

**DAFTAR ISI**

|                                                       |                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL.....                                    | i                                   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                               | ii                                  |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS ....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| KATA PENGANTAR .....                                  | v                                   |
| ABSTRACT.....                                         | vi                                  |
| ABSTRAK.....                                          | vii                                 |
| DAFTAR ISI.....                                       | viii                                |
| DAFTAR TABEL.....                                     | xi                                  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | xiii                                |
| DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH.....       | xiv                                 |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                         | <b>1</b>                            |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1                                   |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                        | 5                                   |
| 1.3 Pembatasan dan Rumusan masalah.....               | 6                                   |
| 1.3.1 Pembatasan Masalah .....                        | 6                                   |
| 1.3.2 Rumusan Masalah .....                           | 7                                   |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                            | 7                                   |
| 1.4.1 Tujuan Umum.....                                | 7                                   |
| 1.4.2 Tujuan Khusus .....                             | 7                                   |
| 1.5 Manfaat.....                                      | 8                                   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                   | <b>9</b>                            |
| 2.1 Partikel Pada Industri .....                      | 9                                   |
| 2.2 Sifat Fisika dan Kimia <i>Welding Fumes</i> ..... | 12                                  |
| 2.3 Mekanisme <i>Welding Fumes</i> dalam tubuh .....  | 13                                  |
| 2.4 Nilai Ambang Batas <i>Welding Fumes</i> .....     | 17                                  |
| 2.5 Toksisitas <i>Fumes</i> Pada Inhalasi.....        | 17                                  |
| 2.6 Pengelasan .....                                  | 18                                  |

|                                                               |                                                                                                    |           |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.1                                                         | Jenis Proses pengelasan.....                                                                       | 18        |
| 2.6.2                                                         | Efek Kesehatan yang Ditimbulkan Akibat <i>Fumes</i> Pengelasan .....                               | 21        |
| 2.7.1                                                         | Jenis Gangguan Faal Paru.....                                                                      | 26        |
| 2.8                                                           | Pemeriksaan Gangguan Faal Paru .....                                                               | 28        |
| 2.9                                                           | Faktor-Faktor yang berhubungan dengan gangguan faal paru .....                                     | 31        |
| <b>BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN..</b> |                                                                                                    | <b>38</b> |
| 1.1                                                           | Kerangka Konseptual Penelitian .....                                                               | 38        |
| <b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>                         |                                                                                                    | <b>40</b> |
| 4.1                                                           | Jenis Penelitian .....                                                                             | 40        |
| 4.2                                                           | Sumber Data dan Metode Pengumpulan Data.....                                                       | 40        |
| 4.3                                                           | Seleksi Studi .....                                                                                | 41        |
| 4.3.1                                                         | Kriteria Inklusi .....                                                                             | 43        |
| 4.3.2                                                         | Kriteria Eksklusi.....                                                                             | 43        |
| 4.4                                                           | Abstraksi Data .....                                                                               | 44        |
| 4.5                                                           | Analisis data .....                                                                                | 44        |
| <b>BAB V HASIL PENELITIAN .....</b>                           |                                                                                                    | <b>46</b> |
| 5.1                                                           | Identifikasi Karakteristik Pekerja Pengelasan .....                                                | 46        |
| 5.2                                                           | Identifikasi Perilaku Pekerja Pengelasan .....                                                     | 53        |
| 5.3                                                           | Identifikasi Kadar <i>welding fumes</i> .....                                                      | 56        |
| 5.4                                                           | Analisis Hubungan Karakteristik Pekerja Pengelasan Dengan Gangguan Faal Paru.....                  | 59        |
| 5.4.1                                                         | Hubungan Karakteristik Umur Pekerja Dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan.....         | 59        |
| 5.4.2                                                         | Hubungan Karakteristik Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan.....           | 62        |
| 5.4.3                                                         | Hubungan Karakteristik Lama Paparan Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....             | 65        |
| 5.4.4                                                         | Hubungan Karakteristik Status Gizi Pekerja Dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan. .... | 67        |
| 5.5                                                           | Analisis Hubungan Perilaku Pekerja dengan Gangguan Faal Paru.....                                  | 69        |
| 5.5.1                                                         | Hubungan Perilaku Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan .....        | 69        |

