dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. (CCOHS, 2005)**

Mata adalah organ yang paling sensitive terhadap sinar UV. Pajanan UV terhadap mata berhubungan dengan berbagai macam gangguan, termasuk kerusakan pada kelopak mata, kornea, lensa, dan retina (lihat gambar 2.3). Mata, yang terletak di bagian belakang kelopak mata, tersembunyi ke dalam alur wajah. Hal inilah yang membuat mata terlindungi terhadap sinar UV dari beberapa arah. Namun, mata pun tidak terlindungi dengan baik terhadap sinar UV yang berasal dari arah depan dan dari arah samping (ICNIRP 14, 2007).



**Gambar 2.3 Anatomi Mata Manusia (ICNIRP 14, 2007)**

#### **2.4.1 Efek Akut terhadap Mata**

Pajanan sinar UV yang berasal dari cahaya matahari hasil refleksi dari pasir atau salju selama sehari akan menghasilkan akumulasi dosis yang cukup untuk menyebabkan efek buruk pada kornea mata. Seperti kebakaran kulit akibat sinar matahari, gejalanya akan tertunda sampai beberapa jam. Enam jam kemudian, pajanan tersebut akan muncul secara perlahan mulai dari perasaan gatal “mata terasa berpasir”, mata berair, sampai terasa sakit dan *photophobia* (sensitif terhadap cahaya). Hal ini akan menyebabkan reaksi inflamasi pada kornea dan konjungtiva yang biasa dikenal sebagai *photokeratoconjunctivitis*, yang mengakibatkan pembengkakan dan hilangnya sel superfisial kornea dan konjungtiva. Selama 24-48 jam, perasaan sakit akan reda dan sensitivitas terhadap cahaya mulai hilang. Kondisi ini sering disebut *snowblindness* atau *welders flash*. Sebagai tambahan, *injury* pada kornea yang telah ditunjukkan oleh sebuah studi menunjukkan terjadinya pembentukan katarak akut akibat sinar UV dengan panjang gelombang lebih dari 310 nm yang dipancarkan oleh sumber laser atau sumber buatan. (Pitts et al 1977, Hockwin et al 2002). Pada kondisi yang tidak biasa, dimana sinar UV diserap oleh lensa, *injury* pada retina bisa terjadi akibat pajanan gelombang dengan panjang lebih dari 300 nm (Zuclich 1989, Ham et al 1982)

### 2.4.2 Efek Kronik terhadap Mata

Beberapa efek kronik yang ditimbulkan oleh pajanan berlebih terhadap sinar UV yaitu *pterygium*. *Pterygium* merupakan sebuah jaringan fibrosa yang tumbuh pada jaringan kornea yang membuat kornea tidak tembus cahaya. Data epidemiologi secara kuat menerangkan adanya hubungan yang kuat antara pajanan kronik dari sinar UV dengan *pterygium* (Taylor 1992, Taylor 2000, Sliney 2000).

Selain itu, terdapat juga *pingueculum* yang merupakan tumor non maligna pada jaringan di konjungtiva. *Droplet keratitis* merupakan penumpukan lemak pada kornea yang memberikan efek buruk pada transparansi/kejernihan mata dalam melihat. Secara epidemiologi, kedua kondisi ini berhubungan dengan pajanan sinar UV (Taylor 1992).

Berkembangnya katarak, kekeruhan lensa mata yang mengganggu penglihatan, adalah bagian proses penuaan. Data epidemiologi menunjukkan sebuah peningkatan risiko katarak kortikal akibat pajanan sinar UV-B dari matahari (Taylor 1988, McCarty et al 2002, Sasaki et al 2002). Prevalensi kebutaan akibat katarak di seluruh dunia sekitar 50 juta (Brian 2001, Thylefors 2001, WHO 1994). Percobaan terhadap hewan secara jelas menunjukkan bahwa radiasi pajanan UV menghasilkan katarak, namun para ahli tidak setuju pada derajat kontribusi yang berperan adalah pajanan matahari di lingkungan (Sliney 2002).

## 2.5 Anatomi dan Fisiologi Kornea Mata Manusia

### 2.5.1 Anatomi

Kornea adalah selaput bening mata yang dapat menembus cahaya, bersifat jernih, transparan, permukaan yang licin dan merupakan jaringan penutup bola mata sebelah depan yang terdiri dari :

1. *Epitel*, terdiri dari 5 lapis sel *epitel* tidak bertanduk yang saling tumpang tindih, memberikan gangguan sensibilitas kornea, rasa sakit atau mengganjal, daya regenerasi epitel cukup besar, serta dapat diperbaiki dalam beberapa hari tanpa membentuk jaringan parut.

2. *Membrane Bowman*, merupakan membran tipis yang homogen terdiri atas susunan serat kolagen kuat (hampir 200 lapis serat kolagen), berfungsi mempertahankan bentuk kornea, dan kerusakannya akan berakhir dengan terbentuknya jaringan parut.
3. *Stroma*, merupakan lapisan yang paling tebal dari kornea, terdiri atas jaringan kolagen tersusun dalam lamel-lamel berjalan, sejajar dengan permukaan kornea, sifatnya higroskopis yang menarik air, kadar air diatur oleh fungsi pompa sel endotel dan penguapan oleh epitel, dan gangguan dari susunan serat kornea terlihat keruh.
4. *Membrane descemet*, merupakan membrane aseluler, bersifat sangat elastic, tipis, kenyal, kuat, tidak berstruktur, dan bening terletak dibawah stroma. Fungsinya sebagai pelindung atau *barrier* dari infeksi dan masuknya pembuluh darah.
5. *Endotel*, yang berasal dari mesotelium, berlapis satu, berbentuk heksagonal, dan terdiri hanya satu lapis sel. Fungsi pentingnya adalah mempertahankan kejernihan kornea, mempertahankan cairan di dalam stroma kornea. *Endotel kornea* tidak mempunyai daya regenerasi sehingga kerusakannya tidak bisa menormalkan lagi. Dapat rusak atau terganggu fungsinya akibat trauma bedah, penyakit *intraokular*. Pada usia lanjut, jumlah endotel kornea akan berkurang.

*Kornea* tidak mengandung pembuluh darah dan terdiri atas beberapa lapis. Kornea memiliki bentuk cembung dengan jari-jari 8 mm, indeks refraksi 1,3771 dimana bagian diperifer tebal (1 mm) dibanding disentral (0,6 mm). Permukaan belakang jari-jari 6,5 mm dan permukaan depan jari-jari 7,8 mm.

Kornea disarafi oleh banyak saraf sensoris terutama berasal dari saraf siliar longus dan saraf nasosiliar, saraf ke V saraf siliar longus berjalan suprakoroid, masuk ke dalam stroma kornea, menembus membrane bowman melepaskan selubung schwannya. Daya regenerasi saraf sesudah dipotong didaerah limbus terjadi dalam waktu 3 bulan. Trauma atau penyakit yang merusak endotel akan mengakibatkan sistem pompa endotel terganggu sehingga dekomposisi endotel dan terjadi edema kornea. Kornea merupakan tempat pembiasan sinar terkuat,

dimana 40 dioptri dari 50 dioptri pembiasan sinar masuk kornea dilakukan oleh kornea. (Ilyas, 2009)

### **2.5.2 Fisiologi**

Kornea berfungsi sebagai membran pelindung dan jendela yang dilalui berkas cahaya menuju retina. Sifat tembus cahayanya disebabkan strukturnya yang uniform, *avaskuler* dan *deturgenes*. *Deturgenes*, atau keadaan dehidrasi relative jaringan kornea dipertahankan oleh pompa bikarbonat aktif pada *endotel* dan oleh fungsi sawar epitel dan endotel. *Endotel* lebih penting daripada *epitel* dalam mekanisme dehidrasi dan cedera kimiawi atau fisik pada *endotel* jauh lebih berat daripada cedera pada *epitel*. Kerusakan sel-sel endotel menyebabkan edema kornea dan hilangnya sifat transparan. Sebaliknya cedera pada epitel hanya menyebabkan edema lokal stroma kornea sesaat yang akan menghilang bila sel-sel epitel itu telah beregenerasi. Penguapan air dari film air mata prakornea akan mengakibatkan film air mata akan menjadi hipertonic; proses itu dan penguapan langsung adalah faktor-faktor yang menarik air dari stroma kornea superfisialis untuk mempertahankan keadaan dehidrasi .

Penetrasi kornea utuh oleh obat bersifat bifasik. Substansi larut lemak dapat melalui epitel utuh, dan substansi larut air dapat melalui stroma yang utuh. Karenanya agar dapat melalui kornea, obat harus larut lemak dan larut air sekaligus.(Sumardi, Majiid, 2011)

## **2.6 Sinar UV dan Kornea**

### **2.6.1 Spektrum Sinar UV yang bereaksi dengan Kornea**

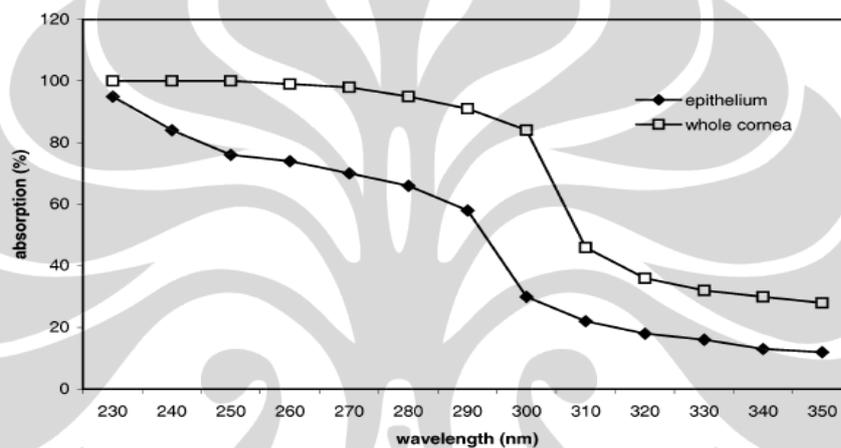
Efek yang besar pada mata akan terlihat pada sinar UV dengan panjang 288 nm (sekitar 280-350 nm), tetapi photokeratitis akan terjadi pada panjang gelombang minimum 270 nm.(E. Peterson. 1985). Panjang gelombang maksimum yang diserap oleh kornea adalah sekitar 280 nm. Penyerapan UV-A oleh lensa mata akan menjadi faktor yang berkontribusi terhadap kejadian katarak.

Spektrum yang beraksi terhadap kerusakan kornea telah ditetapkan sekitar 210-315 nm. Tetapi sinar UV yang dianggap sangat berkontribusi dalam

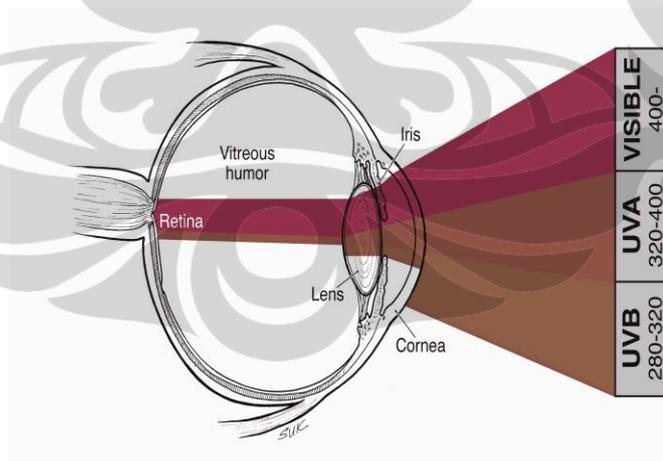
kerusakan kornea adalah sinar UV dengan panjang radiasi 270 nm (Podshocky, 2002).

### 2.6.2 Absorpsi Sinar UV oleh Kornea

Kornea menyerap paling banyak sinar UV dibawah 300 nm, dan epitelium kornea berperan sebagai bagian terbesar dalam penyerapan ini (Kinsey, 1948). Berdasarkan pola ini, epitelium kornea melindungi secara mendalam struktur mata dari sinar UV yang merusak. Sekitar setengah dari energi sinar UV yang diserap oleh kornea dibawah rentan 300 nm, diserap juga oleh stroma kornea.



Gambar 2.4 Absorpsi Sinar UV oleh Kornea (Kinsey, 1948)



Gambar 2.5 Absorpsi Sinar UV oleh Mata

Absorpsi sinar UV oleh beberapa bagian mata ditunjukkan oleh Tabel 2.2. Angka-angkanya menunjukkan persentase sinar UV yang diserap.

**Tabel 2.2 Absorpsi sinar UV oleh bagian-bagian mata yang berbeda (Boettner & Wolter, 1962)**

Range Sinar UV	Kornea	Bagian Anterior	Lensa	Vitreous
< 280 nm	100	-	-	-
300 nm	92	6	2	-
320 nm	47	16	36	1
340 nm	37	14	48	1
360 nm	32	14	52	2

### 2.6.3 Photokeratitis

Kondisi kornea setelah mengalami pajanan akut (singkat) terhadap sinar UV disebut *keratokonjungtivitis photoelektrika* atau *photo-optalmia* atau *photokeratitis*. Pajanan akut terhadap sinar UV selalu diikuti oleh periode laten yang bergantung pada intensitas pajanan tetapi dan yang sering terjadi adalah periode laten sekitar 6-12 jam. (Widmark et al, 1889, Martin, 1912, Friedenwald, et al, 1948 dalam Podschoky, 2002).

Bagian anterior mata, kelopak mata dan kulit sekitarnya berubah menjadi merah. Mata akan terasa berpasir atau terasa seperti terdapat benda asing, dan selanjutnya mata akan menjadi sangat sensitif terhadap cahaya (*photophobia*). Hal ini kemudian diikuti dengan keluarnya air mata secara berlebihan serta menutupnya kelopak mata untuk menghindari kesakitan (*blepharospasm*). Biasanya gejala akut akan bertahan selama 6-24 jam tetapi hampir semua ketidaknyamanan tersebut hilang dalam waktu 48 jam.

*Photokeratitis* adalah inflamasi pada kornea akibat cahaya, yang telah banyak diketahui adalah akibat sinar matahari atau sumber sinar UV buatan lainnya. Sinar UV yang ditangkap oleh mata di serap oleh lapisan jaringan terluar, kornea, dan konjungtiva, dengan menjangkau sedikit ke lensa atau bagian dalam

mata. Karena tidak adanya sensasi akibat keberadaan pajanan cahaya (perasaan sakit), pajanan yang berlebih sinar UV dari sinar matahari atau sumber cahaya lainnya bisa tidak diketahui. Setelah periode laten dari beberapa menit ke beberapa jam, berdasarkan lamanya pajanan, konjungtiva akan terinflamasi, disertai dengan sakit seperti mata terasa berpasir.

*Photokeratitis* yang juga dikenal sebagai *flash burn*, *welder's flash*, or *welder's eye* lebih sering terjadi pada pekerja pengelasan (E. Peterson. 1985). Jenis las yang sering dipakai di dalam industri adalah las jenis listrik dan las jenis gas yang menggunakan gas oksigen las dan acetylene. Acetylenen menghasilkan salah satu lidah api yang panas (6000<sup>0</sup>F,-3315<sup>0</sup>C); gas oksigen las mencapai temperatur (4000<sup>0</sup>F-2204<sup>0</sup>C). Keduanya pun menghasilkan radiasi sinar UV yang besar dan dapat memajan pekerja pengelasan, terutama memajani mata pekerja. (Minton,J., 1949)

#### **2.6.4 Patofisiologi Photokeratitis**

Panjang gelombang 320-280 nm (UV-B) bisa menembus daerah *erythema*. Radiasi UV pada gelombang di daerah ini akan diserap oleh kornea mata, tempat bereaksinya UV pertama kali dengan jaringan keras mata dan secara langsung tidak menimbulkan efek. Selanjutnya, setelah beberapa jam, ketidaknyamanan timbul dan mengakibatkan mata terasa berpasir. Inflamasi kornea dengan lesi yang kecil biasa disebut *keratitis*. (Olishifski,1985)

Radiasi sinar UV yang berasal dari bunga api pengelasan mengiritasi *epitelium kornea superfisial*, yang menyebabkan mitosis, menghasilkan fragmentasi inti sel, dan hilangnya lapisan epitelial. Beberapa eksperimen menunjukkan efek phototoksik ditunjukkan pada kornea, termasuk stroma dan endotelium.

