



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN KROM (VI) PADA  
AIR SUMUR DI SEKITAR INDUSTRI BATIK UD BINTANG TIMUR  
(Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe  
Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Siti Safarina Utami  
NIM 112110101010**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN KROM (VI) PADA  
AIR SUMUR DI SEKITAR INDUSTRI BATIK UD BINTANG TIMUR  
(Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe  
Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat  
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Siti Safarina Utami  
NIM 112110101010**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim, dengan penuh ucapan syukur Alhamdulillah, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibu Sundari dan Ayah Moh. Rofi'i. Terima kasih telah membesarkan, mendidik, memberikan kasih sayang, motivasi, ilmu, nasehat, semangat dan do'a yang tiada akhir, serta mendukung secara moril maupun materil. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, limpahan rezeki dan perlindungan;
2. Kakakku tersayang Aizun Rizki Safitri yang selalu memberikan motivasi, do'a dan semangat;
3. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi, yang telah mendidik dan memberi banyak ilmu, semoga ilmu yang saya dapatkan dapat bermanfaat;
4. Agama, bangsa, dan negara serta almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

**MOTTO**

Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik  
(Evelyn Underhill)<sup>\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Underhill, Evelyn. 2007. *The Essentials Of Mysticism*. New York: Cosimo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Safarina Utami

NIM : 112110101010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus Di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 9 Februari 2017

Yang menyatakan,

Siti Safarina Utami

NIM 112110101010

**SKRIPSI**

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN KROM (VI) PADA  
AIR SUMUR DI SEKITAR INDUSTRI BATIK UD BINTANG TIMUR  
(Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe  
Kabupaten Jember)**

Oleh

Siti Safarina Utami  
NIM 112110101010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM., M.KL

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timut (Studi Kasus Di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 9 Februari 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Ni'mal Baroya, S.KM., M.PH  
NIP 19770108 200501 2 004

dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc  
NIP 19811005 200604 2 002

Anggota

Erwan Widiyatmoko, ST  
NIP 19780205 200012 1 003

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Jember

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes  
NIP 19800516 200312 2 002

## RINGKASAN

**Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus Di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember);** Siti Safarina Utami; 112110101010; 2017: 91 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Keselamatan Kerja Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Industri Batik UD Bintang Timur merupakan industri batik yang berada di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. Limbah cair yang dihasilkan mengandung krom (VI) sehingga berpotensi mencemari air sumur masyarakat yang sebagian besar digunakan sebagai sumber air minum. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan secara umum Industri Batik UD Bintang Timur dan menganalisis risiko kesehatan lingkungan krom (VI) pada air sumur yang dikonsumsi masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan desain studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Sampel penelitian ini terdiri dari 13 sampel air sumur gali dan 3 sampel air limbah batik. Penelitian ini dilakukan kepada 50 responden yang mengkonsumsi air sumur sebagai air minum. Pengambilan sampel menggunakan teknik *simple random sampling* untuk sampel masyarakat dan teknik sampel sesaat untuk pengambilan sampel air sumur dan limbah cair batik. Metode pengumpulan data untuk konsentrasi krom (VI) pada air sumur dan air limbah batik diukur dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), sedangkan data untuk berat badan, laju asupan, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan, didapatkan melalui wawancara menggunakan kuisisioner. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis univariat yaitu untuk mengetahui dan mendeskripsikan distribusi frekuensi dan presentasi dari masing-masing variabel yang diteliti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata limbah cair industri batik dengan pengambilan 3 kali dalam waktu 3 hari yaitu sebesar 53,33 mg/l. Konsentrasi krom (VI) pada 13 sumur yang dikonsumsi sebagai air minum oleh masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur berkisar antara 0,01 mg/l sampai 0,02 mg/l. Distribusi umur responden dalam penelitian ini lebih banyak pada usia dewasa (26-45 tahun). Responden dengan jenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki dengan jenis pekerjaan terbanyak yaitu sebagai ibu rumah tangga dan petani. Berat badan rata-rata responden yaitu sebesar 46,32 kg. Sebagian besar responden mengkonsumsi air sumur sebagai air minum sebanyak 8 gelas atau sekitar 2 liter setiap harinya dengan frekuensi pajanan selama 365 hari selama satu tahun dan durasi pajanan selama 16 tahun. Perhitungan jumlah asupan pada populasi di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur untuk pajanan non karsinogenik yaitu sebesar 0,0002 mg/kg/hari sampai 0,000461 mg/kg/hari dan untuk jumlah asupan karsinogenik yaitu antara 0,0001 mg/kg/hari sampai 0,0002 mg/kg/hari. Berdasarkan hasil perhitungan nilai RQ untuk krom (VI) pada populasi berdasarkan pajanan *real time* dengan intake minimal dan maksimal, menunjukkan bahwa nilai  $RQ < 1$ .

Disimpulkan bahwa masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur baik secara individu maupun populasi masih aman (RQ antara 0,076 – 0,153) dari risiko gangguan kesehatan bila mengkonsumsi air minum yang berasal dari sumur gali yang berada di sekitar industri batik tersebut untuk durasi pajanan saat ini hingga 30 tahun mendatang. Penelitian ini menyarankan agar pemerintah dapat menyampaikan hasil pemantauan kualitas limbah cair batik serta kualitas air sumur masyarakat di sekitar industri batik sehingga kedua pihak tersebut mengetahui kondisi lingkungan di sekitar industri batik tersebut. Bagi Industri Batik dapat menggunakan bahan pewarna alami yang lebih aman untuk mengurangi beban pencemaran yang masuk ke badan air. Bagi penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait manajemen risiko pajanan krom (VI) yang dapat terjadi pada masyarakat dan lingkungan di sekitar industri batik.

*SUMMARY*

**Environmental Health Risk Analysis Of Chromium (VI) In Well Water Around Batik Industry UD Bintang Timur ( A Case Study At Sumberpakem Village Sumberjambe District of Jember);** Siti Utami Safarina; 112110101010; 2016: 91 pages; Department of Environmental Health and Occupational Health And Safety, Public Health Faculty, Jember University

Batik industry UD Bintang Timur is located in Sumberpakem village Sumberjambe district of Jember. The resulting waste water that containing chromium (VI) potentially could contaminating the well are largely used as a source of drinking water. This study purpose was to describe the general profile of Batik Industry UD Bintang Timur and to analyze environmental health risks of chromium (VI) in the well water consumed by people around the Batik Industry UD Bintang Timur.

This research was used descriptive study with Environmental Health Risk Analysis (ARKL) design. The research was take consisted sample from 13 water wells and 3 water samples batik waste. This study was conducted to 50 respondents who consume well water as drinking water. Simple random sampling technique was used to sample public and instantaneous sampling techniques to take samples from well water and liquid waste of batik. Methods of data collection for the concentration of chromium (VI) in water wells and batik waste water were measured by the method Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), while the data for weight, the rate of intake, frequency of exposure and duration of exposure, taken by the interview using a questionnaire. Data analysis techniques used in this study were univariate analysis technique to determine and describe the frequency distribution and presentation of each of the variables studied.

The results showed that the average of waste water of batik industry by taking 3 times in 3 days in the amount of 53.33 mg / l. The concentration of chromium (VI) in 13 wells for drinking water consumed by people around the UD Bintang Timur Batik Industry ranging from 0.01 mg / l to 0.02 mg / l. The result

of respondents age distribution in this study was obtained in adulthood (26-45 years). Respondents with the number of female more than male and the highest type of work is as a housewives and farmers. The average of respondent weight in the amount of 46.32 kg. Most of respondents was consumed 8 glasses of water or about 2 liter well water as drinking water every day with an exposure frequency for 365 days during 1 year and exposure duration for 16 years. The calculation of amount intake in populations around Batik Industry UD Bintang Timur for non carcinogenic exposure is equal to 0.0002 mg / kg / day up to 0.000461 mg / kg / day and for the amount of carcinogenic intake is between 0.0001 mg / kg / day up to 0.0002 mg / kg / day. Based on the calculation RQ value for chromium (VI) in the population based on the real time exposure with the minimum and maximum intake, indicate that the RQ values <1.

It was concluded that the communities around UD Bintang Timur batik industry both individuals and the population is still secure (RQ between 0.076 to 0.153) on the risk of health problems if consumed as drinking water that comes from wells located around the batik industry for the duration of exposure currently up next 30 years. This study was recommended for goverment can present the results of the monitoring of effluent batik quality and quality of well water to the batik industry and the community so that both parties know the environmental conditions around the batik industry. For batik industry can use natural dyes that are safer for reducing the pollution load into the body of water. For further research is need further research related to risk management exposure chromium (VI) which may occur in the community and the environment around the batik industry.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus Di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)*. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam melengkapi penyusunan tugas akhir dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM).

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan besar kepada Dr. Isa ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku dosen pembimbing utama dan Ellyke, S.KM., M.KL selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, masukan dan saran hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Dr. Isa ma'rufi, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ni'mal Baroya, S.KM., M.PH., selaku ketua penguji skripsi dan Dosen Pembimbing Akademik;
4. dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc., selaku sekretaris penguji skripsi;
5. Erwan Widiyatmoko, ST., selaku anggota penguji skripsi;
6. Mawardi selaku pemilik Industri Batik UD Bintang Timur dan Kursalim selaku ketua RT 01 RW 03 Dusun Krajan Desa Sumberpakem yang telah memberi izin tempat penelitian dan membantu melancarkan dalam penyelesaian skripsi ini;

7. Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesainya penelitian ini;
8. Seluruh dosen di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis;
9. Seluruh staf dan karyawan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah membantu penulis selama masa studinya;
10. Sahabat-sahabatku tercinta Dian, Aviv, Adi, Rika, Devi, Abdillah, Rr. Intan, Tia, Ajeng, Atika, Cerfi, Joe, Eko, Ilung, Faiz, Taufik, Hadian, Uus, Ila, Ani. Terimakasih untuk kebersamaannya selama ini, kalian adalah sahabat yang telah sabar menemani, menghibur, memberikan dukungan, motivasi dan semangat selama ini;
11. Keluarga kost Kalimantan 46, Afidah, Azifah, Dini, Emma, Fenty, Ima, Meidi (Alm), Mira, Rika, Reni, Susi, Ulik, dan Widya terima kasih atas keceriaan, dukungan dan kebersamaannya selama ini;
12. Teman-teman peminatan Kesling 2011, serta teman-teman FKM UNEJ angkatan 2011 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala dukungan, semangat dan kerjasama yang luar biasa selama ini;
13. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Skripsi ini telah kami susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, Februari 2017

Penulis

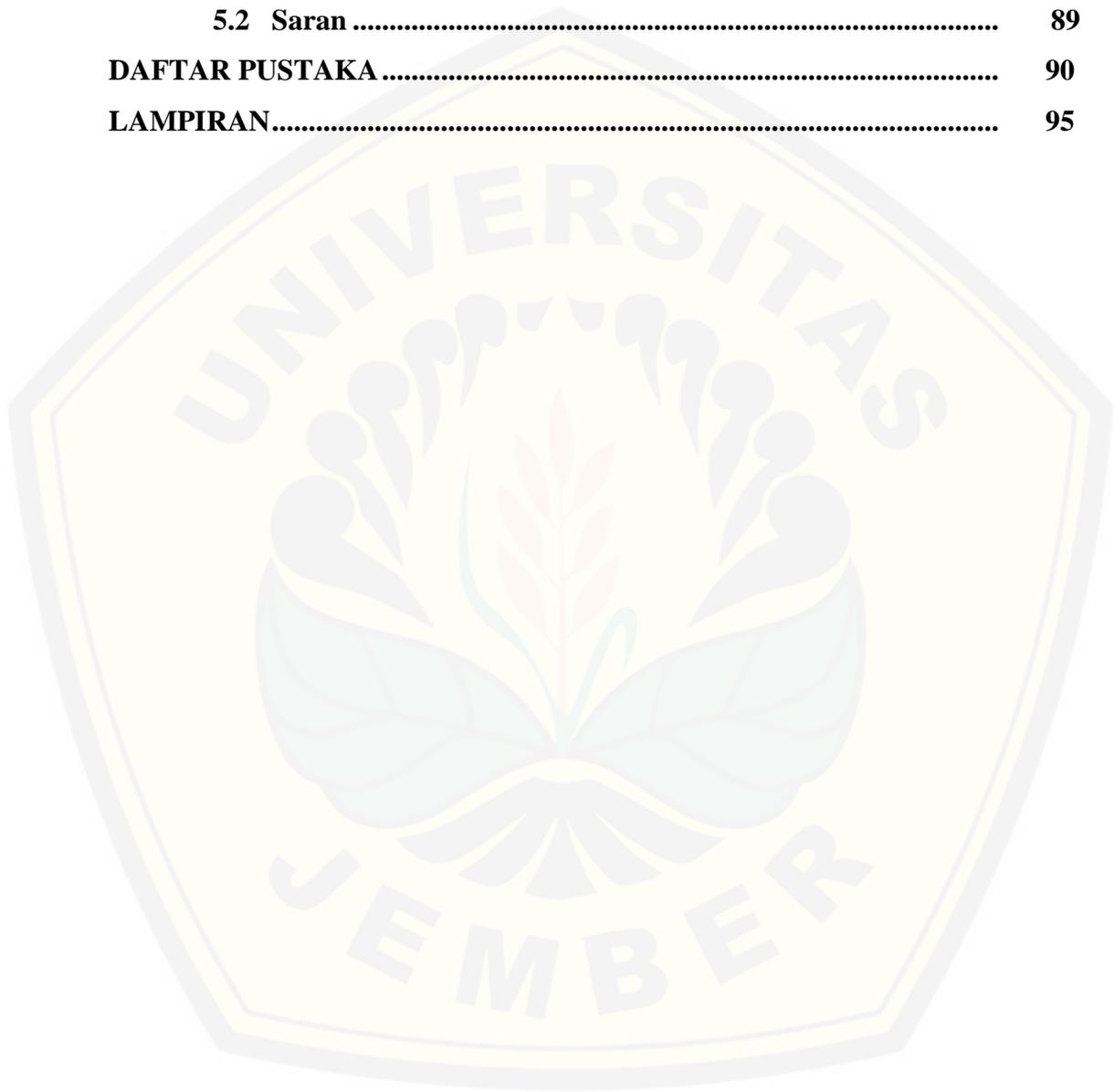
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum.....	<b>5</b>
1.3.2 Tujuan Khusus.....	<b>5</b>
<b>1.4. Manfaat Penelitian</b> .....	<b>6</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	<b>6</b>
1.4.2 Manfaat Praktis.....	<b>6</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Industri Batik</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Limbah Cair Industri Batik</b> .....	<b>8</b>