|                                           |                                                                                                                                              |            |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.5.2                                     | Hubungan Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                                     | 72         |
| 5.6                                       | Analisis Hubungan <i>Welding fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                    | 73         |
| 5.7                                       | Meta-Analisis Faktor Resiko Karakteristik, Perilaku dan Paparan <i>Welding fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....      | 76         |
| 5.7.1                                     | Variabel Yang Merupakan Faktor Risiko Terjadinya Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan .....                                            | 76         |
| 5.7.2                                     | Variabel Yang Bukan Merupakan Dalam Faktor Risiko (Termasuk Faktor Protektif) Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....              | 86         |
| 2.                                        | Meta-analisis Faktor Protektif Karakteristik Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                                    | 89         |
| 5.7.3                                     | Uji Sensitivitas Faktor Resiko Karakteristik, Perilaku dan Paparan <i>Welding fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....    | 94         |
| <b>BAB VI PEMBAHASAN.....</b>             |                                                                                                                                              | <b>97</b>  |
| 6.1                                       | Identifikasi Karakteristik Pekerja Pengelasan .....                                                                                          | 97         |
| 6.2                                       | Identifikasi Perilaku Pekerja Pengelasan .....                                                                                               | 99         |
| 6.3                                       | Identifikasi Paparan Kadar <i>Welding fumes</i> di Lingkungan Pengelasan                                                                     | 100        |
| 6.4                                       | Analisis Hubungan Karakteristik Pekerja Pengelasan Dengan Gangguan Faal Paru.....                                                            | 102        |
| 6.5                                       | Analisis Hubungan Perilaku Pekerja dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                        | 106        |
| 6.6                                       | Analisis Hubungan Kadar <i>Welding fumes</i> dan Metal <i>Fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                       | 108        |
| 6.7                                       | Meta-Analisis Faktor Risiko Karakteristik, Perilaku dan Paparan <i>Welding fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan. .... | 110        |
| 6.8                                       | Keterbatasan Penelitian .....                                                                                                                | 126        |
| <b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                                                                                                                              | <b>127</b> |
| 7.1                                       | Kesimpulan.....                                                                                                                              | 127        |
| 7.2                                       | Saran.....                                                                                                                                   | 128        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>               |                                                                                                                                              | <b>130</b> |

## DAFTAR TABEL

| Nomor      | Judul Tabel                                                                                                       | Halaman |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1  | Efek Kesehatan Yang Ditimbulkan Akibat Paparan <i>Fumes</i> Pengelasan .....                                      | 21      |
| Tabel 2.2  | Efek Kesehatan Yang Ditimbulkan Akibat Paparan Gas Pengelasan .....                                               | 23      |
| Tabel 2.3  | Interpretasi Hasil Penilaian Gangguan Faal Paru Oleh <i>American Thoracic Society</i> .....                       | 31      |
| Tabel 2.4  | Kategori Index Masa Tubuh (IMT) .....                                                                             | 34      |
| Tabel 4.1  | <i>Seach Term</i> Pencarian <i>Literature</i> .....                                                               | 41      |
| Tabel 5.1  | Identifikasi Karakteristik Pekerja Pengelasan .....                                                               | 46      |
| Tabel 5.2  | Identifikasi Perilaku Pada Pekerja Pengelasan.....                                                                | 53      |
| Tabel 5.3  | Identifikasi Kadar <i>Welding fumes</i> Pada Lingkungan Pekerja Pengelasan .....                                  | 57      |
| Tabel 5.4  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Karakteristik Umur Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                | 60      |
| Tabel 5.5  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Karakteristik Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan.....     | 62      |
| Tabel 5.6  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Karakteristik Lama Paparan Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan.....   | 65      |
| Tabel 5.7  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Karakteristik Status Gizi Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan.....    | 67      |
| Tabel 5.8  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Perilaku Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan.....   | 69      |
| Tabel 5.9  | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Perilaku Penggunaan APD Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan.....      | 72      |
| Tabel 5.10 | Hasil <i>p-value</i> Hubungan Paparan <i>Welding fumes</i> Dengan Gangguan Faal Faal Paru Pekerja Pengelasan..... | 74      |
| Tabel 5.11 | Tabel Uji <i>Heterogenitas</i> Meta-Analisis Lama Paparan Dengan Gangguan Faal Paru .....                         | 77      |
| Tabel 5.12 | Tabel Uji <i>Heterogenitas</i> Meta-Analisis Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Paru .....                    | 79      |
| Tabel 5.13 | Tabel Uji <i>Egger's test</i> Meta-Analisis Faktor Risiko Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Paru.....        | 81      |
| Tabel 5.14 | Tabel Uji <i>Heterogenitas</i> Meta-Analisis Penggunaan                                                           | 82      |