Respon inflamasi pun terjadi. Inflamasi kornea dengan lesi yang kecil biasa disebut *keratitis*. *Keratitis* dibarengi *edema* dan terhalangnya *konjungtiva* serta adanya bercak pada *epitelium kornea* yang dikenal sebagai *superficial punctate keratitis* (SPK). SPK adalah kondisi kornea yang tidak spesifik yang berhubungan dengan berbagai gangguan bagian mata lainnya. Hal ini ditandai dengan adanya sedikit kecacatan pada *epitelium kornea superfisial*. Jika SPK

semakin parah, akan terjadi deskuamasi epitelial total, dibarengi dengan *konjungtival kemosis*, *lakrimasi* dan *blepharospasm* (pembengkakan pada kelopak mata). Pembentukan kembali epitelium akan sering terjadi sekitar 36-72 jam, dan gejala-gejala yang masih ada pun jarang terjadi. Pada umumnya, sakit pada mata dan penurunan ketajaman penglihatan terjadi sekitar 6-12 jam setelah *injury* (Cullen AP, 2002).

## 2.7 Faktor yang Memengaruhi Paparan Sinar UV

Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi paparan sinar UV terhadap pekerja pengelasan. Faktor-faktor tersebut antara lain :

### a. Komponen Spektrum Sinar UV

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, komponen utama sinar UV terbagi dalam tiga golongan, yaitu UV-A, UV-B, dan UV-C, yang masing-masing memiliki pengaruh biologik yang berbeda-beda (CCOHS, 2005). Dari ketiga komponen tersebut, komponen UV-B (dengan panjang gelombang 315-280 nm) mempunyai pengaruh biologi terbesar, terutama berdampak pada mata, yaitu photokeratitis. Efek yang besar pada mata akan terlihat pada sinar UV dengan panjang 288 nm (sekitar 315-280 nm), tetapi photokeratitis akan terjadi pada panjang gelombang minimum 270 nm. (E. Peterson. 1985).

### b. Intensitas dan Dosis Radiasi

Sampai saat ini belum ada ketentuan yang pasti mengenai intensitas dan dosis radiasi sinar UV terhadap tenaga kerja las, tetapi tingginya intensitas radiasi sinar UV dapat memengaruhi kejadian photokeratitis (Tenkate, T.D, 1998). Intensitas radiasi sinar UV dalam proses pengelasan dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya :

### ➤ **Jenis Las**

Terdapat berbagai macam jenis las yang dapat digunakan dalam pengelasan. Jenis-jenis las yang biasa digunakan yaitu jenis las SMAW, GMAW, GTAW, Gas Welding, Las Listrik, dan Las Karbit (Bent Sjogren, MD, 1988). Jenis las yang sering dipakai di dalam industri adalah las jenis listrik dan las jenis gas yang menggunakan gas oksigen las dan acetylene. Acetylenen menghasilkan salah satu lidah api yang panas ( $6000^{\circ}\text{F}$ ,  $-3315^{\circ}\text{C}$ ); gas oksigen las mencapai temperatur ( $4000^{\circ}\text{F}$ - $2204^{\circ}\text{C}$ ). Keduanya pun menghasilkan radiasi sinar UV yang besar dan dapat memajan pekerja pengelasan, terutama memajani mata pekerja. (Minton,J., 1949).

Tetapi menurut Olifhifski (1985), pengelasan listrik merupakan salah satu sumber sinar UV berlevel tinggi di industri. Diantara beberapa proses yang bisa memberikan pajanan UV, pengelasan listrik memberikan efek yang paling besar terhadap pekerja dibandingkan dengan proses lainnya. Sejalan dengan penelitian Olifhifski, penelitian lain yang membandingkan penyakit mata akibat pengelasan diantara tukang las yang memakai las karbit dengan tukang las yang menggunakan las listrik menyebutkan bahwa jenis las listrik lebih berbahaya dibandingkan las karbit (K.G. Davied, et al, 2007).

### ➤ **Jenis Diameter Kawat Las**

Di dalam pengelasan, terdapat beberapa jenis kawat las yang banyak dipergunakan, yaitu 2,6 mm dan 3,2 mm. W.J Marshall et.al menyatakan bahwa terdapat hubungan antara intensitas radiasi dengan diameter kawat las, dimana semakin besar diameter kawat las, maka akan semakin besar pula intensitas radiasi sinar UV yang akan dihasilkan (Olifhifski, 1985).

➤ **Kuat Arus Alat Las**

Sejalan dengan diameter kawat las, hubungan antara kuat arus dengan radiasi juga berbanding lurus. Meningkatnya radiasi sinar UV yang berasal dari sumber pengelasan seiring dengan meningkatnya arus yang digunakan (Olifhifski, 1985).

➤ **Lokasi Pengelasan**

Lokasi pengelasan juga merupakan salah satu faktor yang bisa meningkatkan intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las. Lokasi pengelasan terkait besarnya sinar matahari langsung yang memajan tukang las serta refleksi sinar matahari tersebut dari permukaan bumi (misalnya salju, tanah, dan air) (Diffey, B.L.,1995; Holman, C.D.J.,et al, 1983, dan Tenkate, T.D, 1998)

c. **Lama Pajanan**

Lama pajanan juga menjadi salah satu faktor yang memperparah terjadinya *welders flash/flash burn* , semakin lama pajanan terhadap radiasi sinar UV semakin memperparah terjadinya *welders flash* (Olifhifski, 1985). Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian di Taiwan yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata lama pajanan antara responden yang terpajan selama 41,1 menit, 16,9 menit, dan 1 detik dengan kejadian *photokeratokonjungtivitis* (PKC) (Yuan-Lung Yen, MD, et.al, 2004).

d. **Jarak dari Sumber**

Jarak merupakan salah satu faktor yang memegaruhi pajanan terhadap radiasi sinar UV. Hal ini didukung oleh penelitian di Taiwan yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara kejadian *photokeratokonjungtivitis* (PKC) pada jarak kurang dari 80 cm dengan kejadian *photokeratonjungtivitis* (PKC) pada jarak lebih dari 80 cm (Yuan-Lung Yen, MD, et.al, 2004).

#### e. Perlindungan terhadap Radiasi Sinar UV

Pajanan radiasi sinar UV terutama terjadi pada mata dan kulit pekerja, maka dari itu diperlukan pelindung diri berupa APD untuk mengurangi risiko *photokeratitis* (*googles* , atau pelindung mata yang sesuai standar). (Olishifski,1985 ; Diffey, B.L.,1995; Holman, C.D.J.,et al, 1983). Selain itu, penggunaan APD (misalnya topi, *goggles*, *sunscreen*, *faceshield*, kacamata) berbagai perlindungan secara *engineering*, administratif, dan APD yang melindungi pekerja berpengaruh terhadap risiko pajanan sinar UV (Tenkate, T.D, 1998).

Pernyataan Tenkate, T.D, tahun 1998, di dukung oleh sebuah survei pada sebuah sekolah alam *National Outdoor Leadership School* (NOLS) yang menyatakan bahwa 87% kasus *photokeratitis* terjadi pada peserta yang tidak menggunakan kacamata dan 13% kasus *photokeratitis* terjadi pada peserta yang menggunakan kacamata tanpa penghalang pada bagian samping kacamata (Scott E.McIntosh, MD, et al, 2011). Selain itu, terdapat juga penelitian yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang erat antara penggunaan APD dengan kejadian PKC (Yuan-Lung Yen, MD, et.al, 2004 ; Olanrewaju M. Oriowo, et.al, 2000).

#### f. Kondisi Internal Tukang Las

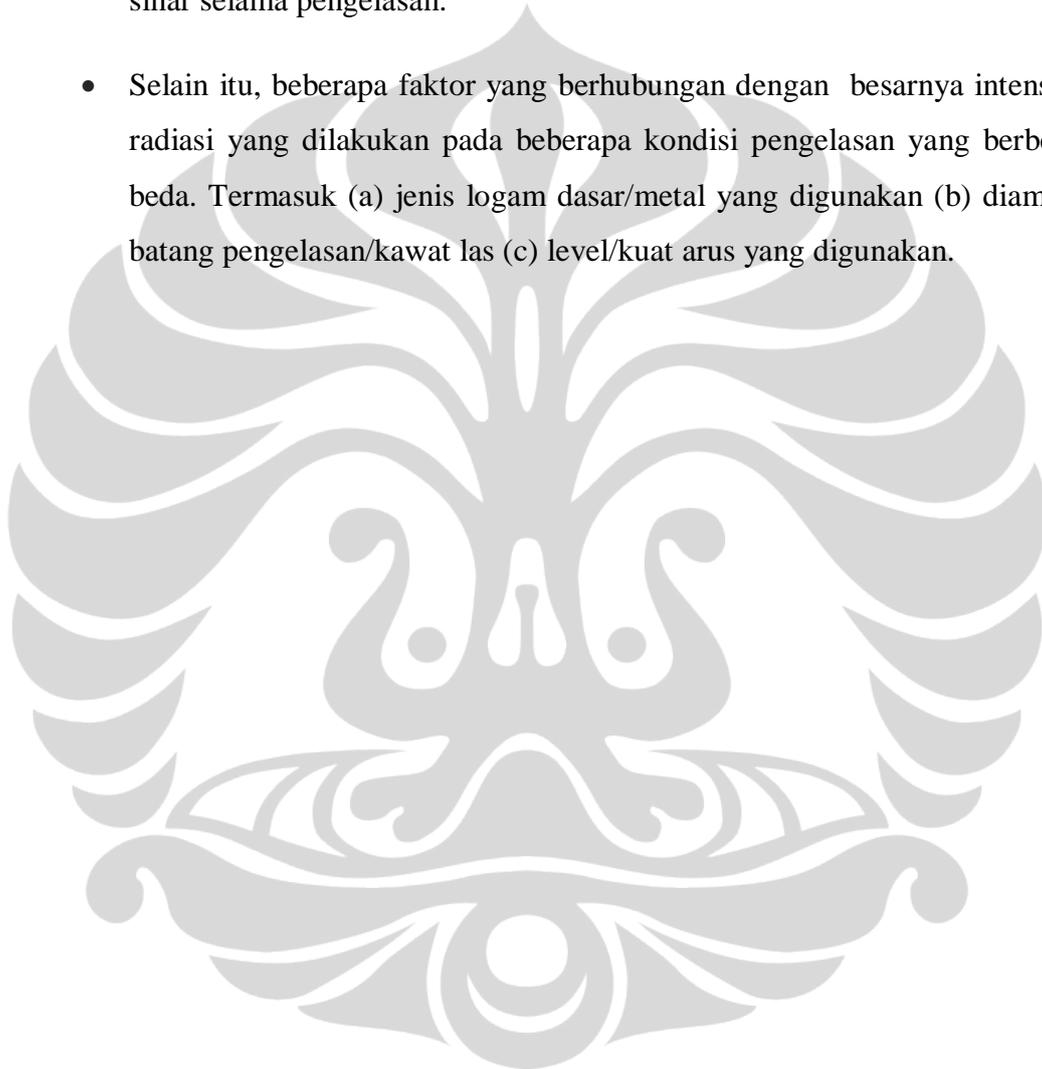
Kondisi internal tukang las yang terkait dengan pajanan sinar UV, yaitu :

- Usia individu (khususnya pada pajanan sinar UV yang sangat sensitif terhadap usia). Dengan bertambahnya usia akan terjadi penurunan sensitivitas dan fragilitas pada kornea yang ditimbulkan oleh rangsangan mekanis. Sampai usia 40 tahun fragilitas kornea masih sama. Namun setelah itu akan meningkat (R.S Maryam, dkk, 2008).
- Aktivitas rekreasi (berski, dan berjemur diri). (Tenkate, T.D, 1998)
- Perilaku (pajanan pada waktu sinar UV dari matahari berada pada titik puncak). Risiko akan semakin besar ketika terpajan di tengah hari. (Tenkate, T.D, 1998 ; Diffey, B.L.,1995; Holman, C.D.J.,et al, 1983).

## 2.9 Sintesis

- Sinar ultraviolet (UV) merupakan radiasi elektromagnetik yang terbagi atas UV-A, UV-B, dan UV-C berdasarkan panjang gelombangnya. Perbedaan panjang gelombang radiasi menyebabkan perbedaan jenis efek yang ditimbulkan pada manusia. Jika dibandingkan dengan jenis sinar UV yang lain, UV-B memiliki kontribusi besar dalam memberikan efek buruk terhadap kesehatan manusia.
- Sumber sinar UV alami dan terbesar adalah matahari. Sedangkan sumber sinar UV buatan berasal dari berbagai macam peralatan. Salah satu sumber sinar UV buatan yang sering memajan manusia (terutama pekerja) adalah radiasi dari bunga api pengelasan.
- Kulit dan mata merupakan organ yang sangat sensitif terhadap radiasi sinar UV dan pengelasan merupakan salah satu pekerjaan yang memiliki risiko pajanan radiasi sinar UV yang besar (terutama radiasi sinar UV-B).
- Salah satu efek radiasi sinar UV terhadap mata manusia yaitu *photokeratitis*, atau yang paling sering dikenal *welder's flash/arc eye/flash burn/photokeratokonjungtivitis*.
- *Photokeratitis* paling sering dialami oleh pekerja pengelasan atau pada individu yang sering terpajan dengan sinar UV. *Photokeratitis* merupakan *injury* pada bagian kornea mata akibat pajanan akut (singkat) terhadap sinar UV. Gejala *photokeratitis* ditandai dengan mata terasa berpasir atau seperti terdapat benda asing, mata akan sensitive terhadap cahaya (*photophobia*) serta keluarnya air mata secara berlebihan. *Photokeratitis* akan terjadi pada panjang gelombang minimum 270 nm (UV-B).
- Pengukuran sinar UV (radiasi optik) menggunakan radiometri/radiometer yang hasilnya ditulis dalam satuan watt per meter persegi ( $W/m^2$ ) atau  $\mu Watt/cm^2$ .
- Risiko terhadap dampak buruk dari pajanan radiasi sinar UV dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lokasi pajanan, penggunaan APD, perilaku individu, sumber radiasi, aktivitas rekreasi, dan usia individu,

- Untuk sumber radiasi sinar UV buatan (khususnya pada sebuah pekerjaan), spektrum dan intensitas sumber, jarak dari sumber, dan berbagai perlindungan secara *engineering*, administratif, dan APD yang melindungi pekerja berpengaruh terhadap risiko pajanan sinar UV.
- Keparahan dari *photokeratitis* dipengaruhi oleh beberapa faktor, (a) lama pajanan, (b) variasi panjang gelombang, (c) level energi luminens dan sinar selama pengelasan.
- Selain itu, beberapa faktor yang berhubungan dengan besarnya intensitas radiasi yang dilakukan pada beberapa kondisi pengelasan yang berbeda-beda. Termasuk (a) jenis logam dasar/metal yang digunakan (b) diameter batang pengelasan/kawat las (c) level/kuat arus yang digunakan.