<b>2.3 Pencemaran Air .....</b>	<b>9</b>
2.3.1 Pengaruh Air Terhadap Kesehatan .....	11
2.3.2 Persyaratan Air Minum .....	12
<b>2.4 Sumur Gali .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 Krom (VI) .....</b>	<b>15</b>
2.5.1 Sifat dan Karakteristik Krom (VI) .....	15
2.5.2 Penggunaan Krom (VI) .....	16
2.5.3 Pencemaran Krom (VI) di Lingkungan .....	17
2.5.4 Krom (VI) dalam Air Minum.....	18
2.5.5 Jalur Panajan Krom (VI) .....	18
2.5.6 Mekanisme Kerja Krom (VI) dalam Tubuh.....	19
2.5.7 Dampak Krom (VI) Bagi Kesehatan.....	20
2.5.8 Faktor yang Mempengaruhi Daya Racun Krom (VI) dalam Tubuh .....	22
<b>2.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan .....</b>	<b>23</b>
2.6.1 Identifikasi Bahaya ( <i>Hazard Identification</i> ) .....	24
2.6.2 Analisis Pemajanan ( <i>Exposure Assessment</i> ) .....	24
2.6.3 Analisis Dosis Respon .....	26
2.6.4 Karakteristik Risiko ( <i>Risk Characterization</i> ) .....	29
<b>2.7 Manajemen Risiko .....</b>	<b>30</b>
<b>2.8 Komunikasi Risiko.....</b>	<b>31</b>
<b>2.9 Kerangka Teori.....</b>	<b>32</b>
<b>2.10 Kerangka Konsep.....</b>	<b>33</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....</b>	<b>36</b>
3.3.1 Populasi Penelitian.....	36
3.3.2 Sampel Penelitian.....	37
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	38
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>41</b>

<b>3.5 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>43</b>
3.5.1 Data Primer .....	43
3.5.2 Data Sekunder .....	43
<b>3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....</b>	<b>43</b>
3.6.1 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data.....	47
<b>3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data.....</b>	<b>47</b>
3.7.1 Teknik Pengolahan Data .....	47
3.7.2 Teknik Penyajian Data .....	48
3.7.3 Teknik Analisis Data.....	48
<b>3.8 Alur Penelitian .....</b>	<b>49</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>50</b>
4.1.1 Gambaran Lokasi Industri Batik UD Bintang Timur.....	50
4.1.2 Konsentrasi Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur .....	58
4.1.3 Paparan Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.....	61
4.1.4 Dosis Respon Krom(VI) pada Air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur .....	71
4.1.5 Karakteristik Risiko Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.....	72
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>78</b>
4.2.1 Gambaran Umum Industri Batik UD Bintang Timur ....	78
4.2.2 Konsentrasi Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur .....	78
4.2.3 Paparan Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.....	80
4.2.4 Dosis Respon Krom(VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur .....	85

4.2.5 Karakteristik Risiko Krom(VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.....	85
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>88</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>88</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>89</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>90</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>95</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik .....	9
2.2 Standar Baku Mutu Tentang Kualitas Air dan Pengendalian Air .....	10
2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum.....	12
2.4 Perkiraan total asupan harian krom (VI) dari semua sumber paparan dalam berbagai kelompok umur pada populasi di Canada. ....	18
2.5 Beberapa nilai <i>default</i> faktor-faktor pemajanan untuk menghitung asupan harian berbagai jalur pajanan .....	26
2.6 Dosis-Respon Agen Risiko Jalur Ingesti .....	29
3.1 Distribusi Besar Sampel Menurut Jumlah Sumur.....	39
3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Oprasional.....	41
4.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Krom (VI) pada Limbah Cair Industri Batik UD Bintang Timur .....	58
4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Krom (VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.....	60
4.3 Distribusi Karakteristik Responden .....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pola Pencemaran Tanah Secara Bakteriologis dan Kimia Serta Jangkauan Maksimumnya.....	14
2.2 Kerangka Teori.....	32
2.3 Kerangka Konsep.....	33
3.1 Denah Pengambilan Air Sumur Gali Warga.....	40
3.2 Alur Penelitian.....	49
4.1 Alat dan Bahan Mambatik.....	51
4.2 Proses Pembatikan Kain.....	52
4.3 Proses Pewarnaan Kain Batik.....	53
4.4 Proses Pelorodan Kain Batik.....	54
4.5 Proses Pencucian dan Penjemuran Kain Batik.....	55
4.6 Denah Lokasi Pengambilan Limbah Cair.....	56
4.7 Proses Pembuangan Limbah Cair Batik.....	57
4.8 Denah Pengambilan Air Sumur Warga.....	59
4.9 Proyeksi <i>Intake</i> Non karsinogenik pada tahun ke-5 sampai tahun ke-30.....	66
4.10 Proyeksi <i>Intake</i> Karsinogenik Pada Tahun ke-5 Sampai Tahun ke-30.....	67
4.11 Proyeksi <i>Intake</i> non karsinogenik pada tahun ke-5 sampai tahun ke-30 pada populasi.....	69
4.12 Proyeksi <i>Intake</i> karsinogenik lifetime pada tahun ke-5 sampai tahun ke-30 pada populasi.....	71
4.13 Proyeksi Tingkat Risiko Minimal dan Maksimal Non Karsinogenik Pada Tahun ke-5 Sampai Tahun ke-30.....	73
4.14 Tingkat Risiko Non Karsinogenik Pada Tahun ke-5 Sampai Tahun ke-30 pada populasi.....	75

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Lembar persetujuan ( <i>Informed Consent</i> ).....	95
B. Kuisisioner Penelitian .....	96
C. Surat Ijin Penelitian .....	98
D. Hasil Laboratorium .....	99
E. Rekapitulasi Data Hasil Kuisisioner.....	100
F. Hasil Analisis Deskriptif.....	102
G. Hasil Perhitungan <i>Intake</i> Untuk Paparan <i>Real time</i> Per Individu .....	104
H. Hasil Perhitungan <i>Intake</i> Untuk Paparan <i>Life time</i> Per Individu .....	107
I. Tingkat Risiko Untuk Paparan <i>Life time</i> Per Individu.....	115
J. Dokumentasi Penelitian.....	119

## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

### DAFTAR SINGKATAN

ARKL	= Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan
ATSDR	= <i>Agency For Toxic Substances and Disease Registry</i>
IPCS	= <i>International Programme on Chemical Safety</i>
EPA	= <i>Environmental Protection Agency</i>
FPTC	= <i>Federal Provincial Territorial Committee</i>
Kg	= Kilo Gram
Loael	= <i>Lowest Observed Adverse Effect Level</i>
Mg	= Mili gram
µg	= Mikro gram
Ppm	= Part per milion
L	= Liter
Noael	= <i>No Observed Adverse Effect Level</i>
RfD	= <i>Reference Dose</i>
RQ	= <i>Risk Quotient</i>

### DAFTAR NOTASI

-	= sampai dengan
%	= persen
/	= per
x	= kali
<	= kurang dari
>	= lebih dari
≤	= kurang dari sama dengan
≥	= lebih dari sama dengan
=	= sama dengan

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Batik merupakan salah satu warisan budaya nenek moyang bangsa Indonesia yang sampai saat ini terus berkembang dan diminati oleh semua kalangan. Perkembangan yang semakin pesat itulah yang menyebabkan semakin banyaknya industri batik di berbagai daerah di Indonesia. Industri batik merupakan salah satu industri penghasil limbah cair yang berasal dari setiap proses produksinya. Proses pewarnaan merupakan salah satu proses pembuatan batik yang banyak menghasilkan limbah cair serta penggunaan bahan kimia dalam prosesnya (Sulaeman, 2001:1). Limbah cair yang dihasilkan tersebut selain kandungan zat warnanya tinggi, warna yang dihasilkan juga berwarna keruh dan pekat serta mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan sehingga dapat berpotensi mengakibatkan pencemaran fisik dan kimia pada lingkungan. Penelitian Hartati *et al.*, (2011:25) menunjukkan bahwa dalam limbah cair industri batik mengandung berbagai logam berat seperti timbal, besi, seng, krom, tembaga dan kadmium.

Salah satu logam berat yang banyak terdapat pada limbah cair industri batik adalah krom (VI). Logam krom (VI) merupakan bahan kimia yang bersifat bioakumulatif dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai dalam lingkungan sehingga diakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Krom dengan ion heksavalent lebih toksik dibandingkan krom trivalent, baik paparan akut maupun kronis. Hal tersebut dikarenakan sifat dari krom heksavalent yang mudah larut dalam air dan membentuk senyawa kromat dan dikromat. Hasil penelitian Vymazal dalam Rahardjo *et al.*, (2014:2) menyatakan bahwa krom (VI) mempunyai kekuatan lebih besar untuk mengoksidasi, lebih larut dalam air dan lebih mudah melewati membran biologi dibandingkan dengan krom (III).

Pada beberapa penelitian diketahui bahwa krom (VI) mudah terakumulasi dan berdampak negatif bagi lingkungan biotik dan abiotik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wireshpathi *et al.*, (2012:78) tentang pengaruh krom (VI) terhadap

tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*), diketahui bahwa krom (VI) dengan konsentrasi tertentu memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang terjadi akibat menurunnya oksigen terlarut (DO) akibat adanya paparan krom tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahardjo *et al.*, (2014:32) pada 15 sampel air sumur warga di sekitar industri penyamakan kulit, diketahui bahwa 8 sumur tercemar oleh logam krom dengan kisaran konsentrasi sebesar 0,06-1,04 mg/l. Selain pada air sumur, logam krom juga diketahui terakumulasi pada beberapa sampel rambut dan kuku masyarakat di sekitar industri tersebut dengan kisaran konsentrasi antara 0,02-1,90 mg/kg pada sampel kuku dan 0,06-0,42 mg/kg pada rambut. Pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Zhang dan Li dalam ATSDR (2012:317) diketahui bahwa terdapat 155 orang di Cina yang mengonsumsi air minum yang mengandung krom (VI) dengan konsentrasi sekitar 20 mg/l yang menyebabkan ulkus pada mulut, diare, sakit perut, gangguan pencernaan, muntah dan leukositosis. Menurut Mukono, (2006:140), paparan kronis krom (VI) pada organ tubuh dapat terjadi pada sistem saluran pernafasan yaitu berupa kanker paru dan ulkus pada septum nasal. Pada kulit berupa ulkus kronis pada permukaan kulit. Pada pembuluh darah berupa penebalan oleh plak pada pembuluh aorta serta pada ginjal yaitu dapat menyebabkan kelainan berupa nekrosis tubulus ginjal.

Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe merupakan sentra industri batik yang terkenal di Jember. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wirawan dan Purwodio (2016:62), diketahui bahwa terdapat dua pengusaha batik aktif dan satu pengusaha yang hanya menjadikan bisnis batik sebagai usaha sampingannya. Salah satu pengusaha yang masih aktif tersebut adalah Bapak Mawardi yang merupakan pemilik dari industri batik UD Bintang Timur yang merupakan industri batik di Jember yang telah terdaftar di Balai Besar Kerajinan dan Batik pada tahun 2013 untuk usaha batik labako (motif daun tembakau) yang merupakan motif batik khas Jember (Faisal, 2015:61). Setiap hari industri tersebut melakukan proses produksi dan menghasilkan kurang lebih 100 liter limbah cair untuk sekali produksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wardani (2014:97) diketahui bahwa UD Bintang Timur menggunakan krom pada proses

pewarnaan dengan kadar krom rata-rata pada limbah cair sebesar 3,27 mg/l. Kadar tersebut melebihi batas maksimum yang telah ditentukan berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yakni sebesar 1 mg/l.

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tersebut langsung dibuang ke selokan yang menyatu dengan saluran pembuangan limbah rumah tangga tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu sehingga berpotensi mencemari lingkungan khususnya pencemaran air sumur gali masyarakat di sekitar industri batik tersebut. Menurut Rukaesih (2004:91), sekarang ini beban pencemaran dalam lingkungan air tanah sudah semakin berat dengan masuknya limbah industri dari berbagai bahan kimia yang berbahaya dan beracun meskipun dalam konsentrasi rendah. Air yang masuk ke dalam tubuh manusia harus memenuhi persyaratan pokok yakni persyaratan biologis, fisika dan kimiawi. Dari persyaratan tersebut yang paling mudah diatasi adalah pencemaran biologi karena umumnya mikroorganisme akan mati bila air di didihkan. Akan tetapi problem yang serius di negara berkembang adalah masalah kimiawi pada air bersih seperti adanya deterjen, logam berat, pestisida, dan nitrat yang tidak dapat diatasi hanya dengan merebus air tersebut (Ompusunggu, 2009: 1).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wardani (2014:97), diketahui bahwa kadar krom yang terdeteksi pada 16 air sumur masyarakat sekitar industri batik UD Bintang timur yaitu sebesar kurang dari 0,01 mg/l, 0,03 mg/l, dan 0,04 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krom pada air sumur tersebut masih di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu sebesar 0,05 mg/l. Meskipun masih di bawah ambang batas namun konsentrasi krom tersebut hampir mendekati nilai ambang batas tersebut, sehingga masyarakat perlu berhati-hati karena air tersebut sudah terkontaminasi krom walaupun dalam kadar yang rendah. Menurut Rochyatun dan Rozaq (2007:29), adanya kontaminasi yang terjadi di perairan dalam waktu yang lama, dapat menimbulkan akumulasi dalam tubuh biota yang terdapat dalam air tersebut

maupun di dasar perairan dan sedimen, sehingga berbahaya bagi kehidupan biota dan manusia yang mengkonsumsi biota tersebut.

Adanya industri batik yang didirikan di sekitar pemukiman penduduk juga meningkatkan jumlah limbah cair yang dibuang ke lingkungan sekitar pemukiman tersebut serta kondisi sumur gali yang tidak memenuhi syarat sanitasi dapat meningkatkan resiko penyebaran akibat air buangan yang banyak mengandung senyawa anorganik seperti logam berat krom. Sumur gali yang telah digunakan dalam waktu relatif lama lebih besar kemungkinan mengalami pencemaran karena selain bertambahnya sumber pencemar juga lebih mudahnya sumber pencemar masuk kedalam sumur mengikuti aliran air tanah (Wardani, 2014:63).

Terdapat beberapa permasalahan terkait tingginya konsentrasi krom pada limbah cair industri batik UD Bintang Timur seperti proses pembuangan limbah cair yang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu sehingga dimungkinkan telah mencemari air sumur masyarakat karena ditemukannya kandungan krom pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik tersebut. Walaupun tidak dapat dipungkiri bahwa pencemaran air sumur dimungkinkan bukan hanya berasal dari industri batik UD Bintang Timur saja melainkan berasal dari industri batik yang berada disekitar pemukiman tersebut. Selain itu, air sumur yang terkontaminasi krom tersebut sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari khususnya sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitar industri batik tersebut.