|            |                                                                                                                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 5.15 | APD Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.<br>Tabel Uji Heterogenitas Meta-Analisis <i>Welding fumes</i><br>Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan ..... | 84 |
| Tabel 5.16 | Tabel Uji Heterogenitas Meta-Analisis Umur Dengan<br>Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                                                                       | 87 |
| Tabel 5.17 | Tabel Uji <i>Egger's test</i> Meta-Analisis Faktor Protektif<br>Umur Dengan Gangguan Faal Paru.....                                                                   | 89 |
| Tabel 5.18 | Tabel Uji Heterogenitas Meta-Analisis Masa Kerja<br>Dengan Gangguan Faal Paru.....                                                                                    | 90 |
| Tabel 5.19 | Tabel Uji <i>Egger's test</i> Meta-Analisis Faktor Protektif<br>Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Paru.....                                                             | 92 |
| Tabel 5.20 | Tabel Uji Heterogenitas Meta-Analisis Status Gizi<br>Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan<br>.....                                                            | 93 |
| Tabel 5.21 | Tabel Uji Sensitivitas Perbandingan <i>Pooled</i><br><i>Prevalence Ratio Fixed Model</i> Dan <i>Random Model</i> .....                                                | 95 |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor       | Judu Gambar                                                                                                                                                        | Halaman |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 1.1  | Paparan Tertinggi Zat Karsinogen Pada Pekerja Pengelasan dan Terkait Mesin Operator .....                                                                          | 3       |
| Gambar 2.1  | Pengelasan dengan metode <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW) .....                                                                                            | 18      |
| Gambar 2.2  | Pengelasan dengan metode <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW).....                                                                                                  | 19      |
| Gambar 3.1  | Kerangka Konseptual Faktor Risiko Terjadinya Gangguan Faal Paru Pada Pekerja Pengelasan.....                                                                       | 38      |
| Gambar 4.1  | Flow Chart Hasil Seleksi Artikel Faktor Risiko Karakteristik, Perilaku dan Paparan <i>Welding Fumes</i> Terjadinya Gangguan FaalParu Pada Pekerja Pengelasan ..... | 43      |
| Gambar 5.1  | <i>Forest plot</i> Faktor Risiko Lama Paparan Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                                                                    | 78      |
| Gambar 5.2  | <i>Forest plot</i> Faktor Risiko Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                              | 81      |
| Gambar 5.3  | <i>Funnel plot</i> Faktor Risiko Kebiasaan Merokok Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                              | 69      |
| Gambar 5.4  | <i>Forest plot</i> Faktor Risiko Penggunaan APD Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                                 | 83      |
| Gambar 5.5  | <i>Forest plot</i> Faktor Risiko <i>Welding Fumes</i> Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                           | 85      |
| Gambar 5.6  | <i>Forest plot</i> Faktor Protektif Umur Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                                        | 87      |
| Gambar 5.7  | <i>Funnel plot</i> Faktor Protektif Umur Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan.....                                                                         | 88      |
| Gambar 5.8  | <i>Forest plot</i> Faktor Protektif Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                                  | 90      |
| Gambar 5.9  | <i>Funnel plot</i> Faktor Protektif Masa Kerja Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                                  | 91      |
| Gambar 5.10 | <i>Forest plot</i> Faktor Protektif Status Gizi Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Pengelasan .....                                                                 | 93      |

**DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH**

|   |                           |
|---|---------------------------|
| < | = Kurang                  |
| > | = Lebih                   |
| ≤ | = Kurang dari sama dengan |
| ≥ | = Lebih dari sama dengan  |
| ± | = Kurang lebih            |
| / | = Atau                    |
| α | = Alpha                   |
| μ | = Mikro                   |
| % | = Persen                  |

**Daftar Singkatan**

|                   |                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| APD               | = Alat Pelindung Diri                                          |
| Cd                | = Cadmium                                                      |
| CI                | = <i>Coefisien Interval</i>                                    |
| CO                | = Karbon monoksida                                             |
| CO <sup>2</sup>   | = Karbon dioksida                                              |
| Cr                | = Cromium                                                      |
| FEV <sub>1</sub>  | = <i>Forced Expiratory Volume in 1 Second</i>                  |
| FVC               | = <i>Forced Vital Capacity</i>                                 |
| GMAW              | = <i>Gas Metal Arc Welding</i>                                 |
| GTAW              | = <i>Gas Tungsten Arc Welding</i>                              |
| ILO               | = <i>The International Labour Organization</i>                 |
| IMT               | = Index masa tubuh                                             |
| mg/m <sup>3</sup> | = Miligram per meter kubik                                     |
| NAB               | = Nilai Ambang Batas                                           |
| NO                | = <i>Nitric Oxide</i>                                          |
| NO <sub>2</sub>   | = Nitrogen dioksida                                            |
| O <sup>2</sup>    | = Oksigen                                                      |
| O <sup>3</sup>    | = Ozon                                                         |
| PR                | = <i>Prevalence ratio</i>                                      |
| OSHA              | = <i>Occupational Safety and Health Administration</i>         |
| Pb                | = Timbal                                                       |
| PEFR              | = <i>Peak Expiratory Flow Rate</i>                             |
| PICOS             | = <i>Population, intervention, comparison, outcomes, study</i> |
| SAW               | = <i>Sub merged Arc Welding</i>                                |
| SMAW              | = <i>Shielded Metal Arc Welding</i>                            |
| TAR               | = <i>Total Aerosol Residu</i>                                  |
| th                | = Tahun                                                        |
| TIG               | = <i>Tungsten Inert Gas Welding</i>                            |