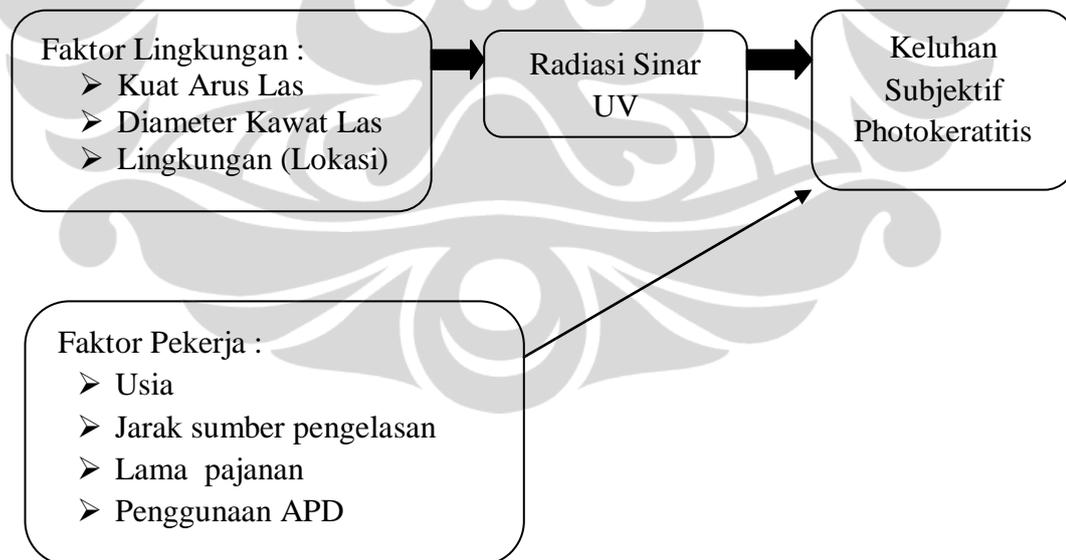


## BAB 3

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metoda survei dan data dikumpulkan secara *cross sectional*. Survei dilakukan dengan menggunakan kuesioner, observasi dan wawancara untuk mengetahui pekerja mengalami keluhan *photokeratitis* serta melakukan pengukuran radiasi menggunakan *radiometer UV-B* untuk mengetahui tingkat sinar UV-B yang memajan pekerja pengelasan di sepanjang Jalan Bogor, Bandung. Selain itu dilakukan pengukuran kuat arus dengan menggunakan *amperemeter* dan pengukuran diameter batang las yang digunakan saat pengelasan dengan menggunakan *mikrometer sekrup*. Hasil yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor yang memegaruhi keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Sepanjang Jalan Bogor, Bandung. Data yang diperoleh berupa data primer yang diperoleh berdasarkan kuesioner dan hasil pengukuran serta data sekunder yang berasal dari kepustakaan untuk mendukung survei yang dilakukan.

#### 3.1 Kerangka Konsep



**Variabel Independen**

**Variabel Dependen**

**Gambar 3.1 Kerangka Konsep**

Universitas Indonesia

Kerangka konsep disintesis berdasarkan hasil penelitian dari W.J Marshall et.al dalam Olishifski (1985), Tenkate (1998) dan beberapa hasil penelitian yang berhubungan dengan pajanan sinar UV pada pekerja pengelasan yang terdapat pada kajian pustaka.

### 3.2 Hipotesis

1. Adanya hubungan antara besar kuat arus dengan tingkat radiasi sinar UV pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
2. Adanya hubungan antara ukuran diameter kawat las yang digunakan dengan dengan tingkat radiasi sinar UV pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
3. Adanya hubungan antara lokasi kerja dengan tingkat radiasi sinar UV pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
4. Adanya hubungan antara tingkat radiasi sinar UV dengan keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
5. Adanya hubungan antara usia pekerja dengan keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
6. Adanya hubungan antara jarak sumber pajanan dengan keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
7. Adanya hubungan antara lama pajanan radiasi sinar UV dengan keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, tahun 2012.
8. Adanya hubungan antara pemakaian APD dengan keluhan photokeratitis pada pekerja tukang las di Jalan Bogor,Bandung, 2012.

### 3.3 Definisi Operasional

#### 3.3.1 Variabel Dependen

**Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Dependen**

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Keluhan Photokeratitis	<p>Keluhan mata subjektif yang dirasakan tukang las setelah melakukan pengelasan dalam 3 bulan terakhir. Ada keluhan tersebut ditentukan bila terdapat minimal 3 gejala setelah melakukan pengelasan, yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Mata terasa berpasir</li> <li>2.Mata sering berair (keluar air mata)</li> <li>3.Silau (<i>Photopobia</i>)</li> <li>4.Kelopak mata bengkak</li> </ol>	Kuesioner/Wawancara	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ada Keluhan</li> <li>- Tidak Ada Keluhan</li> </ul>	Nominal

	5.Terasa terbakar			
	6.Perih			
	7.Gangguan penglihatan/kabur			
	Gejala timbul setelah pengelasan.			
2	Radiasi Sinar UV	Besarnya radiasi sinar UV yang memajan pekerja dan merupakan hasil pengukuran radiasi efektif rata-rata tertinggi pada wilayah mata pekerja. Pengukuran dilakukan disamping salah satu mata pekerja.	Radiometer UV-R ....Satuan $E_{eff} = \mu W/cm^2$	Kontinyu

## Tabel 6. Variabel Dependen

### 3.3.2 Variabel Independen

**Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel Independen**

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Lokasi	Tempat Melakukan Pengelasan : Outdoor, Indoor, Semi dilihat secara observasional oleh peneliti.  Outdoor : 75% pengelasan dilakukan diluar ruangan tanpa ada penghalang dari sinar matahari langsung  Indoor : 75% pengelasan dilakukan di dalam ruangan  Semi : 50% pengelasan dilakukan di dalam dan di luar ruangan atau di luar ruangan tetapi masih terdapat pelindung dari sinar	Observasi	- Outdoor - Indoor - Semi	Nominal

		matahari langsung			
3.	Kuat Arus Las	Besar kuat arus dalam amper yang digunakan dalam pengelasan saat penelitian dilakukan	Ampere meter Satuan : Ampere		Kontinyu
4.	Diameter Kawat Las	Besar diameter kawat las yang digunakan pada saat pengelasan	Mikrometersekrup Satuan :milimeter		Kontinyu
5.	Usia	Usia responden pada saat wawancara dalam tahun di bulatkan ke atas.	Kuesioner/Wawancara	- $\leq 40$ tahun - $> 40$ tahun	Ordinal
6.	Jarak sumber pengelasan	Jarak antara sumber pengelasan dengan mata responden	Meteran Satuan : cm	- $\leq 60$ cm - $> 60$ cm	Ordinal
7.	Lama pajanan	Pernyataan responden mengenai lama kerja perhari khusus pengelasan dihitung dalam menit.Untuk las listrik dihitung berapa jumlah kawat listrik yang habis digunakan dikali waktu yang dibutuhkan 1 batang	Kuesioner Satuan : Menit		Ordinal

---

kawat las.

- |           |                |   |                     |  |
|-----------|----------------|---|---------------------|--|
| <b>8.</b> | Penggunaan APD | Pernyataan responden mengenai penggunaan APD saat dia bekerja | Kuesioner/Wawancara | <ul style="list-style-type: none"><li>- Sangat Baik Interval (10-11)</li><li>- Baik (8-10)</li><li>- Buruk (&lt;8)</li></ul> |
|-----------|----------------|---|---------------------|--|

Universitas Indonesia

### 3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Survei dilakukan di 36 kios pengelasan informal Jalan Bogor, Bandung. Survei ini dilakukan selama bulan Mei tahun 2012.

### 3.5 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam survei ini merupakan seluruh pekerja di 36 kios pengelasan sepanjang Jalan Bogor, Bandung yaitu berjumlah 61 orang. Sampel dalam penelitian ini adalah tenaga kerja yang terpajan oleh radiasi sinar Ultraviolet dan memiliki kriteria sebagai berikut :

- a. Pekerja masih aktif bekerja di tempat itu
- b. Telah bekerja minimal 3 bulan

Kriteria ini mengikuti kriteria sampel yang digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian Sonny Prijaya Warouw tahun 1998. Berdasarkan kriteria tersebut, sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 45 orang responden pekerja las.

### 3.6 Data dan Sumber Data

#### 1. Keluhan Subjektif Photokeratitis

Keluhan dinilai menggunakan kuesioner berdasarkan gejala photokeratitis yang dirasakan responden. Keluhan mata subjektif yang dirasakan tukang las setelah melakukan pengelasan dalam 3 bulan terakhir. Ada keluhan tersebut ditentukan bila terdapat minimal 3 gejala setelah melakukan pengelasan, yaitu :

- a. Mata terasa berpasir.
- b. Mata sering berair (keluar air mata).
- c. Silau (*Photophobia*)
- d. Kelopak mata bengkak
- e. Terasa terbakar

f. Perih

g. Gangguan penglihatan/kabur

## 2. Radiasi Sinar UV

Pengukuran besarnya sinar UV menggunakan *radiometer UV-B*. Pengukuran intensitas radiasi sinar ultraviolet dengan Radiometer UV-B dengan sensitivitas  $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Pengukuran dilakukan dengan mendekatkan sensor alat ke bagian mata pekerja dengan asumsi besar intensitas sinar UV-B yang terdeteksi oleh alat sama dengan yang tertangkap oleh mata pekerja. Pengukuran dilakukan sekitar pukul 09.00-14.30 dimana pada waktu tersebut titik puncak tertinggi sinar UV dari sinar matahari.

## 3. Diameter Kawat Pengelasan

Besar diameter kawat las yang digunakan pada saat pengelasan diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup.

## 4. Kuat Arus

Pengukuran besar kuat arus yang mengalir alat las pada saat pengelasan menggunakan ampere meter.

## 5. Jarak Sumber pengelasan

Jarak responden terhadap sumber pengelasan diukur menggunakan meteran.

6. Lokasi kerja, usia, lama pajanan, dan penggunaan APD responden diperoleh melalui kuesioner, observasi dan wawancara terstruktur secara langsung kepada responden.

### 3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memberikan nomor dan kode pada setiap kuesioner dan lembar hasil pengukuran yang diperoleh
2. Melakukan pengecekan termasuk kelengkapan dan kejelasan isi pada kuesioner dan hasil pengukuran
3. Keluhan photokeratitis dinilai menggunakan kuesioner berdasarkan gejala photokeratitis yang dirasakan responden. Keluhan mata subjektif yang dirasakan tukang las setelah melakukan pengelasan dalam 3 bulan terakhir. Ada keluhan tersebut ditentukan bila terdapat minimal 3 gejala setelah melakukan pengelasan, yaitu :mata terasa berpasir, mata sering berair (keluar air mata), silau (*photophobia*), kelopak mata bengkak, terasa terbakar, perih, dan gangguan penglihatan/kabur, kemudian dilakukan pengelompokan dengan kategori :
  - Tidak Ada Keluhan (Jika responden merasakan kurang dari 3 gejala photokeratitis setelah melakukan pengelasan )
  - Ada Keluhan (Jika responden merasakan 3 atau lebih gejala photokeratitis setelah melakukan pengelasan)
3. Untuk Lokasi Kerja dinilai berdasarkan observasi, kemudian dilakukan pengkategorian sebagai berikut :
  - Outdoor (75% pengelasan dilakukan diluar ruangan)
  - Indoor (75% pengelasan dilakukan di dalam ruangan)
  - Semi (50% pengelasan dilakukan di dalam atau di luar ruangan)
4. Untuk variabel penggunaan APD dinilai berdasarkan kuesioner dan dihitung berdasarkan 4 pertanyaan yang ada dan setiap jawaban dari pertanyaan tersebut memiliki point. Kemudian dilakukan pengelompokkan dengan kategori sebagai berikut:

- Sangat Baik (10-11). Tukang las akan termasuk dalam kategori ini jika tukang las menggunakan APD seperti *googles*, *faceshield*, dan baju pengelasan yang sesuai dengan standar setiap bekerja.
  - Baik (8-10). Tukang las akan termasuk dalam kategori ini jika menggunakan *googles* setiap bekerja.
  - Buruk (<8). Tukang las akan termasuk dalam kategori ini jika tidak menggunakan APD yang tidak sesuai standar dalam bekerja, seperti hanya menggunakan kacamata hitam biasa sebagai pelindung mata dalam bekerja.
4. Untuk variabel tingkat radiasi, kuat arus, diameter batang las, usia, jarak sumber pengelasan, dan lama pajanan dilakukan pengkategorisasian berdasarkan nilai mean untuk variabel usia dan nilai median untuk variabel tingkat radiasi, kuat arus, diameter batang las, jarak sumber pengelasan, dan lama pajanan, dikarenakan distribusi data yang tidak normal.
  6. Semua data di masukan ke perangkat lunak *Microsoft Excel 2007* yang kemudian data diolah dengan program statistik.

### 3.8 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dengan cara analisis univariat untuk mengetahui distribusi frekuensi responden untuk setiap variable yang diteliti. Selain itu juga dilakukan analisis bivariat untuk mengetahui hubungan antara variable independent dengan variable dependen.

Untuk mengetahui hubungan antara variabel kategorik dengan variabel kategorik dilakukan analisis *chi square*. Sedangkan untuk mengetahui hubungan antara variabel kategorik dan numerik dilakukan analisis T-test dengan membandingkan nilai *mean* diantara dua variabel. Selain itu, untuk mengetahui hubungan antara variabel numerik dengan variabel numerik dilakukan analisis regresi linier. Hasil analisis disajikan dalam bentuk teks dan tabel.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung diukur dengan wawancara terstruktur berdasarkan keluhan subjektif photokeratitis yang dirasakan tukang las selama tiga bulan terakhir serta dilakukan pengukuran tingkat radiasi sinar UV yang memajan tukang las dengan menggunakan radiometer UV-B. Hasil pengukuran intensitas radiasi sinar UV dengan menggunakan radiometer UV-B menyatakan **nilai radiasi sinar UV yang tinggi yaitu rata-rata 30,79  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$** . Nilai radiasi yang tinggi juga turut memengaruhi besarnya keluhan subjektif photokeratitis yang dirasakan oleh tukang las, dimana hampir tiga perempat tukang las di Jalan Bogor, Bandung **mengalami keluhan subjektif photokeratitis yaitu sebesar 33 responden (73,3 %)** dan selebihnya menyatakan **tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis sebanyak 12 responden (36,7%)**. Adanya rata-rata tingkat radiasi sinar UV yang tinggi diikuti dengan tingginya keluhan subjektif photokeratitis dapat dikendalikan dengan memberikan berbagai perlindungan seperti *engineering control*, *administrative control*, dan *PPE* (APD) terhadap tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

#### **4.1 Deskripsi Tingkat Radiasi Sinar UV dan Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

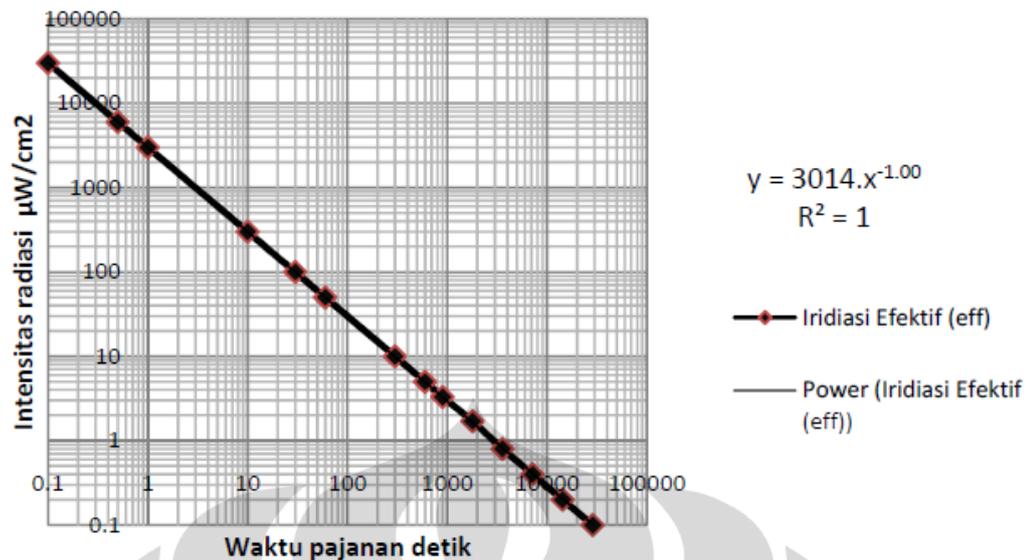
Dalam survey ini, pengukuran tingkat radiasi sinar UV diukur dengan menggunakan alat radiometer UV-B dengan titik sampel 45 titik sebesar jumlah sampel pekerja yaitu 45 orang.