Pencemaran akibat limbah cair industri batik dimungkinkan dapat terus meningkat setiap tahunnya dengan semakin banyaknya industri batik yang terus berkembang di sekitar industri batik UD Bintang timur yang dapat mencemari lingkungan pemukiman di sekitar industri batik tersebut. Diperlukan adanya perkiraan risiko terhadap dampak yang merugikan pada masyarakat. Salah satu model pengukuran risiko kesehatan yang masih belum banyak dikenal dan digunakan sebagai metode kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan adalah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) adalah proses perhitungan atau perkiraan risiko pada suatu

organisme sasaran, sistem atau subpopulasi setelah terpajan oleh agen-agen tertentu (Rahman, 2007:2).

Penelitian ini mengangkat masalah mengenai kualitas air sumur yang dikonsumsi masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember dengan parameter krom (VI) serta menganalisis risiko kesehatan lingkungan pada populasi berisiko pada wilayah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana risiko kesehatan lingkungan krom (VI) pada air sumur yang dikonsumsi masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember?”

## **1.3 Tujuan**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- a. Menggambarkan lokasi Industri Batik UD Bintang Timur
- b. Mengukur konsentrasi krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur
- c. Mengukur pajanan krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur
- d. Menganalisis dosis respon krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur
- e. Menganalisis karakteristik risiko krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang kesehatan masyarakat dalam bidang Kesehatan Lingkungan, terutama mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) krom (VI) pada air sumur masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dapat digunakan sebagai referensi untuk studi atau penelitian sejenis dengan karakteristik yang berbeda.

b. Bagi Pengambil Kebijakan

Sebagai bahan masukan dalam manajemen risiko untuk menurunkan cemaran krom pada air dan risiko kesehatan yang diakibatkan oleh pajanan krom (VI) terhadap masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur.

c. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi dan menambah pengetahuan tentang efek kesehatan pajanan krom (VI) di kalangan masyarakat dan sebagai pengendalian dini terhadap pencemaran air di sekitar industri batik UD Bintang Timur.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri Batik

Kata “Batik” berasal dari bahasa Jawa, dari kata “Amba” yang berarti menggambar dan “tik” yang berarti kecil. Pengertian lain dari batik menjelaskan bahwa batik merupakan suatu seni menghias kain dengan menggambar pola-pola tertentu diatas kain dengan menggunakan malam (Hasyim, 2012:9). Industri batik adalah perusahaan-perusahaan yang melakukan proses penggambaran atau penulisan dan pewarnaan pada kain dengan menggunakan lilin batik (wax atau malam) dan menjualnya (Wuryanto, 2011:5). Adapun proses membatik tulis menurut Riyanto (dalam Hasyim, 2012:18) adalah sebagai berikut:

- a. Pencucian mori: tahap pertama adalah pencucian kain mori untuk menghilangkan kanji, dilanjutkan dengan pengloyoran (memasukkan kain ke minyak jarak/minyak kacang dalam abu merang/londo agar kain menjadi lemas), dan daya serap terhadap zat warna lebih tinggi. Agar susunan benang tetap baik, kain dikanji kemudian dijemur, selanjutnya dilakukan pengeplongan (kain mori dipalu untuk menghaluskan lapisan kain agar mudah dibatik).
- b. Nyorek/mola: membuat pola diatas kain dengan cara meniru pola yang sudah ada (ngeblat). Contoh pola biasanya dibuat diatas kertas dan kemudian dijiplak sesuai pola diatas kain. Proses ini bisa dilakukan dengan membuat pola diatas kain langsung dengan canting maupun dengan menggunakan pensil. Agar proses pewarnaan bisa berhasil dengan bagus atau tidak pecah, perlu mengulang batikan di kain sebaliknya. Proses ini disebut gagangi.
- c. Membatik/nyanting: menorehkan malam batik ke kain mori yang dimulai dengan nglowong (menggambar garis luar pola dan isen-isen). Dalam proses isen-isen terdapat istilah nyecek yaitu membuat isian di dalam pola yang sudah dibuat, misalnya titik-titik. Lalu dilanjutkan dengan nembok (mengeblok bagian pola yang tidak akan diwarnai atau akan diwarnai dengan warna yang lain).

- d. Medel: pencelupan kain yang sudah dibatik ke cairan warna secara berulang kali hingga mendapatkan warna yang dikehendaki.
- e. Ngerok dan nggirah: malam pada kain mori dikerok dengan lempengan logam dan dibilas dengan air bersih, kemudian diangin-anginkan hingga kering.

## 2.2 Limbah Cair Industri Batik

Limbah cair merupakan materi atau komponen yang berupa cair (*liquid wastes*) yang dikeluarkan oleh suatu proses industri yang memiliki efek samping negatif (Sugiharto, 1987:5). Limbah cair industri batik adalah bahan buangan yang berasal dari proses industri batik yang di dalamnya tersusun atas komponen air dan bahan padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang sudah tidak dipergunakan lagi dan berdampak membahayakan kesehatan manusia, merugikan ekosistem, merusak atau membunuh kehidupan dalam air serta dapat merusak keindahan karena bau busuk dan pemandangan yang kotor.

Terjadinya pencemaran air limbah di lingkungan dapat dihindari dengan ditetapkannya baku mutu air limbah yang merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Pada industri batik terdapat beberapa baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya yang disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik

Parameter	Kadar Max (Mg/L)	Beban Pencemar Maksimum (Kg/Ton)						
		Pencucian Kapas, Pemintalan, Penenunan	Perekatan ( <i>Sizing-Desizing</i> )	Pengikisan, Pemasakan ( <i>Klering-Sooring</i> )	Pemucatan ( <i>Bleaching</i> )	Sterilisasi	Pencelupan ( <i>Dyeing</i> )	Pencetakan ( <i>Printing</i> )
BOD5	60	0,42	0,6	1,44	1,08	0,9	1,2	0,36
COD	150	1,05	1,5	3,6	2,7	2,25	3,0	0,9
TSS	50	0,35	0,5	1,2	0,9	0,75	1,0	0,3
Fenol Total	0,5	0,004	0,005	0,012	0,009	0,008	0,01	0,003
Krom Total (Cr)	1,0	-	-	-	-	-	0,02	0,006
Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	8,0	0,056	0,08	0,192	0,144	0,12	0,16	0,048
Sulfida (Sbg S)	0,3	0,002	0,003	0,007	0,005	0,005	0,006	0,002
Minyak & Lemak	3,0	0,021	0,03	0,07	0,054	0,045	0,06	0,018
pH				6,0-9,0				
Volume Limbah Max	100	7	10	24	18	15	20	6

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

### 2.3 Pencemaran Air

Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula dan asam (Sutrisno, 2002:24). Sumber air adalah wadah air yang terdapat diatas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian air ekuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk dan muara. Air juga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar lingkungan serta untuk keperluan industri, pertanian, pemadaman kebakaran, transportasi dan lain-lain (Rukaesih, 2004:15).

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah RI No.82, 2001:2). Secara keseluruhan pencemaran air dapat dibagi menjadi tiga yaitu pencemaran fisik, kimia dan biologi. Pencemaran fisik merupakan pencemaran yang meliputi bahan-bahan yang terapung pada permukaan air, misalnya buih, sampah dan lain-

lain. Ukuran bahwa air tercemar secara fisik dilihat dari bau, warna, suhu, rasa dan kekeruhan serta zat padat yang tersuspensi. Pencemaran kimia meliputi zat organik dan zat anorganik. Ukuran air tercemar secara kimia dilihat dari pH, BOD, COD, minyak dan lemak serta kation dan anion. Bahan pencemar biologi seperti organisme patogen termasuk bakteri, virus, jamur, cacing parasit, *coliform* dan *fitoplankton* dan lain sebagainya (Rukaesih, 2004:94-95). Selain harus memenuhi kuantitas, kebutuhan terhadap air harus memenuhi standar kualitas air terutama kualitas air secara kimia seperti yang terdapat pada Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang disajikan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Kualitas Air dan Pengendalian Air

Parameter	Satuan	Kelas I
<b>Kimia</b>		
Zat Padat Terlarut	-	-
pH	Mg/L	6-9
Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	Mg/L	-
BOD	Mg/L	2
COD	Mg/L	10
Total Foat Sbg P	Mg/L	0,2
NO <sub>3</sub> Sbg N	Mg/L	10
NH <sub>3</sub> -N	Mg/L	0,5
Arsen	Mg/L	0,05
Kobalt	Mg/L	0,2
Barium	Mg/L	1
Boron	Mg/L	1
Selenium	Mg/L	0,01
Kadmium	Mg/L	0,01
Khrom (VI)	Mg/L	0,05
Tembaga	Mg/L	0,02
Besi	Mg/L	0,3
Timbal	Mg/L	0,03
Mangan	Mg/L	0,1

Kelas I: Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sumber: Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001

Menurut Mukono (2006:18), beberapa sumber pencemaran air antara lain:

a. Domestik (rumah tangga)

Berasal dari pembuangan air kotor dari kamar mandi, kakus dan dapur.

b. Industri

Jenis polutan yang dihasilkan oleh industri sangat tergantung pada jenis industrinya sendiri, sehingga jenis polutan yang dapat mencemari air tergantung pada bahan baku, proses industri, bahan bakar dan sistem pengelolaan limbah cair yang digunakan dalam industri tersebut.

c. Pertanian dan perkebunan

Polutan air yang berasal dari pertanian/perkebunan dapat berupa zat kimia yang berasal dari penggunaan pupuk, pestisida, mikrobiologi yang berasal dari kotoran ternak dan cacing tambang di lokasi perkebunan serta penggunaan zat radioaktif yang digunakan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman.

### 2.3.1 Pengaruh Air Terhadap Kesehatan

Air dalam jaringan hidup merupakan medium untuk berbagai reaksi dan proses ekstraksi. Volume air dalam tubuh manusia rata-rata 65% dari total berat tubuhnya dan volume tersebut sangat bervariasi pada masing-masing orang. Beberapa organ tubuh manusia memerlukan banyak air seperti otak, ginjal, darah dan otot. Setiap hari kurang lebih 2-3 liter air dibutuhkan oleh ginjal untuk membersihkan darah dan selebihnya diserap kembali masuk ke aliran darah (Chandra, 2006:39).

Air diperlukan pula untuk melarutkan berbagai zat yang dibutuhkan oleh tubuh seperti zat makanan yang hanya dapat diserap apabila larut di dalam cairan yang berada dalam selaput lendir usus. Segala reaksi biokimia di dalam tubuh makhluk hidup terlaksana oleh air. Berdasarkan penjelasan mengenai manfaat air bagi manusia, maka air yang masuk ke dalam tubuh selain harus memenuhi persyaratan fisik, biologis dan radiologis juga harus memenuhi persyaratan kimiawi karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang memberi akibat buruk pada kesehatan karena tidak sesuai dengan proses biokimiawi tubuh. Begitu pula kebutuhan akan bahan-bahan mikronutrien yang berlebihan dapat menjadi gangguan pada faal tubuh dan berubah menjadi racun dan arsenik dan berbagai macam logam berat, khususnya air raksa, kromium dan kadmium (Soemirat, 2009:103).

### 2.3.2 Persyaratan Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Persyaratan untuk air minum mencakup persyaratan fisik, kimia, biologi dan radioaktif. Standar mutu air untuk kebutuhan rumah tangga ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum terutama parameter wajib untuk parameter kimia yang disajikan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan
<b>Kimia</b>			
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
a.	Arsen	Mg/L	0,01
b.	Flourida	Mg/L	1,5
c.	Total kromium	Mg/L	0,05
d.	Kadmium	Mg/L	0,003
e.	Nitrit ( sebagai $\text{NO}_2^-$ )	Mg/L	3
f.	Nitrat (sebagai $\text{NO}_3^-$ )	Mg/L	50
g.	Sianida	Mg/L	0,07
h.	Selenium	Mg/L	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan langsung dengan kesehatan		
a.	Alumimium	Mg/L	0,2
b.	Besi	Mg/L	0,3
c.	Kesadahan	Mg/L	500
d.	Khlorida	Mg/L	250
e.	Mangan	Mg/L	0,4
f.	pH		6,5-8,5
g.	Seng	Mg/L	3
h.	Sulfat	Mg/L	250
i.	Tembaga	Mg/L	2
j.	Amonium	Mg/L	1,5

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/MENKES/PER/IV/2010

## 2.4 Sumur Gali

Sumur gali merupakan salah satu sumber air bersih yang paling umum dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Keberadaan sumber air ini harus dilindungi dari aktivitas manusia ataupun hal lain yang dapat mencemari air. Sumber air ini harus memiliki tempat (lokasi) dan konstruksi yang terlindungi dari drainase permukaan dan banjir. Bila sarana air bersih ini dibuat dengan memenuhi persyaratan kesehatan, maka diharapkan

pencemaran dapat dikurangi, sehingga kualitas air yang diperoleh menjadi lebih baik (Waluyo, 2009: 137). Faktor yang mempengaruhi pencemaran air sumur gali antara lain:

a. Kondisi geografis

Kondisi geografis suatu daerah sangat menentukan kualitas air sumur gali. Pada umumnya daerah yang jauh dari laut, permukaan air tanahnya dalam, sehingga kualitas air sumur galinya umumnya baik bila dibandingkan dengan daerah pantai yang permukaan air tanahnya dangkal. Demikian juga keadaan permukaan air tanah akan menentukan arah aliran air tanah sehingga mempengaruhi penyebaran pencemaran (Kusnoputranto, 1985: 50).

b. Hidrogeologi

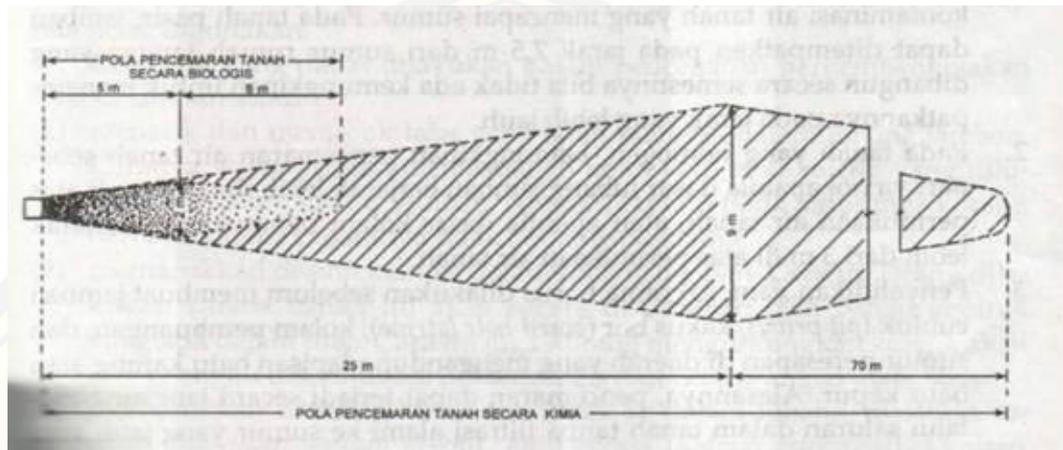
Menurut Kusnoputranto (1985: 52), hidrogeologi meliputi porositas dan permeabilitas tanah, dimana pada jenis tanah *alluvium* (dataran sungai, pantai dan rawa-rawa) porositasnya sangat baik, karena terdiri dari lapisan pasir dan kerikil. Akan tetapi pada lapisan ini kurang mampu menyaring atau menahan air sehingga air mudah menyebar. Pergerakan air tanah pada hakikatnya terdiri atas pergerakan horizontal air tanah baik itu infiltrasi air hujan, sungai, danau, dan rawa ke lapisan akuifer dan keluarnya air tanah melalui mata air (sumur), pancaran air tanah, serta aliran air tanah memasuki sungai dan tempat-tempat lain yang merupakan tempat keluarnya air tanah. Dampak negatif pemanfaatan air tanah secara berlebihan mulai dirasakan dengan ditemuinya kasus-kasus pencemaran air sumur-sumur penduduk terutama yang berdekatan dengan aliran sungai yang menjadi sarana pembuangan limbah. Hal ini dikarenakan terjadinya intrusi air limbah dari sungai ke dalam sumur-sumur penduduk (Asdak, 2004:245).

c. Topografi tanah

Topografi tanah merupakan kondisi permukaan tanah serta seberapa besar kemiringannya sehingga mempengaruhi besar pengaliran (Kusnoputranto, 1985:57). Perbedaan kemiringan antara dua atau beberapa titik/lokasi pada permukaan tanah dapat menyebabkan gerakan air permukaan tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan kelembaban yang lebih rendah, selanjutnya air akan bergerak mengikuti lapisan (lempengan)

formasi geologi sesuai dengan arah kemiringan ataupun lapisan formasi geologi tersebut (Asdak, 2004:225).

Dalam menentukan lokasi sumur gali, sangat penting untuk memperhatikan jarak perpindahan maksimum dari bahan pencemar serta arah perpindahan, yang selalu searah dengan arah aliran air tanah.



Gambar 2.1 Pola Pencemaran Tanah Secara Bakteriologis dan Kimia Serta Jangkauan Maksimumnya (Sumber: Soeparman dan Suprman, 2002:49)

Menurut Soeparman dan Suprman, (2002:49) perpindahan horizontal melalui tanah biasanya kurang dari 90 cm dan ke bawah kurang dari 3 m pada lubang yang terbuka terhadap air hujan, dan biasanya kurang dari 60 cm pada tanah berpori. Perpindahan bakteri dalam tanah dapat terjadi sampai jarak 30 m dari titik pembuangannya. Selain itu terdapat penurunan cepat jumlah bakteri sepanjang jarak itu karena terjadi filtrasi yang selektif dan kematian bakteri. Sedangkan pencemaran kimiawi berjalan dua kali lebih cepat. Kecepatan penyerapan zat pencemar ke dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

#### 1) Tekstur tanah

Tekstur tanah menggambarkan ukuran partikel penyusun tanah yang sangat menentukan berapa banyak air yang dapat ditahan oleh tanah dan seberapa mudah partikel masuk melewati lapisan tanah. Misalnya tanah berpasir dan berkerikil akan mempercepat laju peresapan sedangkan lapisan tanah liat yang bersifat permiabilitas akan menahan/memperlambat laju resapan.

2) Struktur dan distribusi ukuran pori-pori

Semakin besar ukuran pori akan menyebabkan makin cepat dan makin dalam meresapnya zat pencemar dalam tanah. Menurut Wagner & Lanoix (dalam Soeparman dan Suprman, 2002:49), mengatakan bahwa pola pencemaran tanah oleh bakteri secara horizontal dapat mencapai 11 meter dan vertikal dapat mencapai 2 meter. Sedangkan pencemaran bahan kimia secara horizontal dapat mencapai 95 meter dan secara vertikal dapat mencapai 9 meter.

d. Musim

Sumur gali pada umumnya dibuat untuk mengambil air tanah bebas sehingga sangat dipengaruhi oleh musim. Pada beberapa tempat, musim sangat berpengaruh pada kualitas air sumur, misalnya pada musim kemarau air sumur menjadi keruh (Ariyanti, 2006:33). Curah hujan yang cukup tinggi sepanjang musim dapat lebih mengencerkan (mendispersikan) air yang tercemar (Mukono, 2006:20).

e. Kondisi Fisik Sumur Gali

- 1) Jarak sumur gali dari sumber pencemar seperti kakus, lubang galian sampah, lubang galian untuk air kotor minimal 10 meter dan letaknya tidak berada dibawah sumber pencemar
- 2) Dinding sumur gali minimal 3 meter dari permukaan tanah dan terbuat dari bahan kedap air
- 3) Lebar minimal lantai sumur 1 meter dari tepi bibir sumur dan terbuat dari bahan kedap air
- 4) Tinggi bibir sumur minimal 0,8 meter dari permukaan tanah
- 5) Mempunyai saluran pembuangan bekas minimal sepanjang 10 meter dan terbuat dari bahan kedap air (Soemirat, 2009:17).

## 2.5 Krom (VI)

### 2.5.1 Sifat dan Karakteristik Krom (VI)

Kromium merupakan logam berat berwarna abu-abu yang termasuk dalam golongan VIB dengan nomor atom (NA) 24 dan mempunyai berat atom (BA)

51,996 g/mol; tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, tidak korosif, memiliki titik cair  $1.857^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $2.672^{\circ}\text{C}$ , bersifat paramagnetik (sedikit tertarik oleh magnet), membentuk senyawa-senyawa berwarna. Kromium secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi rendah di batuan, tumbuhan, hewan, tanah dan gas serta debu gunung berapi. Logam kromium di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Logam kromium selain sebagai bahan mineral, kromium paling banyak ditemukan dalam bentuk *Chromite* ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ ) (Palar, 2008:135).

Sesuai dengan tingkat valensinya logam kromium mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan senyawanya sesuai dengan tingkat ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion  $\text{Cr}^{2+}$  akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari logam  $\text{Cr}^{3+}$  akan bersifat amfoter dan senyawa yang terbentuk dari ion  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam. Ion kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) dalam suasana asam akan menimbulkan sifat sebagai reduksi (oksidator) yang sangat kuat (Palar, 2008:135).

Krom (VI) adalah logam baja dalam bentuk kromit, tidak berbau dan mengkilat serta stabil pada tekanan dan temperatur normal. Krom (VI) pada umumnya berasal dari proses industri dan tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan merupakan salah satu logam yang sangat mudah bereaksi secara langsung dengan nitrogen, karbon, silika, dan boron (Palar, 2008:135).

### 2.5.2 Penggunaan Krom (VI)

Krom (VI) telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Penggunaan kromium dalam bidang industri antara lain sebagai:

- a. Bidang metalurgi untuk mencegah korosi dan mengkilatkan logam
- b. Bidang kesehatan, krom digunakan sebagai bahan pembuat alat ortopedi, sebagai radio isotop yang bisa menghasilkan sinar gamma untuk penandaan sel darah merah serta sebagai penjinak sel tumor
- c. Sebagai pewarna, pencelupan dan cat dalam bidang industri kimia dan tekstil
- d. Sebagai katalisator dan antikorosi pada alat pengeboran sumur berlumpur (Widowati, 2008:91-92).

- e. Senyawa kromat dan dikromat banyak dipakai pada penyamakan kulit, pembuatan zat warna, pewarna gelas, industri kimia, semen, pelapis, bahan listrik dan sebagainya (Fernanda, 2012:33).

### 2.5.3 Pencemaran Krom (VI) di Lingkungan

Logam kromium dapat masuk kedalam semua strata lingkungan baik perairan tanah maupun udara. Pada badan perairan kromium dapat masuk melalui dua cara yaitu secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah krom masuk dengan faktor fisika seperti erosi batuan mineral. Krom (VI) yang berada di udara dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah lebih kepada dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia seperti limbah atau buangan industri dan sampah rumah tangga (Palar, 2008:138). Krom yang ditemukan pada perairan umumnya adalah krom (III) dan krom (VI) namun pada perairan yang memiliki pH lebih dari 5, krom (III) tidak ditemukan. Apabila masuk perairan, krom (III) akan dioksidasi menjadi krom (VI) yang lebih toksik. Krom (III) biasanya terserap ke dalam partikulat, sedangkan krom (VI) tetap berada dalam bentuk larutan.

Kromium dalam konsentrasi tertentu bersifat racun bagi manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan serta akan menimbulkan efek tertentu jika terakumulasi dalam jumlah yang banyak di dalam organ tubuh (Nurwati, 2009:12). Pada wilayah pedesaan kadar krom (VI) di udara kurang dari  $0,1 \text{ mg/m}^3$ , sedangkan di wilayah perindustrian mencapai  $0,01-0,03 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Partikulat krom (VI) yang berasal dari pembakaran arang dan batu bara mengandung 2,3-31 ppm (ASTDR dan Klaassen dalam Widowati, 2008:93-94).

konsentrasi krom (VI) dalam air yang tercemar limbah pabrik industri tekstil mengalami peningkatan dari sebelum menerima effluen. Sementara di sedimen dan badan air, konsentrasi (Cr) sebelum menerima effluen yaitu sebesar 0,625 ppm sampai 1,375 ppm dan setelah menerima effluen yaitu sebesar 2,725 ppm sampai 3,5 ppm. Konsentrasi (Cr) pada sedimen cenderung lebih besar daripada konsentrasi di badan air (Andarani dan Roosmini, 2010:8).

#### 2.5.4 Krom (VI) dalam Air Minum

Data total asupan harian kromium sebagian besar tersedia pada tingkat total kromium di lingkungan. Namun, kromium dalam air minum menggunakan krom (VI) untuk estimasi jumlah asupan harian. Penghitungan total asupan harian untuk krom (VI) menggunakan data hasil paparan yang tersedia yang kemudian diasumsikan bahwa krom (VI) merupakan 100% dari total kromium di dalam air, 25% di udara, 1% di tanah atau debu, 10% dalam makanan dan 0% dalam ASI yang di minum (Sanex dalam FPTC Canada, 2015:12). Data yang lebih akurat juga tidak tersedia untuk memperkirakan perbedaan tingkat paparan bagi penduduk yang tinggal di sekitar kegiatan industri yang berhubungan dengan kromium. Estimasi jumlah asupan harian dari krom (VI) dalam air minum, makanan, udara, tanah dan debu terhadap lima kelompok umur (0-6 bulan, 7 bulan-4 tahun, 5-11 tahun, 12-19 tahun dan 20 + tahun) pada populasi di Kanada disajikan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Perkiraan total asupan harian krom (VI) dari semua sumber paparan dalam berbagai kelompok umur pada populasi di Canada

Kelompok Umur	Perkiraan Total Asupan Harian Cr (VI) (Mg/Kg BB Per Hari)						Persentase Cr (VI) Asupan Air Minum
	Air Minum	Makanan	Udara	Tanah	Debu	Total	
0-6 bulan non ASI	0,18	0	0,000049	0,00016	0,0018	0,18	99
0-6 bulan ASI	0	0	0,000049	0,00016	0,0018	0,0020	0
7 bulan- 4 tahun	0,073	0,067	0,00012	0,00030	0,00037	0,14	51
5-11 tahun	0,049	0,046	0,00009	0,000040	0,00046	0,096	51
12-19 tahun	0,034	0,034	0,000054	0,000022	0,00025	0,068	50
20+ tahun	0,042	0,023	0,000045	0,000018	0,00021	0,065	64

Sumber: *Federal Provincial Territorial Committee Canada* tahun 2015

#### 2.5.5 Jalur Pajanan Krom (VI)

Jalur pajanan krom (VI) ke dalam tubuh manusia menurut Palar (2008:136-137) melalui tiga cara yaitu:

a. Inhalasi (pernapasan)

Cara masuk krom (VI) melalui saluran pernapasan adalah dengan menghirup debu krom (VI) yang dihasilkan dari proses industri yang memproduksi kromat, produksi *stainless-steel*, *chrome plating*, serta industri

*leather tanning* dan yang lain bisa berasal dari emisi peralatan yang menggunakan katalisator atau bahan kromium, pecahan puing asbes, debu semen. Krom (VI) ditemukan di zona pernapasan pada pekerja dibagian pengelasan dengan konsentrasi antara 3,8-6,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

b. Ingesti (pencernaan)

Cara masuk krom (VI) dalam proses pencernaan dapat melalui makanan atau tertelan. Konsentrasi krom dalam makanan biasanya berkisar antara 5-250  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Tingkat pencemaran maksimal untuk konsentrasi krom total pada air minum yaitu sebesar 0,05 mg/l.

c. Kulit

Sifat dari senyawa krom seperti asam kromik, dikromat dan krom (VI) selain iritan juga bersifat korosif bila terjadi kontak langsung dengan kulit karena dapat menimbulkan alergi. Krom (VI) khususnya kromat, banyak menimbulkan alergi dan penyebab dermatitis bagi pekerja.

Krom (VI) yang masuk melalui ketiga jalur pajanan tersebut dapat terdistribusi keseluruh bagian tubuh seperti krom (VI) yang terkonsentrasi di dalam jaringan paru-paru, aorta, pankreas, jantung, testis, ginjal, hati, dan limpa. Selain itu, krom (VI) dapat ditemukan di dalam darah, susu, urin, rambut dan kuku.

#### 2.5.6 Mekanisme Kerja Krom (VI) dalam Tubuh

Toksistas krom ditentukan oleh bilangan oksidasinya. Paparan Krom (VI) bersifat karsinogenik pada pernapasan dan bisa menyebabkan kanker paru. (Widowati, 2008: 90). Senyawa kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) yang larut dalam tubuh akan mengubah kondisi fisika-kimia tubuh dari kondisi normal. Kromium yang masuk ke dalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Interaksi yang terjadi antara kromium dengan unsur biologis tubuh menyebabkan terganggunya fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme karena ion  $\text{Cr}^{6+}$  yang telah masuk ke dalam sel seterusnya larut dalam darah (Palar, 2008:134). Beberapa mekanisme kerja krom (VI) dalam tubuh antara lain:

a. Absorpsi

Krom (VI) dapat menembus dinding sel. Jumlah pengabsorpsiannya tergantung dari kelarutan senyawa tersebut. Sekitar 1-10 % krom (VI) yang masuk melalui oral diabsorpsi oleh tubuh. Partikel-partikel pigmen krom (VI), asap krom (VI) dari pengelasan baja tahan karat dan aerosol kabut asam kromat, umumnya lebih kecil dari 1  $\mu\text{m}$ , mengakibatkan penetrasi alveoli maksimal. Kelarutan dalam air yang lebih tinggi meningkatkan toksisitas senyawa krom (VI).

b. Biotransformasi

Senyawa krom (VI) tereduksi menjadi bentuk trivalen (III) dalam tubuh, kecepatan tergantung pada jumlah reduktor dalam organ yang terpapar, dan dalam hal ini mempengaruhi toksisitas serta ekskresi senyawa heksavalen (VI).

c. Ekskresi

Ekskresi krom melalui urin tanpa ada retensi di organ. Sekitar 60% krom (VI) yang diabsorpsi dikeluarkan dalam bentuk krom (III) dalam waktu 8 jam setelah tertelan. 10% akan diekskresi melalui empedu, dan sebagian kecil melalui rambut, kuku, asi dan keringat (Agustina, 2012:25-26).