Tabel 4.1

**Tingkat Radiasi Sinar Ultraviolet yang memajan Tukang Las di Jalan Bogor,  
Bandung Tahun 2012**

Variabel	Mean Median	SD	Minimal-Maksimal	95% CI
Radiasi Sinar UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	30.79 29.33	14.187	12.8-81.2	26.53-35.05

Nilai *mean* radiasi sinar UV sebesar  $30,79 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  atau rata-rata radiasi sinar UV yang memajan tukang las pada saat pengelasan di Jalan Bogor Bandung sekitar  $30,79 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  selama 1 hari bekerja. Nilai *median* radiasi sinar UV sebesar  $29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  sedangkan besar rata-rata radiasi maksimum dan minimum yang memajan tukang las yaitu  $81,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan  $12,8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dari hasil estimasi interval dapat disimpulkan bahwa 95% diyakini rata-rata radiasi sinar UV yang memajan tukang las adalah diantara 25,53 sampai dengan 35,05  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Berdasarkan data hasil kuesioner yang telah diolah diketahui bahwa rata-rata pengelas umumnya dapat bekerja dengan melihat sinar ultraviolet per hari selama 3,5 jam. Intensitas yang diperbolehkan menurut Kepmenaker No.51 tahun 1999 untuk lama kontak dengan sinar ultraviolet 3,5 jam adalah sebagai  $2,753 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Nilai tersebut diperoleh dari persamaan  $y = 3014 x^{-1}$  yang diperoleh dari tabel 2 diplot terhadap waktu pemaparan per hari yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1**

### **Radiasi Sinar Ultraviolet sesuai dengan Kepmenaker No.51 Tahun 1999**

Intensitas radiasi sinar ultraviolet saat pengelasan ternyata melebihi nilai ambang batas yang ditentukan yaitu nilai ini berada di atas nilai ambang batas  $2,753 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  atau 15 kali lebih besar dari nilai ambang batas. Nilai intensitas ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan NAB-nya. Nilai yang tercatat merupakan nilai rata-rata yang ditunjukkan oleh alat, peneliti juga memperhatikan terkadang nilai yang tertangkap oleh sensor alat mencapai ratusan hingga melebihi  $103 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

Dengan demikian intensitas yang terdeteksi walaupun tidak terlalu sering tertangkap oleh sensor alat namun intensitas itu telah sampai ke mata pekerja. Kondisi ini tentu sangat mengganggu kenyamanan pekerja serta mengancam kesehatan mata pekerja. Nilai intensitas yang tercatat saat pekerja mulai mengelas merupakan akumulasi sinar ultraviolet yang bersumber dari matahari dan dari sinar percikan yang terjadi akibat gesekan. antara bagian negatif dan positif kawat las. Lingkungan Jalan Bogor untuk keadaan tanpa pekerjaan las telah terpajan sinar UV-B yang melebihi standarnya, dengan adanya kegiatan pengelasan maka intensitas yang diterima pekerja akan jauh lebih tinggi. Besar intensitas ultraviolet sangat dipengaruhi oleh waktu pengelasan, apakah pagi, siang, ataupun sore (Tenkate, 1998). Pengukuran radiasi sinar UV dilakukan pada saat siang hari yaitu pada pukul 09.00-14.30 WIB dimana pada waktu tersebut merupakan waktu

puncak matahari memancarkan radiasi sinar UV dengan intensitas yang besar. Selain itu, keadaan cuaca pada hari saat pengukuran sangat cerah tanpa awan sehingga semakin memperbesar intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las di Jalan Bogor, Bandung. Ditambah lagi dengan jenis las yang digunakan oleh seluruh tukang las di Jalan Bogor, Bandung yaitu las listrik yang merupakan jenis las yang menghasilkan radiasi sinar UV yang besar dan dapat memajan pekerja pengelasan, terutama memajani mata pekerja. (Minton,J, 1949, K.G. Davied, et al, 2007). Tingginya intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las juga dipengaruhi oleh refleksi sinar matahari dari permukaan bumi (Diffey, B.L.,1995, Holman, C.D.J.,et al, 1983).

Besarnya rata-rata intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las di Jalan Bogor, Bandung memiliki kesesuaian dengan terjadinya keluhan subjektif photokeratitis.

**Tabel 4.2**

**Jumlah dan Persentase Keluhan Subjektif Photokeratitis Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

<b>Keluhan Subjektif Photokeratitis</b>	<b>Jumlah</b>	<b>%</b>
Ya	33	73.3
Tidak	12	26.7
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Untuk mengetahui gambaran photokeratitis pada pekerja pengelasan dilakukan pengukuran dengan menggunakan kuesioner berdasarkan gejala keluhan mata subjektif yang dirasakan tukang las setelah melakukan pengelasan dalam selama 3 bulan terakhir. Ada keluhan tersebut ditentukan bila terdapat minimal 3 gejala setelah melakukan pengelasan. Sampel pada survei ini berjumlah 45 orang. Penentuan keluhan photokeratitis menggunakan minimal 3 gejala dilakukan dengan alasan jika hanya 1 atau 2 gejala bisa kemungkinan gejala tersebut bukan termasuk gejala photokeratitis melainkan gejala *injury* mata yang lain (Warouw, Sonny Prijaya, 1998).

Dari 45 responden tukang las di Jalan Bogor, Bandung, terdapat 33 responden (73,3%) yang termasuk mengalami keluhan photokeratitis karena mengalami minimal 3 gejala photokeratitis, yaitu mata terasa ada benda asing (seperti pasir), banyak mengeluarkan air mata, silau, mata terasa panas atau terbakar, perih, kelopak mata bengkak, dan penglihatan kabur ( E.peterson, 1985). Sedangkan sisanya sebanyak 12 responden (26,7%) tidak termasuk mengalami keluhan photokeratitis karena gejala yang dirasakan hanya satu atau dua gejala dari gejala photokeratitis dan bahkan terdapat responden yang menyatakan tidak mengalami keluhan gangguan mata sama sekali pada tiga bulan terakhir.

**Tabel 4.3**

**Jumlah Keluhan Mata yang dirasakan oleh Tukang Las di Jalan Bogor,  
Bandung Tahun 2012**

<b>Keluhan</b>	<b>Jumlah</b>
<b>Rasa ada benda asing (seperti pasir)</b>	<b>27</b>
<b>Banyak mengeluarkan air mata</b>	<b>25</b>
<b>Silau</b>	<b>23</b>
<b>Mata terasa panas/terbakar</b>	<b>11</b>
<b>Perih</b>	<b>24</b>
<b>Kelopak Mata Bengkak</b>	<b>9</b>
<b>Penglihatan Kabur</b>	<b>14</b>

Dari tabel diatas terlihat keluhan mata yang dirasakan responden bervariasi. Frekuensi keluhan terbanyak yang dirasakan oleh responden setelah pengelasan adalah terasa ada benda asing (seperti pasir) di mata, yaitu sekitar 27 responden. Keluhan mata selanjutnya yang sering dialami responden adalah banyak mengeluarkan air mata (25 responden), mata terasa perih (24 responden),

dan terasa silau (23 responden). Keluhan subjektif lainnya yang dialami oleh tukang las adalah penglihatan kabur (14 responden), mata terasa panas (11 responden) dan kelopak mata bengkak sebagai keluhan subjektif yang kurang dirasakan oleh tukang las (9 responden).

Hasil tersebut menunjukkan adanya kesesuaian antara besarnya rata-rata intensitas radiasi UV dengan besarnya kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung. Kesesuaian ini diinterpretasikan sebagai semakin besarnya rata-rata intensitas radiasi sinar UV yang memajan akan semakin banyaknya responden atau tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis. Hubungan kedua hal ini bisa dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.4**

**Hubungan Tingkat Radiasi Sinar UV dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Keluhan Subjektif Photokeratitis	Mean	SD	SE	P	
				Value	N
Ya	34.886	14.09	2.454	0.001	33
Tidak	19.566	6.29	18.098		12

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa rata-rata tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis mendapatkan pajanan radiasi sinar UV sebesar  $34,886 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  sedangkan tukang las yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis mendapatkan pajanan radiasi sinar UV sebesar  $19,566 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Data ini menunjukkan bahwa tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis mendapat pajanan yang lebih besar dibandingkan dengan tukang las yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis. Hal ini diperkuat dengan hasil uji statistik yang menunjukkan **P value = 0,001 ( $p < \alpha$ )**, artinya **terdapat hubungan yang signifikan antara rata-rata radiasi sinar UV yang dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung**. Pernyataan ini sesuai dengan hasil dari berbagai penelitian menyatakan bahwa photokeratitis merupakan inflamasi pada kornea akibat adanya pajanan akut radiasi sinar UV baik itu akibat sinar matahari ataupun

akibat sumber UV buatan lainnya seperti dari tempat kerja, salah satunya bunga api pengelasan. (Tenkate, 1998, E.Peterson,1985, Widmark et al, 1889, Martin, 1912,dan Friedenwald, et al, 1948). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas radiasi sinar UV dengan keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

#### 4.2 Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Tingkat Radiasi Sinar UV dan Keluhan Subjektif Photokeratitis

Jumlah dan presentase variabel-variabel faktor lingkungan dan faktor pekerja serta hubungannya dengan tingkat radiasi sinar UV dan keluhan subjektif photokeratitis disajikan dalam bentuk tabel beserta nilai p (*p-value*) hasil uji statistik *chi-square* (untuk variabel kategorik dan kategorik) dan *T-test* (untuk variabel kategorik dan numerik). Distribusi faktor lingkungan dan faktor pekerja pada tabel 4.6.

**Tabel 4.5**

#### Jumlah dan Persentase Faktor Lingkungan dan Faktor Pekerja Pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012

	Variabel	Kategori	Jumlah	%
Faktor Lingkungan	Kuat Arus	≤ 80 Ampere	23	51,1
		> 80 Ampere	22	48,9
		<b>Total</b>	45	100
	Diameter Kawat Las	2,6 mm	39	86,7
		3,2 mm	6	13,3
		<b>Total</b>	45	100
Lokasi Pengelasan	Outdoor	16	35,6	
	Semi	29	64,4	
	<b>Total</b>	45	100	
Faktor Pekerja	Usia	≤ 40 Tahun	15	33,3
		> 40 Tahun	30	66,7
		<b>Total</b>	45	100
	Jarak Sumber Pengelasan	≤ 60 cm	29	64,4
		> 60 cm	16	35,6

Universitas Indonesia

	<b>Total</b>	45	100
<b>Lama Pajanan</b>	≤ 7 Jam	27	60
	> 7 Jam	18	40
	<b>Total</b>	45	100
<b>Penggunaan APD</b>	Baik	8	17,8
	Buruk	37	82,2
	<b>Total</b>	45	100

#### 4.2.1 Faktor Lingkungan dengan Tingkat Radiasi Sinar UV

##### a. Kuat Arus

**Tabel 4.6**

**Jumlah dan Persentase Kuat Arus yang Digunakan Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

<b>Kuat Arus (Ampere)</b>	<b>Jumlah</b>	<b>%</b>
60	18	40
70	4	8.9
80	3	6.7
90	9	20
100	3	6.7
110	5	11.1
120	3	6.7
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Kuat arus merupakan besarnya muatan listrik yang melewati kawat penghantar listrik alat las yang dipakai oleh tukang las di Jalan Bogor, Bandung. Kuat arus yang digunakan oleh tukang las di Jalan Bogor, Bandung berkisar antara 60 A sampai 120 A. Dari 45 responden, paling banyak menggunakan kuat arus sebesar 60 A, yaitu 18 responden (40%). Kemudian disusul kuat arus sebesar 90 A sebanyak 9 responden (20%), kuat arus 110 A sebanyak 5 responden (11,1%), 70 A sebanyak 4 responden (8,9%), dan 80 A, 100 A, serta 120 A masing-masing sebanyak 3 responden (6,7%).

Tabel 4.7

**Hubungan Kuat Arus dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las  
di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Variabel	R	R <sup>2</sup>	Persamaan Garis	P value
<b>Kuat Arus</b>	0,6834	0,401	Radiasi Sinar UV = 4,962+17,886*Kuat Arus	<b>0,005</b>

Dari 36 kios pengelasan di Jalan Bogor, Bandung rata-rata atau bahkan hampir semua menggunakan pengelasan jenis las listrik yang pastinya sumber energinya berasal dari listrik dan secara otomatis membutuhkan kuat arus untuk mengaktifkan alat las tersebut. Penggunaan kuat arus juga disesuaikan dengan daya listrik yang berasal dari PLN yang digunakan oleh setiap kios pengelasan. Setiap toko atau kios pengelasan menggunakan kuat arus yang berbeda-beda sehingga radiasi sinar UV yang dihasilkan juga berbeda. Pada tukang las yang bekerja di tempat atau kios yang sama mendapat pajanan radiasi sinar UV yang sama dikarenakan kuat arus yang digunakan juga sama.