### 2.5.7 Dampak Krom (VI) Bagi Kesehatan

Krom (VI) termasuk dalam logam berat yang mempunyai daya racun yang sangat tinggi ini terlihat dari valensi ion-ionnya. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga akan menyebabkan terjadinya bahaya akut dan kronis pada tubuh. Krom (VI) juga mempunyai beberapa efek toksik terhadap manusia, antara lain:

a. Efek toksik pada kulit dan mata

Krom (VI) bisa menyebabkan kulit gatal dan luka yang tidak lekas sembuh. Senyawa krom (VI) bisa menyebabkan iritasi mata, luka pada mata, iritasi kulit, dan membran mukosa. Paparan krom (VI) melalui kulit bisa berasal dari berbagai produk yang mengandung krom (VI) seperti kayu yang diawetkan menggunakan kromium dikromat, produk kulit yang diawetkan menggunakan kromit sulfat, serta bahan bangunan yaitu antara lain semen dan tekstil. Paparan krom (VI) pada kulit bisa menyebabkan kemerahan dan pembengkakan pada kulit (Widowati, 2008:93). Pada sebuah percobaan senyawa krom (VI) yang dimasukkan kedalam

tubuh hewan dengan dosis yang berbeda dan perlakuan yang berbeda menunjukkan hasil berupa efek keracunan dalam lingkungan subkulit pada jaringan kulit.

b. Efek toksik pada alat pernapasan

Alat pernapasan merupakan organ target utama dari krom (VI) baik akut maupun kronis. Gejala toksisitas akut krom (VI) meliputi napas pendek, batuk-batuk serta kesulitan bernapas. Sementara toksisitas kronis krom (VI) berupa lubang dan ulserasi septum nasal, bronchitis, penurunan fungsi paru-paru, dan berbagai gejala pada alat pernafasan. Ulserasi kronis permukaan kulit bisa menyebabkan kanker paru-paru. Apabila terinhalasi krom (VI) lewat saluran pernapasan, maka akibatnya adalah iritasi dan kanker paru-paru (Widowati, 2008:94). Efek sistemik termasuk pada anak-anak dan kanker paru-paru pada pekerja pelapisan, pewarnaan, dan penyamakan kulit juga sering terjadi serta kasus luka pada mukosa hidung (mukosa bengkak, ulserasi septum, perforasi septum) dapat terjadi bila terpajan secara periodik paling sedikit  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di tempat kerja. Amerika Serikat mengizinkan konsentrasi krom (VI) sekitar  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dalam 8 jam kerja. Jangka pemajanan pekerja yang mengalami ulkus di mukosa hidung berkisar antara 5 bulan hingga 10 tahun.

c. Efek toksik pada alat pencernaan

Data-data mengenai keracunana akut dan kronis oleh senyawa-senyawa krom (VI) umumnya merupakan hasil-hasil penelitian atau percobaan yang dilakukan pada hewan. Percobaan-percobaan yang dilakukan tersebut adalah dengan memperlakukan hewan-hewan tersebut dengan senyawa-senyawa kromat dan dikromat yang sudah dilarutkan. Berdasarkan sebuah studi yang dilakukan terhadap metabolisme Cr dalam tubuh yaitu pemberian  $\text{Cr}^{6+}$  pada tikus. Perlakuan diberikan pada minuman dengan konsentrasi Cr antara 0,5 sampai 11 ppm selama 1 tahun. Pada percobaan tersebut akumulasi Cr paling tinggi ditemukan pada limpa, disusul secara berturut-turut oleh tulang, ginjal dan hati (Palar, 2008:142).

Krom (VI) bersifat toksik karena dalam tubuh akan membentuk kompleks makromolekul intraselular. Mencerna makanan yang mengandung konsentrasi krom (VI) tinggi bisa menyebabkan gangguan pencernaan berupa sakit lambung, muntah, dan pendarahan, luka pada lambung komvulsi, kerusakan ginjal dan

hepar, bahkan dapat menyebabkan kematian (Widowati, 2008:94). Toksisitas akut krom (VI) melalui alat pencernaan bisa menyebabkan nekrosis tubulus renalis. Pada air yang di minum setiap hari dengan konsentrasi krom (VI) yang tinggi dalam jangka waktu lama (tahun) dapat berpengaruh negatif pada sistem pencernaan, darah dan hati.

#### 2.5.8 Faktor yang Mempengaruhi Daya Racun Krom (VI) dalam Tubuh

##### a. Umur

Umur dimungkinkan dapat mempengaruhi keberadaan zat toksik dalam tubuh karena semakin bertambahnya umur maka semakin besar resiko akumulasi paparan terutama pada usia pertumbuhan dan usia lanjut. Menginjak usia lanjut fungsi dari organ-organ tubuh seperti ginjal, hati dan otak sudah menurun, sedangkan pada anak-anak organ tubuhnya masih dalam proses pertumbuhan baik fungsi maupun ukurannya sehingga rentan terhadap zat-zat yang masuk dalam organ-organ tersebut (Wardiyatun dan Hartini, 2009:137). Sebagian besar toksikan untuk organisme muda 1,5 sampai 10 kali lebih rentan daripada yang dewasa hal tersebut dapat terjadi karena biasanya kepekaan dan tingkat penyerapan dalam saluran cerna lebih besar. Selain itu, dapat pula disebabkan oleh defisiensi berbagai jenis enzim detoksikasi. Penelitian lain menunjukkan bahwa sejalan dengan bertambahnya umur, faktor-faktor diet misalnya, defisiensi protein, vitamin C dan vitamin D menyebabkan mekanisme kerja enzim mengalami penurunan dan terganggunya fungsi ekskresi ginjal sehingga menyebabkan hewan dan manusia yang telah tua menjadi lebih rentan terhadap kromium dan zat toksikan lainnya (WHO dalam Lu, 1995:350).

##### b. Berat Badan

Distribusi zat toksik dalam tubuh dapat berubah karena meningkatnya lemak tubuh dan berkurangnya air dalam tubuh. Berat badan manusia sebagian besar dipengaruhi oleh adanya kandungan lemak (Palar, 2008:139). Pada umumnya orang dengan berat badan normal cenderung kadar racunnya kecil, sebaliknya pada orang yang memiliki berat badan yang rendah (kurus) lebih rentan terhadap racun sehingga kadar racun dalam tubuhnya lebih besar. Orang yang mempunyai

kelebihan berat badan juga lebih rentan terhadap bahaya zat beracun yang masuk ke dalam tubuhnya karena ketebalan jaringan lemak sehingga mempengaruhi kecepatan aliran darah yang menyebabkan racun berada lebih lama dalam tubuh (Wardiyatun dan Hartini, 2009:139).

c. Lama Bekerja

Seperti halnya toksikan lain, efek toksik krom (VI) berkaitan dengan tingkat lamanya pajanan. Umumnya, semakin lama terpapar bahan toksik maka memungkinkan semakin besar pula penyerapan bahan toksik tersebut dalam tubuh baik melalui inhalasi maupun absorpsi dan semakin besar pula akumulasi zat toksik dalam urine. Semakin tinggi konsentrasi krom (VI) di udara atau lingkungan dan makin lama pajanannya, maka efek toksikan juga akan lebih besar (Lu, 1995:351).

## 2.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Analisis risiko merupakan sebuah proses untuk mengendalikan situasi atau keadaan dimana organisme, sistem, atau sub/populasi mungkin terpajan bahaya. Proses analisis risiko meliputi 3 komponen yaitu *risk assessment*, pengelolaan risiko dan komunikasi risiko (Kemenkes RI, 2012:15). Manfaat analisis risiko adalah untuk melindungi manusia dari kemungkinan efek yang merugikan dari suatu bahan berbahaya. Tujuan analisis risiko adalah untuk memperkirakan risiko yang mungkin dapat terjadi.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah proses menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme, sistem atau subpopulasi sasaran, termasuk segala ketidakpastian yang menyertainya setelah terpajan oleh agen tertentu dengan memperhatikan karakteristik agen yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik (IPCS dalam Rahman, 2007:2). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan kajian kilas depan dengan meramalkan risiko kesehatan yang bisa menimpa masyarakat pada suatu waktu (Fatonah *et al.*, 2010:45).

Terdapat dua kajian ARKL yang dapat dilakukan, yaitu ARKL meja dan ARKL lengkap. ARKL meja dilakukan untuk menaksir risiko dengan segera

tanpa harus mengumpulkan data dan informasi dari lapangan. ARKL lengkap didasarkan pada data lingkungan dan faktor-faktor pemajanan antropometri sebenarnya yang didapat dari lingkungan, bukan dengan asumsi atau simulasi. Analisis risiko terdiri dari empat tahap kajian, yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), analisis dosis-respon (*dose-response assessment*), analisis pemajanan (*exposure assessment*) dan karakteristik risiko (*risk characterization*), yang kemudian dilanjutkan dengan manajemen risiko dan komunikasi risiko (NRC dalam Rahman, 2007:5-6).

#### 2.6.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya adalah langkah identifikasi terhadap jenis dan sifat serta kemampuan yang melekat pada suatu agen risiko yang dapat menyebabkan dampak buruk organisme, sistem atau subpopulasi (Kemenkes RI, 2012:16). Identifikasi bahaya dapat disebut juga sebagai langkah awal yang perlu dilakukan dalam menganalisis risiko kesehatan. Selain itu, identifikasi bahaya juga dapat dikatakan sebagai suatu proses mengenal dan mengetahui semua jenis bahaya dari suatu sumber dan potensinya untuk dapat menimbulkan bahaya bagi individu atau lingkungan. Informasinya bisa ditelusuri dari sumber dan penggunaan *risk agent*. Penelusuran dilakukan dengan pendekatan *agent oriented* juga bisa dengan mengamati gejala dan penyakit yang berhubungan dengan toksisitas *risk agent* di masyarakat. Tipe penelusuran ini dikenal sebagai pendekatan *disease oriented*. Berdasarkan 2 tipe identifikasi bahaya tersebut, pendekatan *agent oriented* harus didahulukan karena dengan pendekatan ini identifikasi keberadaan *risk agent* yang potensial dan aktual dalam media lingkungan tertentu sangat berguna untuk analisis dosis-respon (WHO dalam Rahman, 2007:6).

#### 2.6.2 Analisis Pemajanan (*Exposure Assessment*)

Pajanan adalah konsentrasi atau jumlah kuantitatif agen risiko yang memapari organisme, sistem atau subpopulasi dengan frekuensi dan durasi pajanan tertentu (IPCS, 2004:12). Menurut Rahman (2007:7), analisis pemajanan atau *exposure assessment* dimaksudkan untuk penilaian kontak dengan mengenali

jalur-jalur pajanan (*pathways*) *risk agent* agar jumlah asupan yang diterima individu dalam populasi berisiko bisa dihitung. Jalur-jalur pajanan tergantung dari media lingkungan tempat *risk agent* berada seperti tanah, udara, air, atau pangan seperti ikan, daging, telur, susu, sayur-mayur dan buah-buahan. *Risk agent* dapat berada di tanah, air, makanan dan udara. Data dan informasi yang dibutuhkan untuk menghitung asupan adalah semua variabel yang terdapat pada persamaan (1) Louvar dan Louvar dalam Rahman, (2007:7) sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times f_E \times D}{W_b \times t_{avg}} \dots(1)$$

Keterangan :

- I : asupan (*intake*), jumlah *risk agent* yang masuk, (mg/kg/hari)
- C : konsentrasi *risk agent* (mg/l untuk air minum)
- R : laju asupan atau konsumsi (L/hari untuk air minum)
- $f_E$  : frekuensi pajanan (hari/tahun)
- $D_t$  : durasi pajanan, *real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial (tahun)
- $W_b$  : berat badan (kg)
- $t_{avg}$  : periode waktu rata-rata, ( $D_t \times 365$  hari/tahun untuk zat non karsinogenik, 70 tahun  $\times$  365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

Nilai R dapat menggunakan angka *default* dari EPA dengan berat badan 70 kg untuk dewasa. Dalam ARKL lengkap, data dan informasi mengenai C, R,  $f_E$ ,  $D_t$  dan  $W_b$  dikumpulkan dari populasi berisiko setempat dengan survey dan pengukuran. Frekuensi pajanan ( $f_E$ ) didapat dengan cara menanyakan kebiasaan responden meninggalkan tempat mukim pada setiap tahunnya seperti pulang kampung, mengajak anak berlibur kerumah orang tua, rekreasi dan sebagainya dalam hitungan hari. Untuk durasi pajanan ( $D_t$ ), diketahui dari lama sesungguhnya (*real time*) responden berada di tempat mukim sampai saat survey dilakukan dalam hitungan tahun. Selain durasi pajanan *life time*, durasi pajanan *real time* penting untuk dikonfirmasi dengan studi epidemiologi kesehatan lingkungan (EKL) apakah estimasi risiko kesehatan sudah terindikasikan (Rahman, 2007:8).

Konsentrasi *risk agent* dalam media lingkungan diperlakukan menurut karakteristik statistiknya. Jika distribusi konsentrasi *risk agent* normal, bisa digunakan nilai aritmatik meannya. Jika distribusinya tidak normal, harus digunakan log normal atau mediannya. Normal tidaknya distribusi konsentrasi *risk agent* bisa ditentukan dengan menghitung *Coefficiencie of Variance* (CoV), yaitu SD dibagi mean. Jika  $CoV \leq 20\%$  distribusi dianggap normal dan karena itu dapat digunakan nilai mean (NRC dalam Rahman, 2007:8). Sebelum nilai *default* nasional tersedia berdasarkan hasil survey maka  $f_E$  dan  $W_b$  dapat dipakai sebagai nilai numerik faktor antropometri pemajanan. Nilai numerik lainnya terpaksa harus diambil dari *Exposure Factors Handbook* EPA. Nilai numerik beberapa variabel Persamaan (1) disajikan dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Beberapa Nilai *Default* Faktor-Faktor Pemajanan untuk Menghitung Asupan Berbagai Jalur Pajanan

Tata Guna Lahan	Jalur Pajanan	Asupan Harian	Frekuensi Pajanan (Hari/Tahun)	Durasi Pajanan (Tahun)	Berat Badan (Kg)
Residensial	Air Minum	2 L (dewasa)	350	30	70 kg
		1 L (anak-anak)	350	6	15 kg
	Tanah dan Debu (tertelan)	200 mg	350	6	15 kg
		100 mg	350	24	70 kg
	Inhalasi (terhirup)	20 M <sup>3</sup> (dewasa)	350	30	70 kg
		12 M <sup>3</sup> (anak-anak)	350	6	15 kg
Industri	Air minum	1 L	250	25	70 kg
	Tanah dan Debu (tertelan)	50 mg	250	25	55 kg
		50 mg	250	25	70 kg
Pertanian	Tanaman pekarangan	42 g (buah)	350	30	70 kg
		80 g (sayur-sayuran)	350	30	55 kg
	Air minum	2 L (dewasa)	350	30	70 kg
		1 L (anak-anak)	350	6	15 kg
	Tanah dan Debu (tertelan)	200 mg (anak-anak)	350	6	15 kg
		100 mg (dewasa)	350	24	70 kg
Inhalasi (terhirup)	20 M <sup>3</sup> (dewasa)	350	30	55 kg	

Sumber: *Exposure Factor Handbook* EPA dalam *Public Health Assesment* (Rahman, 2007:9)

### 2.6.3 Analisis Dosis-Respon

Setelah melakukan identifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi dan media lingkungan), maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dosis-respon yaitu

mencari nilai  $RfD$ , dan/atau  $RfC$ , dan/atau  $SF$  dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis-respon tidak harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literatur yang tersedia. Langkah analisis dosis-respon ini dimaksudkan untuk:

- a. Mengetahui jalur pajanan (*pathways*) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia
- b. Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh
- c. Mengetahui dosis referensi ( $RfD$ ) atau konsentrasi referensi ( $RfC$ ) atau *slope factor* ( $SF$ ) dari agen risiko tersebut (Kemenkes RI, 2012:21).

Analisis dosis-respon disebut juga *dose-response assessment* atau *toxicity assessment* merupakan penetapan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent* untuk setiap bentuk spesi kimianya yang dinyatakan sebagai dosis referensi (*reference dose/ RfD*) untuk efek-efek nonkarsinogenik dan *Cancer Slope Factor (CSF)* atau *Cancer Unit Risk (CCR)* untuk efek-efek karsinogenik (Rahman, 2007:9-10). Uraian tentang dosis referensi ( $RfD$ ), konsentrasi referensi ( $RfC$ ), dan *slope factor* ( $SF$ ) adalah sebagai berikut :

- a. Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut  $RfD$  dan  $RfC$  adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan  $SF$  (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik
- b. Nilai  $RfD$ ,  $RfC$ , dan  $SF$  merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia
- c. Untuk mengetahui  $RfC$ ,  $RfD$ , dan  $SF$  suatu agen risiko dapat dilihat pada data-data yang dikeluarkan oleh *Integrated Risk Information System (IRIS)* dari US-EPA
- d. Jika tidak ada  $RfD$ ,  $RfC$ , dan  $SF$  maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum*

*Risk Level*), baku mutu udara ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas ( $W_b$ ,  $t_E$ ,  $f_E$ , dan  $D_i$ ) (Kemenkes RI, 2012:22).

Dosis yang digunakan untuk menetapkan *RfD* adalah yang menyebabkan efek paling rendah yang disebut NOAEL atau LOAEL. NOAEL adalah dosis tertinggi suatu zat pada studi toksisitas kronik atau subkronik yang secara statistik atau biologis tidak menunjukkan efek merugikan pada hewan uji atau pada manusia sedangkan LOAEL berarti dosis terendah yang (masih) menimbulkan efek. Secara numerik NOAEL selalu lebih rendah daripada LOAEL. Nilai *RfC* dan *RfD* bukan merupakan dosis mutlak, namun hanya referensi. Jika dosis yang diterima melebihi *RfC* atau *RfD*, maka peluang untuk mendapatkan risiko menjadi lebih besar. Dosis diatas *RfD* tidak otomatis mengganggu kesehatan dan sebaliknya dosis dibawah *RfD* tidak otomatis aman karena *RfD* diturunkan dengan menyertakan unsur-unsur ketidakpastian (WHO dalam Rahman, 2007:10).

Analisis dosis-respon merupakan tahap paling menentukan karena ARKL hanya bisa dilakukan untuk *risk agent* yang sudah ada dosis-responnya. Menurut IPCS, *Reference dose (RfD)* adalah toksisitas kuantitatif nonkarsinogenik, menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat (Rahman, 2007:10). Satuan dosis referensi (*RfD*) dinyatakan sebagai miligram (mg) zat per kilogram (kg) berat badan perhari, disingkat mg/kg/hari (Kemenkes RI, 2012:22).

Menentukan dosis-respon suatu *risk agent* sangat sulit, membutuhkan data dan informasi studi toksisitas yang asli dan lengkap, ahli-ahli kimia, toksikologi, farmakologi, biologi, epidemiologi dan spesialis-spesialis lain yang berhubungan dengan toksisitas dan farmakologi zat. Terdapat ratusan spesi kimia zat yang telah dimasukkan ke dalam daftar IRIS dan sudah ditabulasi sehingga bisa langsung digunakan seperti yang disajikan pada tabel 2.6 berikut (Rahman, 2007:11).

Tabel 2.6 Dosis-Respon Agen Risiko Jalur Ingesti

<i>Risk Agent</i>	<i>RfD</i> atau <i>RfC</i> (mg/kg/hari)	<i>CSF</i> (mg/kg/day) <sup>-1</sup>	Efek Kritis dan Sumber Data
Arsen, anorganik, As	3E-4	1.5E+0	Hiperpigmentasi, keratosis dan kemungkinan komplikasi vaskular pajanan oral (Tseng 1977; Tseng et al. 1968)
Cr VI, Cd	5E-4	-	Proteinuria pajanan kronik pada manusia (USEPA, 1985)
Krom <sup>6+</sup> , Cr VI	3E-3	-	Uji hayati air minum 1 tahun dengan tikus (Mc Kenzie et al, 1958) dan pajanan air minum penduduk Jinzhou (Zhang and Li, 1987)
Merkuri, MeHg	1E-4	-	Kelainan neuropsikologis perkembangan dalam studi epidemiologi (Grandjean et al, 1997; Budz-Jergensen et al.1999)
Bromofor m, CHBr3	2E-2	7,9E-3	Lesi hepatik uji hayati subkronik gavage oral pada tikus (NTP 1989)

Sumber : *Public Health Assesment* (Rahman, 2007:11)

#### 2.6.4 Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik risiko adalah perhitungan secara kuantitatif, meliputi probabilitas terjadinya potensi dampak buruk suatu agen pada organisme, sistem atau subpopulasi beserta faktor ketidakpastiannya (Kemenkes RI, 2012:17). Pada tahap ini, perhitungan kuantitatif digunakan untuk menentukan apakah *risk agent* pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan atau membagi *intake* dengan dosis atau konsentrasi agen risiko tersebut. Perhitungan karakteristik risiko terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Karakteristik risiko pada efek non karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam *Risk Quotien* (*RQ*). Rumus untuk menentukan *RQ* adalah sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfD} \dots(2)$$

Keterangan :

*Intake* (*I*) : asupan yang telah dihitung dengan rumus pertama

*RfD* : dosis referensi agen risiko pada pajanan ingesti

Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan agar lebih sederhana dan dapat diterima oleh masyarakat. Tingkat risiko dikatakan aman apabila  $intake \leq RfD$  atau dinyatakan dengan  $RQ \leq 1$ . Tingkat risiko dikatakan tidak aman apabila  $intake > RfD$  atau dinyatakan dengan  $RQ > 1$ .

b. Karakteristik risiko pada efek karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Excess Cancer Risk* (ECR). Untuk melakukan karakteristik risiko pada efek karsinogenik dilakukan dengan mengkalikan *intake* dengan *Slope Factor*. Rumus ECR adalah sebagai berikut:

$$ECR = I \times SF \quad \dots(3)$$

Keterangan :

*Intake (I)* : asupan yang telah dihitung dengan rumus pertama

*Slope Factor* : nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik

Tingkat risiko karsinogenik dinyatakan dalam bilangan *exponent* tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan aman apabila nilai  $ECR \leq E^{-4}$  ( $10^{-4}$ ) atau dinyatakan dengan  $ECR \leq 1/10.000$ . Tingkat risiko dikatakan tidak aman apabila nilai  $ECR > E^{-4}$  ( $10^{-4}$ ) atau dinyatakan dengan  $ECR > 1/10.000$  (Kemenkes RI, 2012:28-29).

## 2.7 Manajemen Risiko

Manajemen risiko atau dapat disebut juga pengelolaan risiko bukan termasuk langka ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakteristik risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun *unacceptable*. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko. Strategi pengelolaan risiko meliputi penentuan batas aman yaitu:

- a. Konsentrasi agen risiko (C), dan/atau
- b. Jumlah konsumsi (R), dan/atau
- c. Waktu pajanan ( $t_E$ ), dan/atau

- d. Frekuensi pajanan ( $f_E$ ), dan/atau
- e. Durasi pajanan ( $D_t$ ),

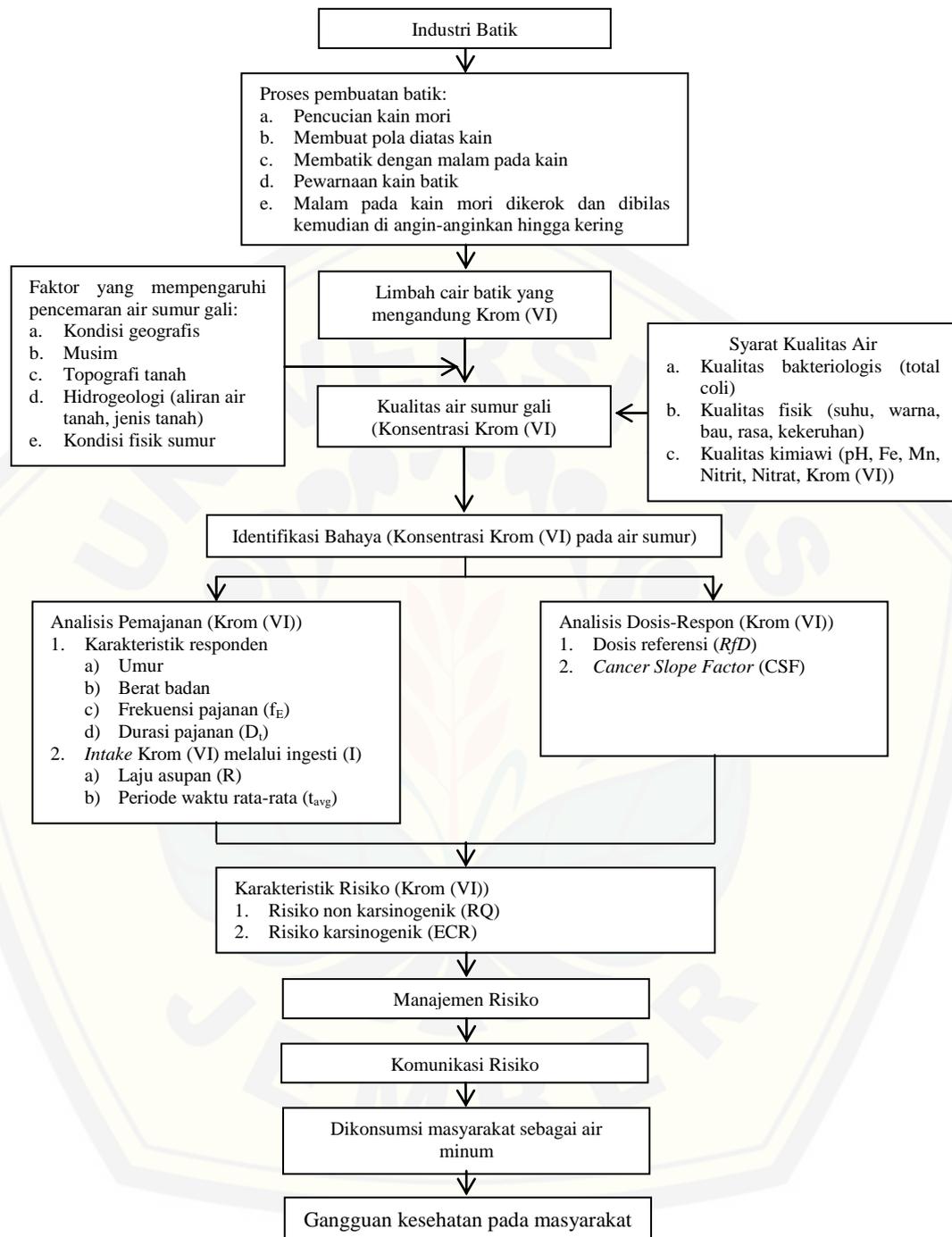
Setelah batas aman ditentukan, selanjutnya perlu dilakukan penapisan alternatif terhadap batas aman yang mana yang akan dijadikan sebagai target atau sasaran pencapaian dalam pengelolaan risiko. Batas aman yang dipilih adalah batas aman yang lebih rasional dan realistis untuk dicapai.

Adapun cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial-ekonomis, dan pendekatan institusional (Kemenkes RI, 2012:34-35).

## 2.8 Komunikasi risiko

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pemrakarsa atau pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan tanpa ada yang ditutup-tutupi. Komunikasi risiko dapat dilakukan dengan teknik atau metode ceramah ataupun diskusi interaktif, dengan menggunakan media komunikasi yang ada seperti media massa, televisi, radio, ataupun penyajian dalam format pemetaan menggunakan *Geographical Information System* (GIS) (Kemenkes RI, 2012:35-36).