Dari hasil analisis regresi linier sederhana, diketahui **hubungan kuat arus dengan tingkat radiasi sinar UV menunjukkan hubungan kuat ( $r = 0,6834$ ) dan berpola positif artinya semakin besar kuat arus yang dipakai semakin besar radiasi yang dipancarkan**. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh W.J Marshall et.al dalam Olishifski tahun 1985 yang menyatakan bahwa radiasi sinar UV yang berasal dari bunga api meningkat seiring dengan meningkatnya arus. Meningkatnya arus mengakibatkan menurunnya waktu aman pekerja tanpa APD juga meningkatkan jarak penglihatan pekerja terhadap bunga api. Nilai koefisien dengan determinasi 0,401 artinya, persamaan garis regresi yang kita peroleh dapat menerangkan 40,1 % variasi tingkat radiasi sinar UV atau persamaan garis yang diperoleh cukup baik untuk menjelaskan variabel radiasi sinar UV. Hasil uji statistik didapatkan ada hubungan yang signifikan antara kuat arus dengan tingkat radiasi sinar UV ( $p = 0,005$ ). Dari kedua nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan

yang signifikan antara kuat arus yang dipakai dengan tingkat radiasi sinar UV pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

### b. Diameter Kawat Las

Dalam kegiatan pengelasan dengan menggunakan jenis las listrik, kawat las merupakan hal yang sangat penting. Pada pekerjaan pengelasan di Jalan Bogor, Bandung, terdapat dua jenis diameter kawat las yang paling banyak digunakan yaitu kawat las diameter 2,6 mm dan kawat las diameter 3,2 mm. Paling banyak responden menggunakan kawat diameter 2,6 mm sebanyak 39 responden (86,7%) dan selebihnya 6 responden (13,3%) yang menggunakan kawat diameter 3,2 mm. (lihat Tabel 4.9)

**Tabel 4.8**

**Jumlah dan Persentase Jenis Diameter Kawat yang Digunakan Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Diameter Kawat Las	Jumlah	%
2,6 mm	39	86,7
3,2 mm	6	13,3
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

**Tabel 4.9**

**Hubungan Diameter Kawat dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Diameter Kawat Las	Tingkat Radiasi Sinar UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )				Total	OR (95% CI)	P Value
	$\leq 29,33$		$> 29,33$				
	N	%	N	%			
<b>2,6 mm</b>	26	57.7	13	28.8	39	<b>0.33</b>	<b>0.0005</b>
<b>3,2 mm</b>	0	0	6	13.3	6	<b>(0.214-0.520)</b>	
<b>Total</b>	26	57.8	19	42.2	45		

Nilai tengah dari tingkat radiasi sinar UV ialah 29,33  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dikarenakan distribusi data tidak normal, maka untuk survei ini peneliti

**Universitas Indonesia**

melakukan pengelompokan tingkat radiasi sinar UV berdasarkan nilai tengah menjadi  $\leq 29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan  $> 29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dari hasil analisis, distribusi diameter kawat las yang digunakan oleh tukang las di Jalan Bogor, Bandung menunjukkan bahwa rata-rata tukang las menggunakan kawat las berdiameter 2,6 mm yaitu sekitar 39 responden (86,5%), dimana 26 responden (57,7%) terpajan radiasi sinar UV kurang dari  $29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  dan selebihnya 13 responden (28,8%) terpajan radiasi sinar UV lebih dari  $29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Sedangkan terdapat 6 responden (13,3%) menggunakan kawat las berdiameter 3,2 mm dan semuanya menghasilkan kuat arus lebih dari  $29,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dari hasil uji statistik, proporsi ini menunjukkan nilai **P value = 0,0005 ( $p < \alpha$ )** sehingga dapat disimpulkan bahwa **terdapat hubungan yang signifikan antara jenis diameter kawat las yang digunakan dengan radiasi sinar UV yang dihasilkan**. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh W.J Marshall et.al, 1977 dalam Olishifski tahun 1985 yang menyatakan bahwa diameter kawat las merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan besarnya intensitas radiasi yang dihasilkan dalam kegiatan pengelasan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara diameter kawat las yang dipakai dengan besarnya intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

### c. Lokasi Kerja

**Tabel 4.10**  
**Jumlah dan Persentase Lokasi Kerja Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

<b>Lokasi Kerja</b>	<b>Jumlah</b>	<b>%</b>
<i>Outdoor</i>	16	35,6
Semi	29	64,4
<b>Total</b>	45	100

Tabel 4.11

**Hubungan Lokasi Kerja dengan Tingkat Radiasi Sinar UV pada Tukang Las  
di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Lokasi Pengelasan	Mean ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	SD	SE	P Value	N
<i>Outdoor</i>	38,3	19,17	4,65	<b>0,004</b>	17
<i>Semi</i>	26,24	7,27	1,37		28

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata tukang las di Jalan Bogor, Bandung bekerja di lokasi kerja kategori semi, artinya lokasi kerja dimana 50% pengelasan dilakukan di dalam dan di luar ruangan atau di luar ruangan tetapi masih terdapat pelindung dari sinar matahari langsung. Paling banyak responden yang bekerja pada lokasi semi yaitu 29 responden (64,4%) dan selebihnya di lokasi *outdoor* sebanyak 16 responden (35,6%). Rata-rata tukang las yang bekerja di lokasi *outdoor* terpajan radiasi sinar UV sebesar  $38,3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  sedangkan tukang las yang bekerja di lokasi semi rata-rata terpajan radiasi sinar UV sebesar  $26,24 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Data ini menunjukkan bahwa tukang las di jalan Bogor, Bandung yang bekerja di lokasi *outdoor* mendapat pajanan radiasi sinar UV yang lebih besar dibandingkan dengan tukang las yang bekerja di lokasi semi. Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji statistik yang menunjukkan **nilai P (P value) = 0,004** ( $p < \alpha$ ), artinya terdapat **hubungan signifikan** antara lokasi kerja (lokasi pengelasan) dengan tingkat radiasi sinar UV yang memajan tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

Besarnya radiasi sinar UV yang diterima oleh tukang las yang bekerja di lokasi *outdoor* disebabkan karena adanya tambahan pajanan radiasi sinar UV secara langsung berasal dari sinar matahari yang merupakan sumber sinar UV alami dan terbesar sehingga sangat berpengaruh terhadap besarnya radiasi sinar UV yang memajan (Olishifski, 1985). Selain pajanan langsung, radiasi sinar UV dari matahari bisa direfleksikan secara tidak langsung melalui tanah atau permukaan disekitarnya sehingga menambah juga besarnya radiasi yang memajan. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian yang menyebutkan bahwa salah satu

faktor yang bisa memperparah/memengaruhi pajanan terhadap radiasi sinar UV yaitu refleksi dari permukaan bumi ( misalnya salju, tanah, dan air) (Diffey, B.L.,1995, Holman, C.D.J.,et al, 1983). Selain itu, pengukuran radiasi sinar UV (pengambilan data) dilakukan \ di dalam waktu puncak radiasi sinar UV meningkat yaitu sekitar pukul 09.00-14.30 sehingga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi besarnya radiasi sinar UV yang memajan tukang las yang bekerja di lokasi *outdoor*. Dari pemaparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara lokasi kerja/lokasi pengelasan dengan intensitas radiasi sinar UV.

#### 4.2.2 Faktor Pekerja dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis

##### a. Usia

**Tabel 4.12**

**Jumlah dan Persentase Usia Pekerja Tukang Las Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

<b>Usia</b>	<b>Jumlah</b>	<b>%</b>
≤ 40 Tahun	15	33,3
> 40 Tahun	30	66,7
<b>Total</b>	45	100

Rata-rata umur responden adalah 35,49 tahun dengan standar deviasi 11,484 tahun. Rentang umur responden adalah 16 sampai 60 tahun. Rentang ini sudah memenuhi klasifikasi umur pekerja laki-laki, yaitu 16-64 tahun.

Tabel 4.13

**Hubungan Usia Pekerja dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada  
Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Usia	Keluhan Subjektif Photokeratitis				Total	OR (95% CI)	P Value
	Ya		Tidak				
	N	%	n	%			
≤ 40 Tahun	19	42.2	11	24.4	30	0.123 (0.014-1.070)	0.074
> 40 Tahun	14	31.1	1	2.2	15		
<b>Total</b>	33	73.3	12	26.6	45		

Usia tukang las termuda dalam survei ini yaitu 16 tahun dan usia tertua yaitu 60 tahun serta nilai rata-rata/*mean* usia tukang las yaitu 35,49. Berdasarkan kajian pustaka diketahui bahwa dengan bertambahnya usia akan terjadi penurunan sensitivitas dan fragilitas pada kornea yang ditimbulkan oleh rangsangan mekanis seperti radiasi sinar UV. Sampai usia 40 tahun, fragilitas kornea masih tetap sama. Namun setelah itu akan meningkat (RS., Maryam, dkk, 2008). Oleh karena hasil kajian pustaka tersebut maka peneliti mengelompokkan usia menjadi kelompok dibawah atau sama dengan 40 tahun ( $\leq 40$  tahun) dan kelompok usia lebih dari 40 tahun ( $>40$  tahun). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 11 responden yang berumur kurang dari 40 tahun dan 1 responden yang berumur 40 tahun yang tidak merasakan keluhan subjektif photokeratitis. Melalui hasil uji statistik, diperoleh nilai *p value* = 0,074 ( $p > \alpha$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara usia pekerja dengan keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung. Hal ini bertolak belakang dengan sebuah penelitian yang menyebutkan bahwa faktor usia merupakan salah satu faktor risiko yang bisa memberikan efek buruk dari radiasi sinar UV terhadap manusia (Tenkate, 1998). Tidak adanya hubungan bermakna antara usia pekerja dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis bisa disebabkan karena sinar UV yang menjadi penyebab keluhan photokeratitis langsung bereaksi secara akut terhadap kornea menyebabkan reaksi inflamasi tanpa melihat keelastisan kornea tersebut (Pitts et al 1977, Söderberg et al 2002, Ayala 2005, Hockwin et al 2002). Oleh karena itu,

dapat diketahui tidak adanya hubungan usia dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis.

#### b. Jarak Sumber Pengelasan

**Tabel 4.14**

**Jumlah dan Persentase Jarak Sumber Pengelasan dengan Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Jarak Sumber Pengelasan	Jumlah	%
≤ 60 cm	29	64,4
> 60 cm	16	35,6
<b>Total</b>	45	100

Karena persebaran distribusi jarak sumber pengelasan terlalu menyebar dan luas atau distribusi data tidak normal, maka jarak sumber pengelasan dikelompokkan dengan menggunakan *cut off point* dari nilai *median* nya yaitu 60 cm. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat 29 responden (64,4%) yang bekerja dengan jarak pengelasan kurang dari 60 cm, dan selebihnya yaitu 16 orang responden (35,6%) bekerja dengan jarak pengelasan lebih dari 60 cm.

**Tabel 4.15**

**Hubungan Jarak Sumber Pengelasan dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Photokeratitis	Mean Jarak (cm)	SD	SE	P Value	N
<b>Ya</b>	60,76	9,513	1,656	0,077	33
<b>Tidak</b>	54,92	9,756	2,816		12

Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerja tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis rata-rata bekerja dengan jarak 60,76 cm dengan standar deviasi 9,153 cm, sedangkan tukang las yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis rata-rata bekerja dengan jarak 54,92 cm dengan standar deviasi 9,576. Hasil uji statistik didapatkan nilai  $p = 0,077$  ( $p > \alpha$ ) berarti tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata jarak sumber pengelasan antara tukang las

yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis dengan tukang las yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis. Hal ini bertolak belakang dengan penelitian yang menyatakan bahwa jarak sumber radiasi sinar UV merupakan salah satu faktor yang berkontribusi memberikan efek buruk radiasi sinar UV terhadap manusia (Tenkate, 1998).

Range jarak sumber radiasi sinar UV pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung yaitu minimum 35 cm dan maksimum 77 cm. Menurut hasil penelitian Yuan-Lung Yen, MD, tahun 2004, range jarak tersebut merupakan range jarak sumber radiasi sinar UV yang masih termasuk jarak yang berisiko mengalami keluhan photokeratitis. Hasil survei pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jarak sumber radiasi sinar UV dengan kejadian PKC (*Photokeratokonjuntivitis*) ( $p < 0.001$ ) dimana kejadian PKC terjadi pada jarak rata-rata  $< 80$  cm sedangkan yang tidak mengalami PKC  $> 80$  cm (Yuan-Lung Yen, MD, et.al, 2004). Karena hal tersebut sehingga terlihat tidak ada hubungan antara jarak sumber radiasi sinar UV dengan kejadian photokeratitis.

### c. Lama Paparan

**Tabel 4.16**

**Gambaran Distribusi Jarak Sumber Pengelasan dengan Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

<b>Lama Paparan/hari</b>	<b>Jumlah</b>	<b>%</b>
$\leq 7$ Jam	27	60
$> 7$ Jam	18	40
<b>Total</b>	45	100

Nilai tengah dari hasil lama paparan ini ialah 7 jam/hari, dikarenakan distribusi data tidak normal maka untuk survei ini peneliti melakukan pengelompokkan lama paparan berdasarkan nilai tengah menjadi  $\leq 7$  Jam dan  $> 7$  Jam. Dari 45 responden, paling banyak responden yang bekerja selama kurang dari 7 jam/hari yaitu 27 responden (60%) dan selebihnya responden bekerja selama lebih dari 7 jam/hari yaitu 18 responden (40%).

Tabel 4.17

**Hubungan Lama Pajanan dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada  
Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Keluhan Subjektif Photokeratitis	Mean Lama (jam)	SD	SE	P	
				Value	N
<b>Ya</b>	7.5	0.9682	0.1685	<b>0.0005</b>	33
<b>Tidak</b>	4.917	19.168	0.533		12

Lama pajanan merupakan lamanya waktu bekerja selama satu hari kerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata lama pajanan bagi tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis yaitu 7,5 jam/hari dengan standar deviasi 0,9682 jam sedangkan rata-rata lama pajanan bagi pekerja yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis yaitu 4,9 jam/hari dengan standar deviasi 19,16 jam. Hasil uji statistik menunjukkan **nilai p = 0,0005 (p< $\alpha$ )** berarti **terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata lama pajanan radiasi sinar UV pada tukang las yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis dengan tukang las yang tidak mengalami keluhan subjektif photokeratitis.** Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada kasus PKC (*photokeratokonjungtivitis*) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara lama pajanan dengan kejadian PKC (Yuan-Lung Yen, MD, et.al, 2004). Penelitian ini juga didukung oleh pernyataan lain yang menyatakan bahwa keparahan terhadap efek pajanan tergantung pada beberapa faktor, dan salah satunya adalah lama pajanan. (CCOHS, 2005). Selain itu, lama pajanan juga menjadi salah satu faktor yang memperparah terjadinya *welders flash/flash burn* (Olifhifski, 1985). Oleh karena itu, dapat disimpulkan adanya hubungan antara lama pajanan dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis.

#### d. Penggunaan APD

**Tabel 4.18**

**Gambaran Distribusi Penggunaan APD pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Penggunaan APD	Jumlah	%
Baik	8	17,8
Buruk	37	82,2
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Dari hasil analisis, diketahui bahwa rata-rata penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung tergolong buruk. Telihat dengan adanya 37 responden (82,2%) yang tergolong buruk dalam penggunaan APD, sedangkan selebihnya yaitu 8 responden (17,8%) tergolong baik dalam penggunaan APD.

**Tabel 4.19**

**Hubungan Penggunaan APD dengan Keluhan Subjektif Photokeratitis pada Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung Tahun 2012**

Penggunaan APD	Keluhan Subjektif Photokeratitis				Total	OR (95% CI)	P Value
	Ya		Tidak				
	N	%	n	%			
Buruk	30	66.7	7	15.5	37	<b>7.143</b> <b>(1.370-37.28)</b>	<b>0.037</b>
Baik	3	6.7	5	11.1	8		
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>73.4</b>	<b>12</b>	<b>26.6</b>	<b>45</b>		

Penggunaan alat pelindung diri (APD) pada tukang las merupakan perlindungan terakhir yang bisa melindungi pekerja dari efek buruk pajanan radiasi sinar UV. Berdasarkan hasil survei, dari 45 responden, terdapat 37 pekerja (82,2%) yang penggunaan APD-nya tergolong buruk, artinya responden tidak menggunakan APD sesuai standar seperti *googles* atau hanya menggunakan kacamata hitam biasa pada saat bekerja sedangkan selebihnya hanya 8 pekerja

(17,8%) tergolong penggunaan APD-nya baik, artinya responden selalu menggunakan APD yang sesuai standar seperti *googles* setiap melakukan pengelasan. Hasil ini hampir sama dengan penelitian yang menyatakan terdapat 87% kejadian keratitis akibat penggunaan APD yang buruk. (Scott E.McIntosh, MD, MPH, et al, 2011)

Hal lain yang mendukung hasil survei tersebut yaitu hasil uji statistik yang menunjukkan nilai *odds ratio* sebesar 7,143. Hal ini menunjukkan jika **pekerja yang penggunaan APD-nya buruk memiliki risiko terkena keluhan subjektif photokeratitis 7 kali lebih besar daripada pekerja yang penggunaan APD-nya baik**. Selain itu, uji statistik ini juga menunjukkan ***p-value* = 0,037 (P<0,05)**, yang artinya **terdapat hubungan antara penggunaan APD dengan keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung**. Hubungan tersebut juga didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa paparan kronik terhadap cahaya pengelasan tanpa perlindungan yang tepat (APD) akan menyebabkan penyakit mata. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang menyatakan APD merupakan salah satu faktor yang memengaruhi paparan radiasi sinar UV terhadap manusia yang bisa mengurangi risiko efek buruk paparan radiasi sinar UV (Diffey, B.L.,1995, Holman, C.D.J.,et al, 1983, Tenkate, 1998). Oleh karena itu, disimpulkan adanya hubungan antara penggunaan APD dengan keluhan subjektif photokeratitis.

#### 4.3 Keterbatasan Penelitian

Survei mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan subjektif photokeratitis di Jalan Bogor, Bandung memiliki keterbatasan-keterbatasan, antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan desain *crosssectional* sehingga mempunyai keterbatasan desain yaitu tidak dapat menjelaskan hubungan kausal dari variabel yang diteliti.

2. Dalam penelitian ini, beberapa variabel dikumpulkan dengan mengandalkan pernyataan dari responden, sehingga walaupun sudah diantisipasi untuk menekan adanya bias dengan bentuk pertanyaan dalam kuesioner dan cara wawancara yang mudah dipahami, tetapi masih ada peluang terjadinya bias.
3. Terjadinya *recall bias* pada responden ketika menjawab pertanyaan wawancara mengenai keluhan subjektif. Hal tersebut mungkin terjadi karena responden kesulitan untuk mengingat keluhan yang dirasakan selama tiga bulan terakhir atau responden malas untuk *merecall* hal tersebut. Selain itu, *case definition* mengenai kasus photokeratitis yang belum jelas sehingga penentuan kasus pun masih belum terlalu kuat.
4. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi sinar UV adalah alat ukur *direct reading* yang hanya dapat menggambarkan tingkat radiasi sinar UV dan tidak dapat menggambarkan dosis radiasi yang diterima pekerja selama 8 jam kerja.
5. Tidak dilakukannya survei yang lebih mendalam seperti pemeriksaan mata responden ke dokter mata mengenai keluhan-keluhan mata yang dirasakan responden, sehingga informasi yang diperoleh pada survei hanya berasal dari kuesioner dan wawancara.

#### 4.4 Sintesis

- Rata-rata tingkat radiasi yang memajan responden menunjukkan intensitas radiasi yang tinggi dan melewati NAB yaitu sekitar  $30,79 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  selama 1 hari bekerja dengan rata-rata pemajanan 3,5 jam/hari. Tingginya intensitas radiasi, diikuti dengan banyaknya responden yang mengalami keluhan subjektif photokeratitis, yaitu sebanyak 33 responden (73,3%).
- Dari hasil analisis, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi tingginya intensitas radiasi sinar UV yang memajan responden, yaitu kuat arus, diameter kawat las, dan lokasi kerja/lokasi pengelasan.

- Faktor-faktor yang memengaruhi kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las yaitu lama paparan dan penggunaan APD, sedangkan faktor usia dan faktor jarak sumber pengelasan menjadi faktor yang tidak memiliki hubungan dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis.
- Terdapat beberapa keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian ini.



## BAB 5

### SIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan proses pengambilan data pada bulan Mei tahun 2012 pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung dan dilakukan analisis serta uji statistik, maka dihasilkan kesimpulan bahwa **nilai intensitas radiasi sinar UV yang tinggi memajan tukang las sehingga terjadi keluhan subjektif photokeratitis sebanyak 33 reponden(73,3%)**. Penyebab utama terjadinya keluhan subjektif photokeratitis karena adanya pajanan radiasi sinar UV dengan intensitas tinggi. Faktor yang memegaruhi tingginya intensitas radiasi sinar UV ialah kuat arus, diameter kawat las, dan lokasi pengelasan. Sedangkan faktor yang memegaruhi keluhan subjektif photokeratitis secara langsung ialah lama pajanan dan penggunaan APD. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan secara administrative, *engineering*, dan penggunaan APD agar kejadian keluhan subjektif photokeratitis dapat diatasi dan pekerja pun akan merasa aman dan nyaman dalam bekerja,

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan uraian hasil survey dan pembahasan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil keseluruhan survey terhadap 45 tukang las di Jalan Bogor, Bandung menyatakan tingginya rata-rata nilai intensitas radiasi sinar UV yang memajan responden yaitu  $30,79 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Selain itu terdapat proporsi yang besar terhadap kejadian keluhan subjektif photokeratitis yaitu 73,3%.
2. Terdapat hubungan yang signifikan antara rata-rata hubungan yang signifikan antara rata-rata radiasi sinar UV yang dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

3. Selain itu terdapat hubungan yang signifikan antara kuat arus, diameter kawat las, dan lokasi pengelasan dengan tingginya intensitas radiasi sinar UV yang memajan tukang las di Jalan Bogor, Bandung.
4. Hubungan signifikan juga ditunjukkan antara lama pajanan dan penggunaan APD dengan besarnya kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.
5. Tidak terdapat hubungan signifikan antara jarak sumber pengelasan dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis. Sebenarnya hubungan ini akan terlihat signifikan jika terdapat responden yang memiliki jarak sumber pengelasan yang besar. Hal ini terjadi karena semua jarak sumber pengelasan dalam survei ini termasuk dekat dan berisiko maka tidak terlihat hubungan yang signifikan antara jarak dengan kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.
6. Tidak terdapat hubungan signifikan antara usia pekerja terhadap kejadian keluhan subjektif photokeratitis pada tukang las di Jalan Bogor, Bandung.

## 5.2 Saran

Besarnya intensitas radiasi sinar UV dan terdapat kejadian keluhan subjektif photokeratitis memang sesuatu hal yang tidak dapat dihindari. Akan tetapi diperlukan suatu tindakan jangka pendek ataupun panjang untuk dapat meminimalisasi tingkat kejadian keluhan subjektif photokeratitis dan besarnya intensitas radiasi sinar UV sehingga produktivitas kerja meningkat. Oleh karena itu, berdasarkan hasil survei, diberikan beberapa saran untuk tukang las, pemilik bengkel pengelasan, pemerintah. Saran yang diberikan antara lain :

- a. Pengendalian secara Legislatif
  - Penerapan undang-undang dan peraturan yang berkenaan dengan pelayanan K3 di sektor industri kecil. Undang-undang tentang K3 (penggunaan APD), peraturan tentang NAB radiasi sinar UV yang diperkenankan. Dengan adanya undang-undang dan peraturan tersebut diharapkan akan mendorong pengusaha dan pekerja untuk lebih memperhatikan masalah K3.

b. Pengendalian secara Administratif

- Pelayanan K3 paripurna, maka perlu dukungan dan kerja sama dari pihak terkait terutama Departemen Kesehatan dan Departemen Tenaga Kerja
- Penerapan SOP yang jelas untuk area bengkel pengelasan jika akan melakukan pengelasan.
- Pengaturan jam pengelasan, agar menghindari waktu titik puncak tingginya intensitas radiasi sinar UV.
- Pendirian POS UKK (Usaha Kesehatan Kerja) untuk paguyuban pengelasan di Jalan Bogor, Bandung.
- Pemeriksaan berkala terhadap kesehatan pekerja las. Pengendalian ini dapat dilakukan oleh pemilik bengkel bekerja sama dengan instansi terkait.
- Pemberian pelatihan dan training bagi pekerja dan pemilik bengkel agar mampu mengenali dan mengatasi masalah K3 di tempat kerja secara mandiri.

c. Pengendalian Teknis

- Pemakaian kawat las dengan diameter yang lebih kecil
- Pemakaian kuat arus sekecil-kecilnya tetapi tetap menghasilkan hasil pengelasan yang baik
- Pemilihan lokasi kerja atau mendesain lokasi kerja yang terhindar dari sinar matahari langsung ataupun refleksi radiasi sinar UV dari permukaan bumi. Misalnya menanam pepohonan rindang disepanjang Jalan Bogor, Bandung untuk melindungi pekerja dari sinar matahari langsung ataupun refleksinya.

d. APD

- Penggunaan APD yang sesuai dengan standar.

## DAFTAR REFERENSI

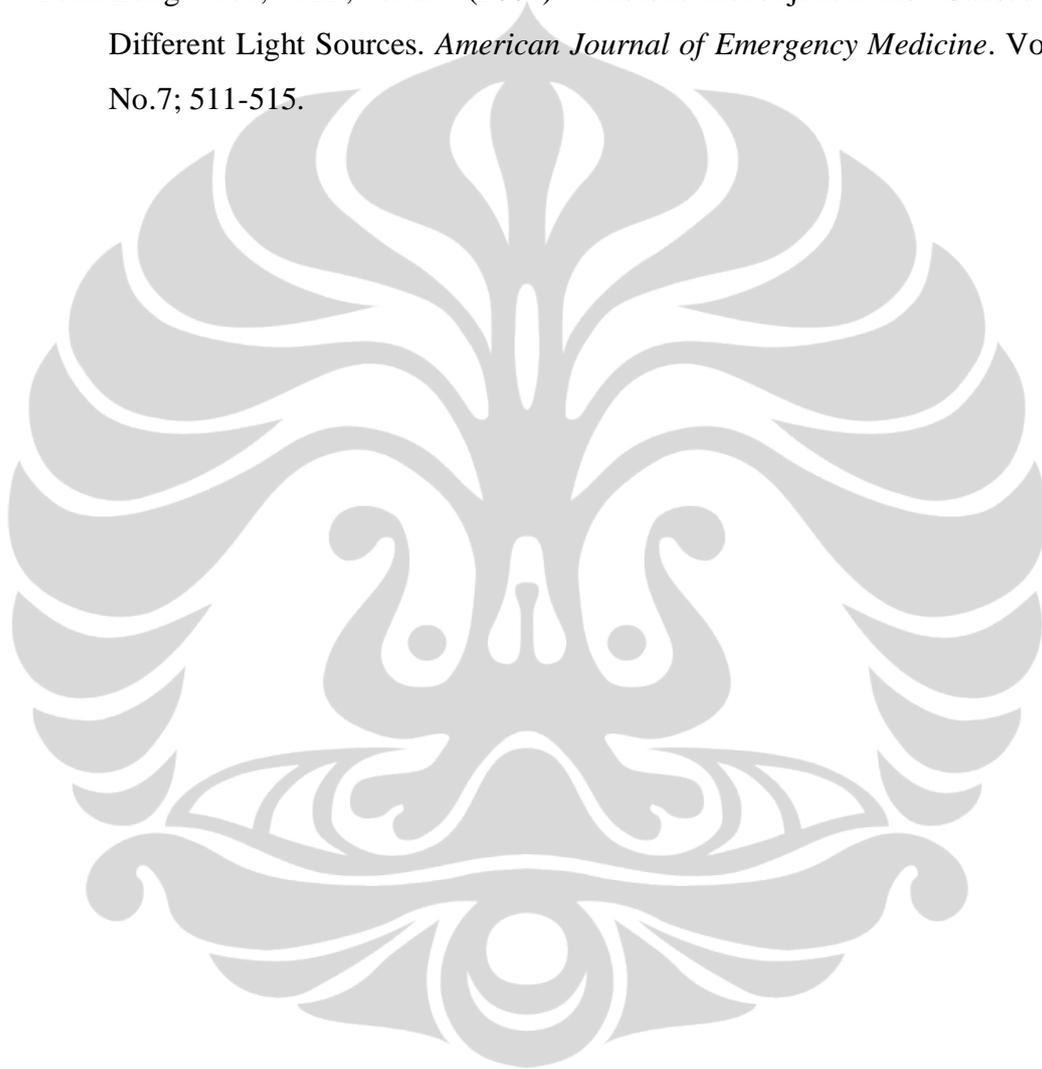
- Alatas, Zubaidah dan Yanti Lusiyanti. (2003) . Efek Kesehatan Radiasi Non-Pengion pada Manusia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir. BATAN : Jakarta. Cermin Dunia Kedokteran No.138 : 34-39.
- American Public Health Association. (2005). *Preventing Occupational Disease and Injury* (2nd ed.). Washington, DC : Author.
- Angelina, Cory, Oginawati, Katharina. (2008). Paparan Fisis Pencahayaan Terhadap Mata dalam Kegiatan Pengelasan (Studi Kasus : Pengelasan Jalan Bogor). *Journal Intitut Teknologi Bandung*.
- Anynomous*, (2009). Eye Injuries; Research on eye injuries reported by scientists at National Taiwan University. *Medical Sciences*, 852.
- Anynomous. (2011). *Eye Safety and Protection. Short Articles, Vol.58 Page 1*.
- Bent, Sjogren, MD.(1988). *Hand Book of Occupational Medicine*.
- Brian G, Taylor HR. (2001). Cataract blindness: challenge for the 21 st century. *Bull World Health Organ*, 79:249-56.
- Boettner EA, Wolter JR. (1962). Transmission Of Ocular Media. *Invest Ophthalmol*, 1; 776-783.
- Canadian Centre for Occupational Health & Safety.(2008) . *Radiation and the Effects On Eyes and Skin*. Canada : Canadaian Government.
- Cherilyin Tillman.(2007) *Principles of Occupational Health & Hygiene, An Introduction*. Published in association with The Australian Institute of Occupational Hygienist : Allen & Unwin
- Cullen AP. (2002). Photokeratitis and other phototoxic effects on the cornea and conjunctiva. *Int J Toxicol*; 21(6):455.
- Davies, K.G.,et.al.(2007) Ocular Effects Of Chronic Exposure To Welding Light On Calabar Welders.*Nigerian Journal of Physiological Sciences*,i1-2;55-58.