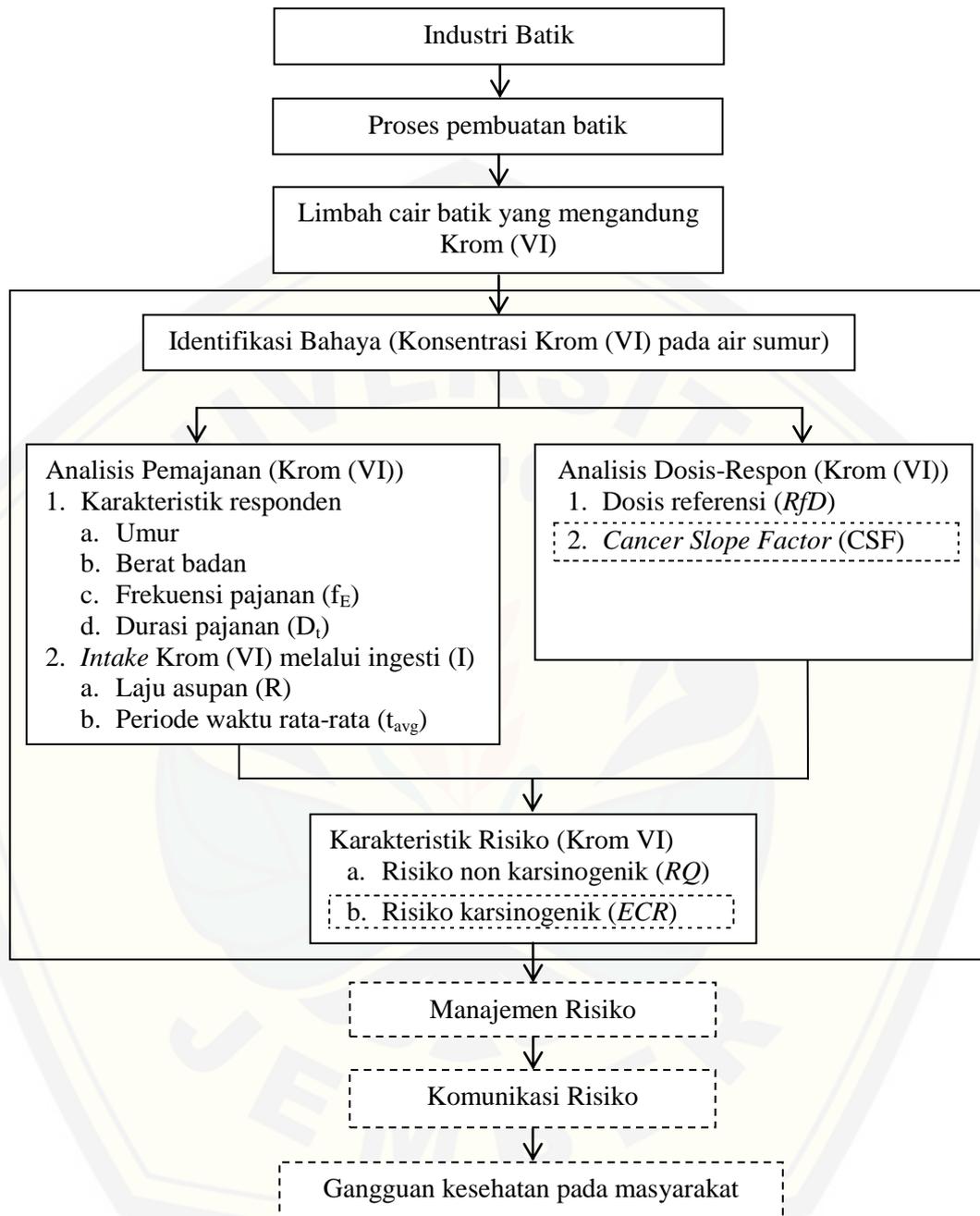
## 2.9 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Kerangka teori diatas adalah modifikasi dari Notoatmodjo (2003: 170), Rizza (2013:31), Hasyim (2012:18), Kemenkes RI (2012), Louvar & lauvar (dalam Djafri, 2014), Asdak (2004:245), Agustina (2012:57).

## 2.10 Kerangka Konseptual



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual Penelitian

: Variabel yang diteliti  
 : Variabel yang tidak diteliti

Berdasarkan kerangka konseptual, peneliti ingin menggambarkan secara umum terkait proses pembuatan batik, limbah cair yang dihasilkan dan lingkungan di sekitar industri batik UD Bintang Timur. Dimana pada umumnya industri batik merupakan industri skala kecil yang biasanya berada di kawasan pemukiman yang seringkali tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah cairnya sehingga dapat mencemari lingkungan sekitar seperti sumur gali masyarakat yang berada di sekitar industri tersebut. Pencemaran itulah yang dimungkinkan memiliki risiko kesehatan terhadap masyarakat sekitar industri apabila mereka mengkonsumsi air sumur tersebut sebagai air minum.

Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan suatu alat untuk menilai atau menaksirkan risiko kesehatan manusia yang disebabkan oleh paparan berbahaya yang ada pada lingkungan. Pada kerangka konseptual terdapat empat langkah analisis risiko kesehatan lingkungan yaitu (1) identifikasi bahaya (*hazard identification*), (2) analisis paparan (*exposure assessment*), (3) analisis dosis respon (*dose-response assessment*), dan (4) karakteristik risiko (*risk characterization*). Berdasarkan bagan tersebut, peneliti hanya meneliti empat langkah analisis risiko kesehatan lingkungan untuk melakukan penilaian risiko kesehatan di lingkungan yaitu konsentrasi krom (VI) pada air sumur yang dikonsumsi masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.

Pada langkah identifikasi bahaya akan dianalisis konsentrasi *risk agent* krom (VI) yang diambil pada air sumur yang berada di lokasi penelitian. Selanjutnya, melakukan analisis paparan dengan melakukan analisis karakteristik responden untuk mengetahui nilai *intake* dari responden tersebut. Langkah selanjutnya yaitu menganalisis dosis-respon dari *risk agent* krom (VI) sehingga didapatkan nilai *default* dosis referensi (*RfD*) untuk paparan non karsinogenik. Peneliti tidak melakukan analisis dosis-respon terhadap *risk agent* krom (VI) untuk paparan karsinogenik dikarenakan tidak adanya data terkait nilai *default* krom (VI) untuk *Cancer Slope Factor (CSF)*. Setelah dilakukan ketiga langkah tersebut maka langkah terakhir adalah menganalisis tingkat risiko non karsinogenik (*RQ*) pada responden yang terpajan *risk agent* krom (VI).

Analisis tingkat risiko ini dapat digunakan untuk mengetahui apakah air sumur gali yang mengandung krom (VI) tersebut masih dalam batas aman atau tidak untuk dikonsumsi. Setelah melakukan empat langkah analisis risiko kesehatan lingkungan, maka langkah selanjutnya adalah manajemen risiko dan komunikasi risiko. Namun, kedua langkah tersebut tidak diteliti karena bukan bagian dalam analisis risiko kesehatan lingkungan akan tetapi tindak lanjut dari hasil analisis risiko kesehatan lingkungan tersebut.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai satu variabel atau lebih (independen) dan dianalisis sesuai dengan metode statistik yang digunakan tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel lain (Sugiyono, 2012:13). Metode penelitian deskriptif pada penelitian ini yaitu menggambarkan atau mengukur konsentrasi krom (VI) dalam limbah cair batik dan air sumur di sekitar industri batik UD Bintang Timur. Desain studi yang digunakan adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk menghitung dan memprediksi besar risiko yang dapat ditimbulkan akibat adanya *risk agent* berupa krom (VI) yang terdapat pada air sumur gali masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Industri Batik UD Bintang Timur yang terletak di Dusun Krajan 1 RT 03 RW 01 Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember dan 13 sumur warga di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur dengan radius 0-95 meter dari lokasi industri. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2016 sampai Oktober 2016. Tempat pengujian sampel limbah cair batik dan air sumur dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember.

### 3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

##### a. Populasi masyarakat

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, diketahui bahwa lokasi Industri Batik UD Bintang Timur berada di RT 03 RW 01 Dusun Kerajan 1 Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember dengan jumlah keseluruhan warganya yaitu sebanyak 528 orang. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh

masyarakat yang mengkonsumsi air yang berasal dari sumur gali yang berada di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur. Terdapat 100 orang yang menjadi populasi pada penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan sumur yang digunakan sebagai sumber air minum tidak hanya digunakan oleh satu keluarga melainkan digunakan oleh beberapa keluarga.

b. Populasi sumur gali

Sumur gali yang menjadi populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh sumur gali yang dijadikan sumber air minum oleh masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur dalam radius 95 meter. Pemilihan sumur gali tersebut dikarenakan sebagai sarana yang digunakan untuk mengambil air tanah. Pergerakan zat kimia pada air tanah dapat mencapai jarak 95 meter (Soeparman dan Supriman, 2002:49). Terdapat 13 sumur gali masyarakat yang menjadi populasi pada penelitian ini.

c. Populasi limbah cair batik

Populasi limbah cair batik pada penelitian ini adalah seluruh limbah cair di 5 bak proses dengan total volume 100 L. Total volume terdiri dari 2 timba proses pewarnaan adalah 10 L, 2 buah ketel (panci) proses pelorodan adalah 25 L dan bak proses pencucian adalah 30 L.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

a. Sampel masyarakat

Sampel pada penelitian ini adalah masyarakat yang mengkonsumsi air sumur gali sebagai air minum. Penentuan besar sampel dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{NZ_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p(1-p)}{(N-1)d^2 + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p(1-p)}$$

$$n = \frac{100 \cdot (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{(100 - 1) \cdot (0,1)^2 + (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{96}{1,95}$$

$$n = 49,2 \approx 50 \text{ orang}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

N = Besar populasi yaitu sebanyak 100 orang

$Z^2_{1-\alpha/2}$  = Nilai distribusi normal baku pada tingkat kepercayaan 95% (1- $\alpha$ ), yaitu 0,05 sebesar 1,96

p = Harga proporsi terhadap populasi, karena tidak diketahui proporsinya maka p=0,5

d = Kesalahan sampling yang masih dapat ditoleransi, yaitu 10%= 0,1

b. Sampel sumur gali

Pada penelitian ini, sampel air yang digunakan yaitu air yang berasal dari sumur gali masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur sebanyak 13 sumur, dengan demikian seluruh populasi sumur diambil oleh peneliti sebagai sampel dalam penelitian ini. Menurut Ahmadi (2015), mengatakan bahwa walaupun sudah dimasak hingga mendidih, zat kimia berbahaya seperti logam tidak akan hilang melainkan menguap dan sebagian tetap mengendap di dalam air sehingga bisa membahayakan jika terus dikonsumsi dalam jangka panjang.

c. Sampel limbah cair batik

Sampel limbah cair batik pada penelitian ini adalah 1,5 liter limbah cair batik yang berasal dari 5 bak proses yang sebelumnya dihomogenkan terlebih dahulu dalam 1 bak berukuran 100 L untuk dilakukan pengukuran terkait parameter krom (VI) pada limbah tersebut.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

a. Teknik pengambilan sampel masyarakat

Penentuan sampel masyarakat pada penelitian ini menggunakan teknik *simple random sampling* sehingga setiap anggota memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi sampel penelitian. Apabila besarnya sampel yang diinginkan itu berbeda-beda, maka besarnya kesempatan bagi setiap satuan elementer untuk terpilih pun berbeda-beda pula (Notoadmodjo, 2010:120). Penentuan jumlah sampel di setiap sumur berdasarkan proporsi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$nh = \frac{Nh}{N} \times n$$

Keterangan:

nh = Besarnya sampel untuk sub populasi

Nh = Total masing-masing sub populasi

N = Total populasi secara keseluruhan

n = Besar sampel

Adapun pembagian sampel pada tiap sumur yang digunakan sebagai sarana air minum oleh masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur dalam radius 95 meter yaitu sebagai berikut:

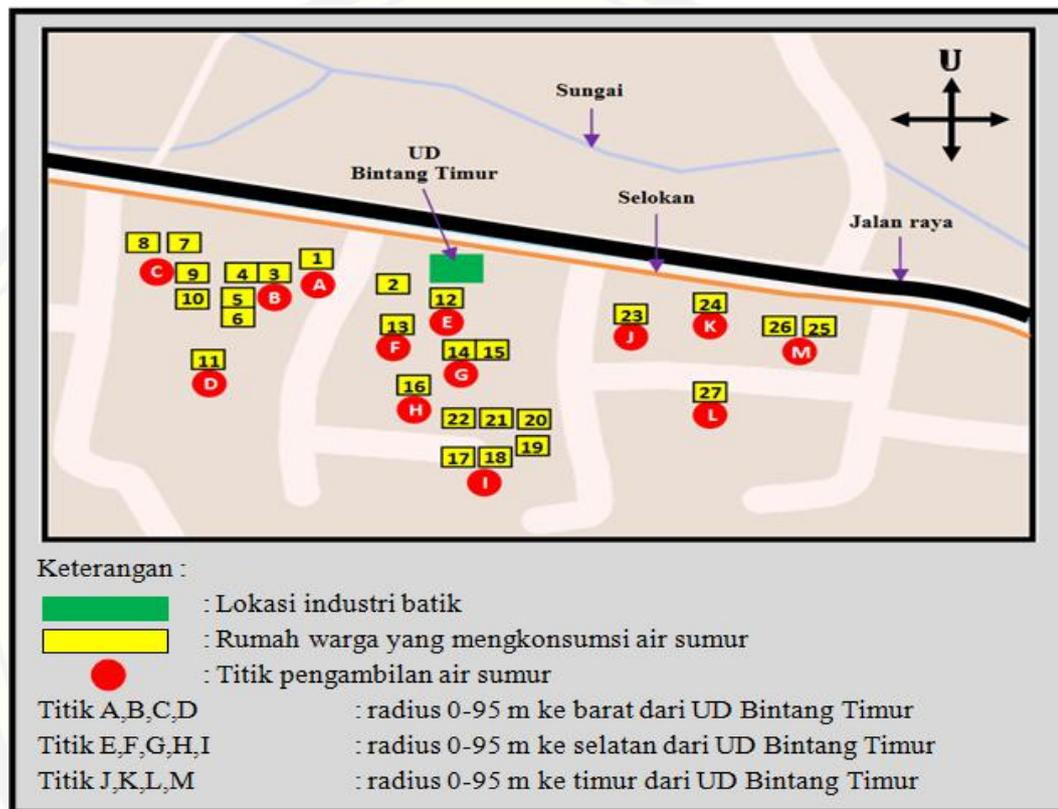
Tabel 3.1 Distribusi Besar Sampel Menurut Jumlah Sumur

Sumur	Nh	N	N	$nh = \frac{Nh}{N} \times n$
Sumur A	12	100	50	6
Sumur B	11	100	50	6
Sumur C	9	100	50	4
Sumur D	2	100	50	1
Sumur E	4	100	50	2
Sumur F	1	100	50	1
Sumur G	9	100	50	4
Sumur H	2	100	50	1
Sumur I	28	100	50	14
Sumur J	4	100	50	2
Sumur K	4	100	50	2
Sumur L	5	100	50	3
Sumur M	9	100	50	4
<b>Total</b>				<b>50</b>

b. Teknik pengambilan sampel sumur

Teknik pengambilan sampel air sumur gali milik warga RT 03 RW 01 Dusun Krajan 1, Desa Sumberpakem dengan tempat dan jarak sumur dengan industri batik yang telah ditentukan yaitu pada radius 95 meter. Metode pengambilan sampel air sumur dilakukan dengan pengambilan sampel sesaat (*grab sampel*) dapat dilihat pada gambar 3.1 dengan rincian sebagai berikut:

- 1) Pengambilan sampel sumur gali pada jarak 0-95 m ke arah barat dari lokasi industri batik sebanyak 4 sumur gali
- 2) Pengambilan sampel sumur gali pada jarak 0-95 m ke arah selatan dari lokasi industri batik sebanyak 5 sumur gali
- 3) Pengambilan sampel sumur gali pada jarak 0-95 m ke arah timur dari lokasi industri batik sebanyak 4 sumur gali.