- Diffey, B.L and P.J Saunders. (1995). Behavior Outdoors and Effects on Personal Ultraviolet Exposure Rate Measured Using an Ambulatory Datalogging Dosimeter. *Photochemistry and Photobiology*, 61;615-618.
- Dolin PJ, Johnson GJ. (1994). Solar Ultraviolet Radiation and Ocular Disease: A Review of The Epidemiological and Experimental Evidence. *Ophthalmic Epidemiol.* 1; 155-164.
- E. Peterson, Jack. (1977). *Industrial Health*. New Jersey : Prentice Hall
- Goff, T. (2006). "Flexible Welding Protection", *Occupational Health & Safety*, vol. 75, no. 9, pp. 32-32,34.
- Kinsey, VE. Spectral Transmission of the eye to ultraviolet radiations. *arch Ophthalmol* (Chicago).(1948).39: 508-13. [emedicine.medscape.com/article.a\\_welding\\_environment](http://emedicine.medscape.com/article/a_welding_environment)", *AIHA Journal*, vol. 58, no. 1, pp. 33-38.
- Harris, Patrick M. (2011). *Workplace Injuries Involving the Eyes, 2008*. United States : Bureau Labor Statistic. Maryam RS, ekasari, MF, dkk .(2008). *Mengenal usia lanjut dan perawatannya*. Jakarta: Salemba Medika
- Hockwin O, et.al.(2002). Lens and cataract research of the 20th century: A review of results, errors and misunderstandings. *Dev Ophthalmol* 35: 1-11.
- Holman, C.D.J., et.al.,(1983). Ultraviolet Irradiation of Human Body Sites in Relation to Occupation and Outdoor Activity : Field Study Using Personal UVR Dosimeter. *Clinical and Experimental*, 8; 279-285.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP 14: Protecting Workers From Ultra Violet Radiation. 19 April 2012. [www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)
- Ilyas, Sidarta.(2008). Ilmu Penyakit Mata. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Kinsey VE. (1948). Spectral transmission of the eye to ultraviolet radiations. *Arch Ophthalmol* ;39:508.
- Majiid Sumardi (2011). Anatomi dan Fisiologi Kornea. 20 April 2012 [blogdokter.com](http://blogdokter.com)

- M. Oriowo, Olanrewaju et.al. (2000). Eye Exposure To Optical Radiation in The Glassblowing Industry : An Investigation in Southern Ontario. *Canadian Journal Of Public Health*.Vol 91 No.6; 471-474.
- McCarty CA, Taylor HR.(2002). A review of the epidemiological evidence linking ultraviolet radiation and cataract. *Dev Ophthalmol* 35: 21-35.
- McGuire, C. (2011). "Protecting Vision in the Workplace", *Safety Compliance Letter*, , no. 2523, pp. 7-7,10,12.
- Minton, Joseph. (1949). Occupational Eye Disease. *The British Medical Journal*, Vol. 1, No. 4440, pp. 211-212
- Olishifski, J.B. (1985). *Fundamental of Industrial Hygiene* (2nd ed.). Washington DC : National Safety Council
- Pitts DG. (1974).The human ultraviolet action spectrum. *Am J Optom Physiol Optics* 51(12): 946-960.
- Podskochy, Alexander. (2002). *Ultraviolet Radiation and Cornea*. Stockholm, Sweden : Karolinska University Press
- Sasaki H, et.al. (2002). High prevalence of nuclear cataract in the population of tropical and subtropical areas. *Dev Ophthalmol*. 35: 60-9; 2002.
- Scott E.McIntosh, MD, et al, (2011). Ultraviolet Keratitis Among Mountaineers and Outdoor Recreationalists. *Wilderness and Environmental Medicine*, 22; 144-147.
- Sliney DH.(2001).Photoprotection of the eye-UV radiation and sunglasses. *J Photochem Photobiol B*, 64; 166-175.
- Sliney D.H. (2002). How Light Reaches The Eyes and Its Components.*Int J Toxicol*. 2001 ;21;501-509.
- Sonawan, Hery dan Rochim Suratman. (2003). Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam. Bandung : Alfabeta.
- S.Y. Chen, et.al. (2009). Eye Injuries; Research on eye injuries reported by scientists at National Taiwan University. *Life Science Weekly*, , pp. 852., National Taiwan University.

- Terry L. Lyon.(1977). *Knowing the Dangers of Actinic Ultraviolet Emissions* . American Welding Society-Welding Journal. <http://www.aws.org/wj/dec02/feature.html>
- Taylor HR,. (1988). Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *New Engl J Med* 319: 1429-1433; 1988.
- Taylor HR,et.al.(1992). The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol* 110(1): 99-104.
- Taylor HR (Ed).(2000). Pterygium. Kugler Publications, The Hague; 2000.
- Taylor, S.L., Coates, M.L., Vallejos, Q., Feldman, S.R. & al, e. (2006), "Pterygium Among Latino Migrant Farmworkers in North Carolina", *Archives of Environmental & Occupational Health*, vol. 61, no. 1, pp. 27-32.
- Tenkate, T.D. & Collins, M.J. (1997). "Personal ultraviolet radiation exposure of workers. *Environment Health Journal* .
- Tenkate, T.D. (1998). Occupational exposure to ultraviolet radiation: a health risk assessment. *Journal of Environmental Health*, 1998 Sep; 61(2) .
- Thylefors B. (2001).Eye and vision research for the prevention of blindness - A global perspective. Special recognition award, ARVO 2001.
- Trisnowiyanto, Bambang. (2002). Beberapa Faktor yang Berhubungan dengan Ketajaman Penglihatan Pekerja Las Listrik di Pasar Besi Tua Semanggi Surakarta Tahun 2002. Tesis S-2 Universitas Diponegoro. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Warouw, Sonny Prijaya. (1998) Tingkat Radiasi Sinar UV dan beberapa Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Mata Welder's Flash Pekerja Las Industri Kecil Pulogadung Jakarta Timur. Tesis S-2 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Depok : Universitas Indonesia.
- World Health Organization (WHO). The World Health Report 1989 – Life in the 21st century: vision for all. Geneva, WHO, 1989:95-6.

- World Health Organization (WHO), Environmental Health Criteria No. 160. Ultraviolet Radiation.(1994). Joint Publication of the United Nations Environmental Programme, The International Radiation Protection Association and the World Health Organization, Geneva: WHO.
- Young AR. (2006). Acute Effects Of UVR on Human Eyes and Skin. *Prog Biophys Mol Biol*, 92; 80-85.
- Yuan-Lung Yen, MD, et.al. (2004). Photokeratoconjunctivitis Caused by Different Light Sources. *American Journal of Emergency Medicine*. Vol 22 No.7; 511-515.



## LAMPIRAN HASIL ANALISIS UNIVARIAT DAN BIVARIAT

### A. Analisis Univariat

#### 1. Umur Pekerja Tukang Las

##### Statistics

##### Umur Responden

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		35,49
Median		32,00
Mode		30
Std. Deviation		11,484
Minimum		16
Maximum		60
Percentiles	25	29,50
	50	32,00
	75	44,50

##### Umur Responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 16	1	2,2	2,2	2,2
19	1	2,2	2,2	4,4
20	2	4,4	4,4	8,9
21	1	2,2	2,2	11,1
22	3	6,7	6,7	17,8
26	1	2,2	2,2	20,0
28	1	2,2	2,2	22,2
29	1	2,2	2,2	24,4
30	8	17,8	17,8	42,2
32	6	13,3	13,3	55,6
33	1	2,2	2,2	57,8
35	2	4,4	4,4	62,2
37	1	2,2	2,2	64,4
38	1	2,2	2,2	66,7
41	1	2,2	2,2	68,9
42	2	4,4	4,4	73,3
44	1	2,2	2,2	75,6
45	1	2,2	2,2	77,8
48	1	2,2	2,2	80,0
50	3	6,7	6,7	86,7
52	2	4,4	4,4	91,1
54	1	2,2	2,2	93,3
55	1	2,2	2,2	95,6
57	1	2,2	2,2	97,8

60	1	2,2	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

**Persentase Pengelompokan Umur Pekerja**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <40tahun	30	66,7	66,7	66,7
>40 tahun	15	33,3	33,3	100,0
Total	45	100,0	100,0	

**2. Lama Bekerja**

**Statistics**

**Lama Bekerja Responden**

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		13,62
Median		11,00
Mode		10
Std. Deviation		9,013
Percentiles	25	7,50
	50	11,00
	75	20,00

**Lama Bekerja Responden**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1	2	4,4	4,4	4,4
2	2	4,4	4,4	8,9
4	2	4,4	4,4	13,3
5	1	2,2	2,2	15,6
6	1	2,2	2,2	17,8
7	3	6,7	6,7	24,4
8	2	4,4	4,4	28,9
10	9	20,0	20,0	48,9
11	2	4,4	4,4	53,3
12	2	4,4	4,4	57,8
13	3	6,7	6,7	64,4
15	4	8,9	8,9	73,3
20	3	6,7	6,7	80,0
22	1	2,2	2,2	82,2
25	2	4,4	4,4	86,7
26	2	4,4	4,4	91,1

30	2	4,4	4,4	95,6
32	1	2,2	2,2	97,8
40	1	2,2	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

### Pengelompokan Lama Bekerja

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <11 tahun	24	53,3	53,3	53,3
>11 tahun	21	46,7	46,7	100,0
Total	45	100,0	100,0	

### 3. Jarak Sumber Pengelasan

#### Statistics

#### Jarak antara Pengelas dan Objek Las

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		59,20
Std. Error of Mean		1,464
Median		60,00
Mode		60
Std. Deviation		9,820
Variance		96,436
Minimum		35
Maximum		77
Percentiles	25	54,00
	50	60,00
	75	65,50

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 35	2	4,4	4,4	4,4
42	2	4,4	4,4	8,9
45	2	4,4	4,4	13,3
50	4	8,9	8,9	22,2
54	2	4,4	4,4	26,7
55	1	2,2	2,2	28,9
58	2	4,4	4,4	33,3

60	14	31,1	31,1	64,4
65	5	11,1	11,1	75,6
66	1	2,2	2,2	77,8
70	8	17,8	17,8	95,6
73	1	2,2	2,2	97,8
77	1	2,2	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

**Jarak antara Pengelas dan Objek Las**

**Pengelompokan Jarak**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <60 cm	29	64,4	64,4	64,4
>60 cm	16	35,6	35,6	100,0
Total	45	100,0	100,0	

**4. Durasi Pajanan**

**Statistics**

**Durasi Pajanan Radiasi**

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		6,811
Std. Error of Mean		,2554
Median		7,000
Mode		7,0
Std. Deviation		1,7132
Variance		2,935
Minimum		2,0
Maximum		10,0
Percentiles	25	6,000
	50	7,000
	75	8,000

## Durasi Pajanan Radiasi

### Durasi1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid < 7 jam	27	60,0	60,0	60,0
> 7 jam	18	40,0	40,0	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 5. Penggunaan APD

### Statistics

#### Penggunaan APD Pekerja Tukang Las

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Buruk	37	82,2	82,2	82,2
Baik	8	17,8	17,8	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 6. Kuat Arus Las

#### Kuat Arus yang dipakai dalam pengelasan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 60	18	40,0	40,0	40,0
70	4	8,9	8,9	48,9
80	3	6,7	6,7	55,6
90	9	20,0	20,0	75,6
100	3	6,7	6,7	82,2
110	5	11,1	11,1	93,3
120	3	6,7	6,7	100,0
Total	45	100,0	100,0	

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 2,0	2	4,4	4,4	4,4
3,0	1	2,2	2,2	6,7
3,5	1	2,2	2,2	8,9
5,0	3	6,7	6,7	15,6
6,0	7	15,6	15,6	31,1
7,0	13	28,9	28,9	60,0
7,5	2	4,4	4,4	64,4
8,0	12	26,7	26,7	91,1
9,0	3	6,7	6,7	97,8
10,0	1	2,2	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

### Pengelompokan Arus

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid < 80 A	25	55,6	55,6	55,6
> 80 A	20	44,4	44,4	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 7. Diameter Kawat Las

### Diameter Kawat Las

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 2,6 mm	39	86,7	86,7	86,7
3,2 mm	6	13,3	13,3	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 8. Lokasi Pengelasan

### Lokasi Pengelasan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Outdoor	16	35,6	35,6	35,6
Semi	29	64,4	64,4	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 9. Keluhan Subjektif Photokeratitis

### Keluhan Photokeratitis

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ya	33	73,3	73,3	73,3
Tidak	12	26,7	26,7	100,0
Total	45	100,0	100,0	

## 10. Radiasi UV

### Statistics

#### Radiasi UV

N	Valid	45
	Missing	0
Mean		30,7969
Std. Error of Mean		2,11491
Median		29,3300
Mode		24,40
Std. Deviation		14,18724
Minimum		12,80
Maximum		81,20
Percentiles	25	24,4000
	50	29,3300
	75	35,4000

#### Radiasi UV

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	12,80	4	8,9	8,9	8,9
	13,60	1	2,2	2,2	11,1
	15,60	1	2,2	2,2	13,3
	17,60	1	2,2	2,2	15,6
	20,60	2	4,4	4,4	20,0
	20,80	1	2,2	2,2	22,2
	24,40	5	11,1	11,1	33,3
	25,00	1	2,2	2,2	35,6
	25,40	1	2,2	2,2	37,8
	27,20	2	4,4	4,4	42,2
	27,60	1	2,2	2,2	44,4
	28,40	2	4,4	4,4	48,9
	29,33	4	8,9	8,9	57,8
	30,50	1	2,2	2,2	60,0
	31,00	3	6,7	6,7	66,7
	34,67	2	4,4	4,4	71,1
	35,40	3	6,7	6,7	77,8
	37,60	1	2,2	2,2	80,0
	39,20	2	4,4	4,4	84,4
	39,80	2	4,4	4,4	88,9

42,40	1	2,2	2,2	91,1
47,00	1	2,2	2,2	93,3
52,60	1	2,2	2,2	95,6
79,50	1	2,2	2,2	97,8
81,20	1	2,2	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

### Descriptives

		Statistic	Std. Error	
Radiasi Efektif	Mean	30,7969	2,11491	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	26,5346	
		Upper Bound	35,0592	
	5% Trimmed Mean	29,2151		
	Median	29,3300		
	Variance	201,278		
	Std. Deviation	14,18724		
	Minimum	12,80		
	Maximum	81,20		
	Range	68,40		
	Interquartile Range	11,00		
	Skewness	1,865	,354	
	Kurtosis	5,178	,695	

### Hasil Analisis Pengelompokan Radiasi Efektif UV

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<29,33	26	57,8	57,8	57,8
	>29,33	19	42,2	42,2	100,0
Total		45	100,0	100,0	

## B. Analisis Bivariat

### 1. Hubungan Radiasi UV-Keluhan Subjektif Photokeratitis

radiasiUV3 \* Keluhan Photokeratitis Crosstabulation

Count		Keluhan Photokeratitis		Total
		Ya	Tidak	
radiasiUV3	<29,33	14	12	26
	>29,33	19	0	19
Total		33	12	45

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	11,958 <sup>b</sup>	1	,001		
Continuity Correction <sup>a</sup>	9,714	1	,002		
Likelihood Ratio	16,303	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	11,692	1	,001		
N of Valid Cases	45				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,07.

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Keluhan Photokeratitis = Ya	,538	,377	,769
N of Valid Cases	45		

**Group Statistics**

Keluhan Photokeratitis		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Radiasi Efektif	Ya	33	34,8806	14,09796	2,45414
	Tidak	12	19,5667	6,26960	1,80988

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Radiasi Efektif	Equal variances assumed	1,475	,231	3,615	43	,001	15,31394	4,23680	6,76961	23,85827
	Equal variances not assumed			5,022	40,996	,000	15,31394	3,04934	9,15566	21,47222

## 2. Hubungan Umur Pekerja-Keluhan Subjektif Photokeratitis

Umur1 \* Keluhan Photokeratitis Crosstabulation

		Keluhan Photokeratitis		Total
		Ya	Tidak	Ya
Umur1	<40tahun	19	11	30
	>40 tahun	14	1	15
Total		33	12	45

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,602 <sup>b</sup>	1	,032	,038	,031
Continuity Correction <sup>a</sup>	3,196	1	,074		
Likelihood Ratio	5,415	1	,020		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	4,500	1	,034		
N of Valid Cases	45				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,00.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Umur1 (<40tahun / >40 tahun)	,123	,014	1,070
For cohort Keluhan Photokeratitis = Ya	,679	,501	,920
For cohort Keluhan Photokeratitis = Tidak	5,500	,782	38,698
N of Valid Cases	45		

### 3. Hubungan Jarak Sumber Pengelasan-Keluhan Subjektif Photokeratitis

**Group Statistics**

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Jarak antara pengelas dan objek las	Ya	33	60,76	9,513	1,656
	Tidak	12	54,92	9,756	2,816

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Jarak antara pengelas dan objek las	Equal variances assumed	,203	,654	1,809	43	,077	5,841	3,228	-,669	12,351
	Equal variances not assumed			1,788	19,136	,090	5,841	3,267	-,994	12,676

#### 4. Hubungan Durasi Paparan-Keluhan Subjektif Photokeratitis

**Durasi1 \* Keluhan Photokeratitis Crosstabulation**

Count		Keluhan Photokeratitis		Total
		Ya	Tidak	
Durasi1	< 7 jam	16	11	27
	> 7 jam	17	1	18
Total		33	12	45

**Chi-Square Tests**

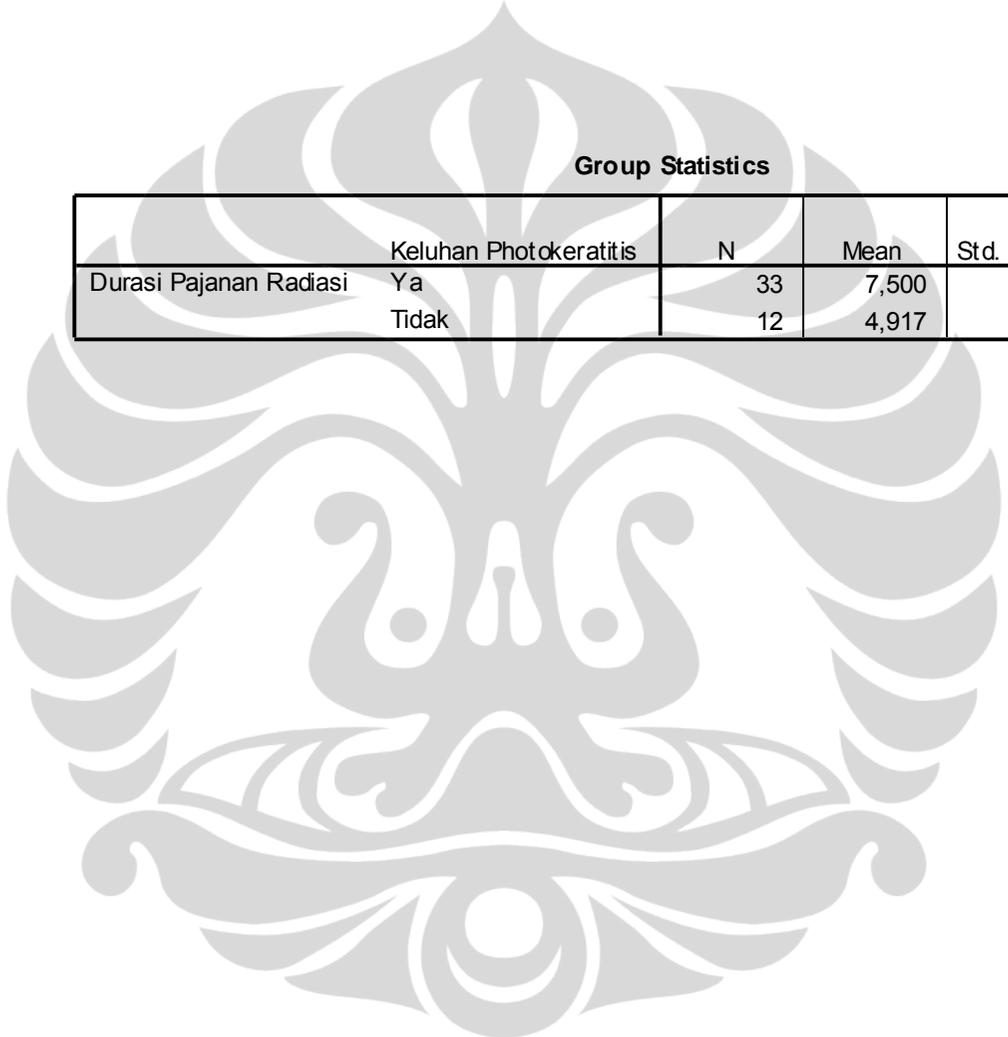
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,837 <sup>b</sup>	1	,009		
Continuity Correction <sup>a</sup>	5,156	1	,023		
Likelihood Ratio	7,970	1	,005		
Fisher's Exact Test				,014	,009
Linear-by-Linear Association	6,685	1	,010		
N of Valid Cases	45				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,80.

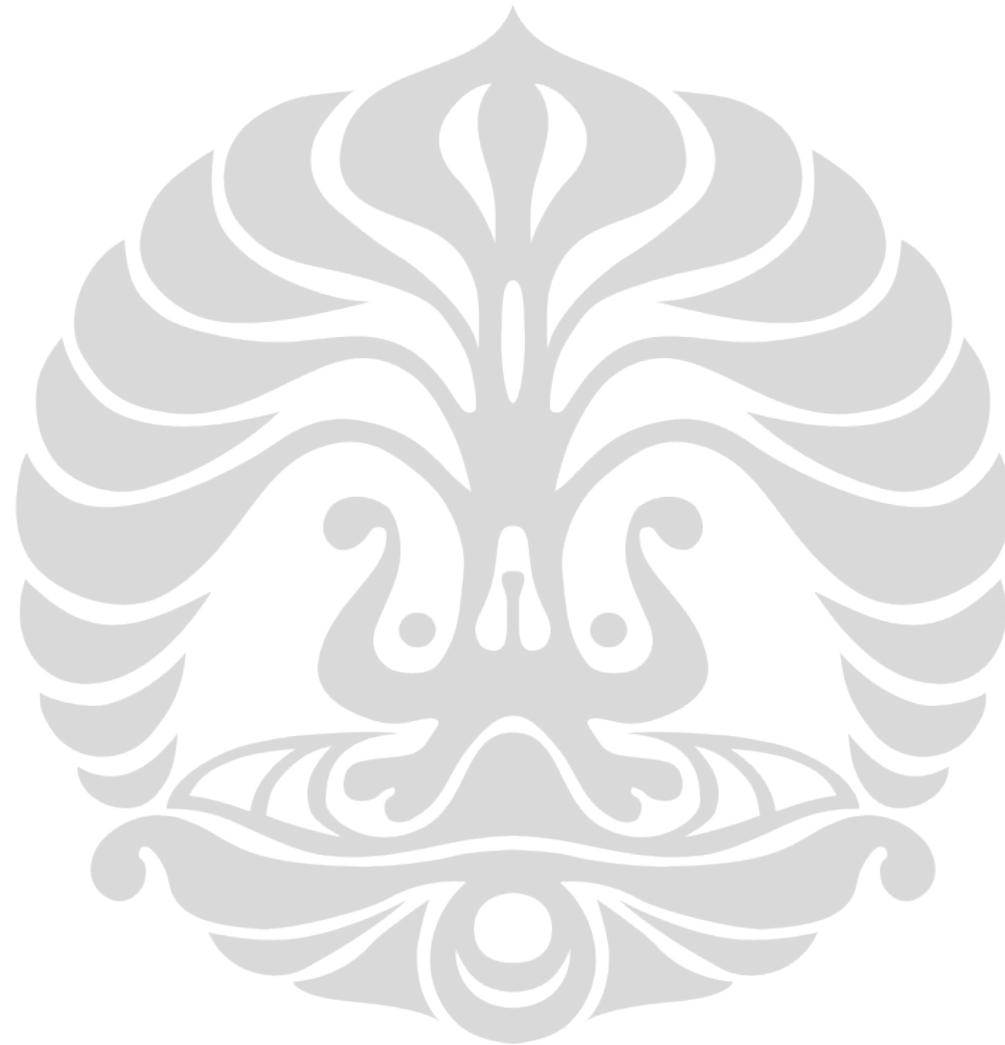
**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Durasi1 (< 7 jam / > 7 jam)	,086	,010	,740
For cohort Keluhan Photokeratitis = Ya	,627	,450	,875
For cohort Keluhan Photokeratitis = Tidak	7,333	1,035	51,974
N of Valid Cases	45		



**Group Statistics**

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Durasi Paparan Radiasi	Ya	33	7,500	,9682	,1685
	Tidak	12	4,917	1,9168	,5533



## 5. Hubungan Penggunaan APD-Keluhan Subjektif Photokeratitis

Penggunaan APD pekerja las \* Keluhan Photokeratitis Crosstabulation

			Keluhan Photokeratitis		Total
			Ya	Tidak	
Penggunaan APD pekerja las	Buruk	Count	30	7	37
		% within Penggunaan APD pekerja las	81,1%	18,9%	100,0%
	Baik	Count	3	5	8
		% within Penggunaan APD pekerja las	37,5%	62,5%	100,0%
Total		Count	33	12	45
		% within Penggunaan APD pekerja las	73,3%	26,7%	100,0%

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,389 <sup>b</sup>	1	,011		
Continuity Correction <sup>a</sup>	4,354	1	,037		
Likelihood Ratio	5,714	1	,017		
Fisher's Exact Test				,022	,022
Linear-by-Linear Association	6,247	1	,012		
N of Valid Cases	45				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,13.

### Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Penggunaan APD pekerja las (Buruk / Baik)	7,143	1,370	37,228
For cohort Keluhan Photokeratitis = Ya	2,162	,872	5,361
For cohort Keluhan Photokeratitis = Tidak	,303	,129	,713
N of Valid Cases	45		

### 6. Hubungan Masa Kerja-Keluhan Subjektif Photokeratitis

#### Group Statistics

Keluhan Photokeratitis		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Lama Bekerja	Ya	33	14,55	10,152	1,767
Responden	Tidak	12	11,08	3,942	1,138

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Lama Bekerja Responden	Equal variances assumed	10,394	,002	1,143	43	,259	3,462	3,028	-2,644	9,568
	Equal variances not assumed			1,647	42,689	,107	3,462	2,102	-,778	7,702

## 7. Hubungan Kuat Arus-Radiasi UV

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Pengelompokan Arus	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Radiasi Efektif

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,634 <sup>a</sup>	,401	,387	11,10386

a. Predictors: (Constant), Pengelompokan Arus

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3554,505	1	3554,505	28,829	,000 <sup>a</sup>
	Residual	5301,712	43	123,296		
	Total	8856,217	44			

a. Predictors: (Constant), Pengelompokan Arus

b. Dependent Variable: Radiasi Efektif

## 8. Diameter Kawat Las-Radiasi UV

### Group Statistics

	Diameter Kawat Las	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Radiasi Efektif	2,6 mm	39	27,0964	8,67674	1,38939
	3,2 mm	6	54,8500	19,94991	8,14452

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Radiasi Efektif	Equal variances assumed	16,987	,000	-5,959	43	,000	-27,75359	4,65772	-37,14678	-18,36040
	Equal variances not assumed			-3,359	5,295	,018	-27,75359	8,26218	-48,64156	-6,86562

## 9. Hubungan Lokasi Pengelasan-Radiasi UV

Group Statistics

Lokasi Pengelasan		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Radiasi Efektif	Outdoor	17	38,3059	19,17920	4,65164
	Semi	28	26,2379	7,27815	1,37544



**UNIVERSITAS INDONESIA**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**

**KUESIONER PENELITIAN**

**No.Responden** : **Pukul**  
:  
**Waktu pemeriksaan (Tgl/Bln/Thn)** :  
**Nomor Kios** :  
**Cuaca pada waktu pemeriksaan** :

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Perkenalkan, saya A.Sri Wahyuni, mahasiswi angkatan 2008 yang sedang menyelesaikan tugas akhir di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya akan melakukan penelitian yang berjudul "Keluhan Subjektif Photokeratitis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pada Pekerja Tukang Las di Jalan Bogor, Bandung". Oleh karena itu, saya selaku peneliti, mengharapkan kesediaan Saudara untuk berpartisipasi dalam penelitian ini, dengan memberikan jawaban yang sejujur-jujurnya dan tanpa dipengaruhi orang lain. Setelah membaca informasi di atas dan memahami tentang tujuan penelitian dan peran yang diharapkan dari saya di dalam penelitian ini, Saudara menyatakan setuju untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.

Tanggal \_\_\_\_\_

Responden

(\_\_\_\_\_)

## I. IDENTITAS RESPONDEN

1. Nama Responden : \_\_\_\_\_
2. Tanggal Lahir/Umur : \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Tahun)

## II. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Sudah berapa lama anda bekerja di tempat ini? \_\_\_\_\_ Tahun \_\_\_\_\_ Bulan
2. Berapa lama anda bekerja dengan alat ini dalam sehari? \_\_\_\_\_ Jam \_\_\_\_\_ Menit
3. Dalam seminggu, berapa hari anda bekerja disini? Seminggu \_\_\_\_\_ Hari
4. Pekerjaan utama anda selama bekerja di tempat ini?
  - a. Mengelas
  - b. Memotong
  - c. Mempersiapkan Alat
  - d. Lainnya \_\_\_\_\_

## III. KELUHAN GANGGUAN MATA

1. Dalam 3 bulan terakhir, apakah anda pernah mengalami sakit mata/gangguan mata setelah melakukan pengelasan?
  - a. Ya (Lanjut ke No.2)
  - b. Tidak (Ke IV)
2. Jenis gangguan yang dirasakan :

Gangguan yang dirasakan	Ya	Tidak
1. Rasa ada benda asing (seperti pasir)		
2. Banyak mengeluarkan air mata		
3. Rasa silau		
4. Terasa terbakar		
5. Terasa perih		

Sebut 6.Kelopak mata bengkok		
7. Gangguan melihat (kabur)		
<b>JUMLAH KELUHAN</b>		

3. Berapa kali anda mengalami gangguan mata tersebut dalam tiga bulan terakhir? \_\_\_\_\_kali
4. Apakah anda tidak bekerja saat mengalami gangguan mata tersebut?
  - a. Ya      b.Tidak

**IV. PENGGUNAAN APD**

1. Apakah anda memiliki alat pelindung mata?
  - a. Ada (ke No.2)      b.Tidak Ada (ke No.4)
2. Jenis alat pelidnung mata yang dimiliki
  - a.Kaca mata gelap biasa      b.Kaca mata gelap tertutup
  - c.Topeng Muka      d.Lainnya \_\_\_\_\_
3. Bagaimana penggunaan APD selama anda bekerja?
  - a. Selalu      b.Kadang-kadang      c. Tidak pernah
4. Apakah anda memiliki pakaian pelindung kulit?
  - a. Ada      b.Tidak

**V. PROSES KERJA LAS**

1. Jenis alat las yang digunakan : a. SMAW   b.GMAW      c.GTAW  
 d. Lainnya \_\_\_\_\_
2. Untuk Las Listrik : Kuat Arus \_\_\_\_\_Amper  
 Diameter Kawat Las \_\_\_\_\_ mm  
 Jumlah kawat las yang dipakai/hari \_\_\_\_\_batang

3. Bahan yang digunakan : \_\_\_\_\_

4. Jenis produk yang dihasilkan : \_\_\_\_\_

### VI. PENGUKURAN TINGKAT RADIASI SINAR UV

No. Pengukuran	Radiasi Efektif : ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
1	
2	
3	
4	
5	

Hasil rata-rata lima kali pengukuran = \_\_\_\_\_  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

### VII. LINGKUNGAN KERJA

1. Jarak sumber radiasi dari responden : \_\_\_\_\_ cm
2. Lokasi pengelasan :
  - a. Outdoor : 75% pengelasan dilakukan diluar ruangan
  - b. Indoor : 75% pengelasan dilakukan di dalam ruangan
  - c. Semi : 50% pengelasan dilakukan di dalam dan di luar ruangan
  - d.

☺ TERIMA KASIH ATAS PARTISIPASI ANDA ☺

## LAMPIRAN DOKUMENTASI



**Gambar 1. Kios-Kios Pengelasan di Jalan Bogor, Bandung, Tahun 2012**



**Gambar 2. Radiometer UV-B**



**Gambar 3. Salah Satu Posisi Mengelas**



**Gambar 4. Kacamata Hitam  
yang biasa digunakan Tukang Las dalam bekerja**



**Gambar 5. Pengukuran Intensitas Radiasi Sinar UV menggunakan Radiometer UV-B**



**Gambar 6. Pengukuran Jarak Sumber Pengelasan dengan mata pekerja menggunakan meteran**



**Gambar 7. Melakukan Wawancara dengan Salah Satu Responden**