Gambar 3.1 Denah Pengambilan Air Sumur Gali Warga

Pengambilan sampel air sumur hanya dilakukan pada 13 sumur warga RT 03 RW 01 Dusun Krajan 1 Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe. Hal tersebut dikarenakan sumur- sumur tersebut berada pada jarak 0-95 meter dari lokasi Industri Batik UD Bintang Timur.

c. Teknik pengambilan sampel limbah cair batik

Teknik pengambilan sampel limbah cair batik pada penelitian ini menggunakan pengambilan sampel sesaat (*grab sampel*). Hasil pemeriksaan sampel menunjukkan keadaan rerata dari tempat tersebut di dalam suatu periode. Pengambilan sampel limbah cair batik dilakukan pada 5 bak yang terdiri dari 2

bak limbah cair hasil dari proses pewarnaan, 2 bak limbah cair hasil dari proses pelorodan dan 1 bak limbah cair hasil dari proses pencucian. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dalam waktu 3 hari. Hal tersebut dikarenakan tidak menentunya jumlah batik yang diproduksi dalam sekali produksi sehingga dimungkinkan mengakibatkan perubahan terhadap kualitas limbah cair yang diproduksi sehingga diperlukan pengambilan sampel lebih dari satu kali.

### 3.4 Variabel dan Definisi Oprasional

Variabel adalah ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok yang lain (Notoatmodjo, 2010:103). Pada penelitian ini variabel yang diteliti adalah karakteristik responden (umur, berat badan, frekuensi pajanan ( $f_E$ ) dan durasi pajanan ( $D_I$ ), dosis referensi ( $RfD$ ), periode waktu rata-rata ( $t_{avg}$ ), risiko non karsinogenik ( $RQ$ ), kadar krom ( $C$ ), *intake* atau asupan ( $I$ ) dan laju ingesti ( $R$ ).

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan variabel yang dimaksud atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Notoatmodjo, 2010:112). Definisi operasional dalam penelitian ini disajikan pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Skala Data
1.	Konsentrasi krom (VI)	Kandungan krom (VI) yang terdapat dalam satuan volume air sumur gali masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur dalam satuan miligram (Mg) per liter (L)	Uji Laboratorium	Rasio
2.	Karakteristik Responden	Sesuatu yang melekat pada seseorang yang merupakan identitas dari orang tersebut		
	a. Umur	Lamanya tahun yang dilalui responden terhitung dari sejak lahir sampai dilakukan penelitian dalam satuan tahun	Wawancara	Rasio
	b. Berat badan	Massa tubuh responden saat dilakukan penelitian dalam satuan kilogram (kg)	Observasi dengan Penimbangan langsung (timbangan berat badan)	Rasio

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Skala Data
c.	Frekuensi pajanan ( $f_E$ )	Waktu yang diterima oleh responden yang mengkonsumsi air yang mengandung krom (VI) dalam satu tahun. Dinyatakan dalam satuan hari per tahun	Wawancara	Rasio
d.	Durasi pajanan ( $D_t$ )	Lamanya waktu responden tinggal di lokasi penelitian dalam hitungan tahun sejak industri batik tersebut didirikan sampai saat dilakukan penelitian berdasarkan pajanan sebenarnya ( <i>real time</i> ) dalam satuan tahun	Wawancara, dapat menggunakan proyeksi 30 tahun untuk nilai <i>default</i> residensial	Rasio
3.	Intake/ asupan ( $I$ )	Jumlah asupan <i>risk agent</i> krom (VI) yang diterima individu yang dinyatakan dengan mengalikan konsentrasi krom (C) dengan jumlah asupan (R), frekuensi pajanan ( $f_E$ ), durasi pajanan ( $D_t$ ) dibagi dengan berat badan ( $W_b$ ) dikali periode waktu rata-rata ( $t_{avg}$ ). Dinyatakan dalam satuan miligram (Mg) per kilogram (kg) per hari	Berdasarkan perhitungan rumus $I = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$	Rasio
a.	Laju asupan (R)	Banyaknya air yang mengandung krom (VI) yang dikonsumsi oleh responden dalam satu hari. Dinyatakan dalam satuan liter (L) per hari	Wawancara, dapat menggunakan tabel analisis pemajanan terkait asupan harian yaitu 2 Liter/hari	Rasio
b.	Periode waktu rata-rata ( $t_{avg}$ )	Periode waktu rata-rata untuk paparan non karsinogenik dengan memakai angka <i>default</i> yang mengacu pada faktor-faktor pemajan Amerika	Angka <i>default</i> pada rumus intake/ asupan yaitu $t_{avg} = 30 \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogenik dan $t_{avg} = 70_t \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogenik	Rasio
4.	Dosis referensi ( $RfD$ )	Estimasi pajanan harian yang diprakirakan tidak memberikan efek-efek yang merugikan kesehatan dalam satuan miligram (mg) per kilogram (kg) per hari	Tabel dosis-respon terkait nilai <i>default RfD</i> untuk <i>risk agent</i> krom (VI) yaitu 0,003 mg/kg/hari	Rasio
5.	Risiko non karsinogenik (RQ)	Nilai prakiraan besarnya kemungkinan untuk terjadinya risiko non karsinogenik akibat terpajan krom (VI) pada air sumur yang dikonsumsi masyarakat di lokasi penelitian yang dinyatakan dengan rumus intake (I) dibagi dosis referensi (RfD)	Perhitungan <i>Risk Quotient</i> (RQ) untuk efek non karsinogenik $RQ = \frac{I}{RfD}$ Bilangan integral > 0 RQ>1: tidak berisiko gangguan kesehatan non kanker RQ≤1: berisiko gangguan kesehatan non kanker	Rasio

### 3.5 Data Dan Sumber Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari objek yang diteliti (Sugiyono, 2012:137). Data primer pada penelitian ini diperoleh dari wawancara untuk mengetahui karakteristik responden (umur, jenis kelamin, pekerjaan, berat badan, lama tinggal di lokasi penelitian) serta hasil observasi secara langsung di lokasi penelitian terkait langkah-langkah pembuatan batik dan pengambilan sampel limbah cair di industri batik UD Bintang Timur serta pengambilan sampel air sumur di sekitar industri batik tersebut.

#### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2012:137). Data sekunder dari penelitian ini diperoleh melalui studi pendahuluan terkait data populasi sumur dan populasi masyarakat di sekitar industri batik UD Bintang Timur maupun data-data mengenai metode penghitungan dan nilai-nilai *default* yang telah ditetapkan oleh EPA dalam studi literatur dan pedoman ARKL oleh Kemenkes RI serta data hasil uji laboratorium terkait pemeriksaan konsentrasi krom (VI) pada limbah cair batik dan air sumur di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur yang diperoleh dari Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember.

### 3.6 Teknik Dan Instrumen Pengumpulan Data

#### 3.6.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yaitu teknik atau cara yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data. Dalam penelitian ini, teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data meliputi:

a. Wawancara (*interview*)

Wawancara adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau informasi secara lisan dari responden melalui percakapan (Notoatmodjo, 2010:139). Teknik wawancara dilakukan secara terstruktur dengan berdasarkan panduan wawancara untuk

memperoleh data penilaian seperti karakteristik responden (umur, berat badan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan).

b. Observasi

Menurut Notoatmodjo (2010:131) mengemukakan bahwa observasi adalah suatu prosedur berencana meliputi kegiatan melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti. Teknik observasi digunakan untuk memperoleh data yang mendukung penelitian dengan cara mengobservasi lingkungan di sekitar Industri batik UD Bintang Timur serta proses-proses membatik yang dilakukan di industri batik tersebut.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang dapat berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian (Sugiyono, 2012:240). Teknik dokumentasi dalam penelitian ini berupa pengambilan gambar pada proses-proses membatik di Industri Batik UD Bintang Timur serta mendokumentasikan kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama melakukan penelitian seperti proses pengambilan limbah cair batik, pengambilan air sumur dan wawancara pada masyarakat di sekitar Industri Batik yang mengkonsumsi air sumur tersebut.

d. Pengukuran antropometri

Pengukuran antropometri yang dilakukan berupa pengukuran berat badan dengan alat ukur timbangan berat badan.

e. Prosedur pengujian kualitas air sumur dan limbah cair

1) Alat dan bahan

a) Alat

- (1) Timba kasela
- (2) Jurigen plastik bervolume 2 liter sebanyak 13 buah
- (3) Botol plastik bervolume 1,5 liter sebanyak 3 buah
- (4) pH meter
- (5) Tabung reaksi dan tutup ulir

- (6) Rak tabung reaksi
  - (7) Pipet
  - (8) Gelas ukur
  - (9) Kuvet ukuran 10 cm
  - (10) Fotometer pharo 100
- b) Bahan
- (1) Sampel air sumur sebanyak 2 liter setiap 1 sumur dengan total keseluruhan 26 L
  - (2) Sampel limbah cair sebanyak 1,5 liter setiap pengambilan dalam waktu satu hari, total keseluruhan sampel dalam 3 hari adalah 4,5 L
  - (3) Aquades
  - (4) Chroma-test Cr 1 dan Cr 2
- 2) Pengujian kualitas air sumur
- a) Tahap persiapan
- (1) Melakukan survei lokasi dengan meninjau langsung ke lokasi tempat pengambilan sampel
  - (2) Menyiapkan alat dan bahan untuk pengujian laboratorium
- b) Tahap pelaksanaan
- (1) Membilas botol yang akan diisi dengan air sampel minimal 3 kali
  - (2) Menurunkan botol secara perlahan sampai mulut botol masuk minimal 10 cm kedalam air
  - (3) Setelah terisi penuh, botol diangkat dengan perlahan sampai keatas permukaan
  - (4) Memindahkan air sampel ke jurigen plastik 2 liter.
- 3) Pengujian krom (VI) air sumur
- a) Menyiapkan tabung reaksi untuk tempat sampel air sumur
- b) Memasukkan 1 takar (sepucuk sendok kecil) krom 1 (Cr 1) dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan krom 2 (Cr 2) sebanyak 6 tetes larutan dengan cara dikocok pelan hingga larut
- c) Memasukkan sampel air sumur sebanyak 5 ml ke dalam tabung reaksi dan membiarkannya selama 1 menit

- d) Memasukkan air sampel ke dalam kuvet ukuran 10 dengan menyentuhkan air sampel tersebut ke dalam dinding kuvet
  - e) Memasukkan air sampel ke dalam alat fotometer pharo 100 untuk dilakukan pembacaan kandungan krom dalam air sumur tersebut (SNI 06-6989.17-2004: 2-3).
- 4) Pengujian limbah cair
- a) Tahap persiapan
    - (1) Melakukan survei lokasi dengan meninjau langsung ke lokasi tempat pengambilan sampel
    - (2) Menyiapkan alat dan bahan untuk pengujian laboratorium
  - b) Tahap pelaksanaan
    - (1) Menyiapkan botol plastik dan mencuci bersih untuk tempat penyimpanan sampel air limbah
    - (2) Membilas botol plastik dengan air limbah sebanyak 3 kali
    - (3) Meletakkan botol plastik dalam kondisi miring untuk memasukkan air limbah
    - (4) Mengisi jurigen hingga penuh dan menutupnya dengan rapat
- 5) Pengujian krom pada limbah cair

Prosedur pengenceran 1:10 dilakukan karena limbah batik terlalu pekat sehingga tidak dapat dibaca oleh alat fotometerpharo 100. Maksud dari pengenceran 1:10 adalah 1 sampel dibandingkan dengan aquades. Berikut prosedur pelaksanaan pengenceran:

- a. Memasukkan aquades sebanyak 90 cc kedalam gelas ukur volume 80 ml kemudian ditambahkan dengan 10 cc sampel limbah cair dan dihomogenkan
  - b. Melakukan pengujian konsentrasi krom setelah dilakukan pengenceran
- Berikut prosedur pelaksanaan pengukuran konsentrasi krom dalam limbah cair batik:
- a. Menyiapkan tabung reaksi untuk tempat sampel limbah cair yang sudah dilakukan pengenceran

- b. Memasukkan 1 takar (sepucuk sendok kecil) krom 1 (Cr 1) dalam tabung reaksi kemudian tambahkan krom 2 (Cr 2) sebanyak 6 tetes larutan dengan cara dikocok pelan hingga larut
- c. Memasukkan sampel limbah cair yang sudah dilakukan pengenceran sebanyak 5 ml kedalam tabung reaksi biarkan selama 1 menit
- d. Memasukkan sampel limbah ke dalam kuvet ukuran 10 dengan menentuhkan sampel limbah cair tersebut ke dalam dinding kuvet
- e. Masukkan ke dalam alat fotometer pharo 100 untuk dilakukan pembacaan kandungan krom dalam limbah cair tersebut (SNI 06-6989.17-2004: 2-3).

### 3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen dalam penelitian ini meliputi:

- a. Lembar kuisioner untuk mengetahui karakteristik responden (umur, berat badan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan) dari masyarakat sekitar Industri Batik UD Bintang Timur
- b. Alat ukur berat badan dengan menggunakan timbangan berat badan
- c. Alat dokumentasi
- d. Peralatan untuk pengambilan sampel air sumur dan limbah cair batik.

## 3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data

### 3.7.1 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan komputer dengan tahap-tahap sebagai berikut (Notoatmodjo, 2010:176):

- a. *Editing*

Hasil onservasi dari lapangan harus dilakukan pengeditan atau penyuntingan terlebih dahulu. Secara umum *editing* adalah kegiatan untuk pengecekan dan perbaikan isian lembar wawancara dan observasi.

- b. *Coding*

Setelah semua kuesioner di edit atau di sunting, selanjutnya dilakukan pengkodean atau *coding*, pengkodean mengubah data berbentuk kalimat atau

huruf menjadi data angka atau bilangan. *Coding* sangat berguna dalam memasukkan data (*Data Entry*).

c. Memasukkan data atau *Processing*

Jawaban-jawaban dari masing-masing responden yang dalam bentuk kode (angka atau huruf) dimasukkan ke dalam program atau *software* komputer untuk menghitung nilai asupan dan tingkat risiko responden.

d. Pembersihan data (*Cleaning*)

Apabila data dari setiap sumber data atau responden selesai dimasukkan, perlu dicek kembali untuk melihat kemungkinan-kemungkinan adanya kesalahan-kesalahan kode, ketidaklengkapan dan lain sebagainya, kemudian dilakukan pembentukan atau koreksi. proses ini disebut pembersihan data (*data clearing*). adapun cara membersihkan data:

- 1) Mengetahui *missing* data (data yang hilang);
- 2) Mengetahui variasi data;
- 3) Mengetahui konsistensi data.

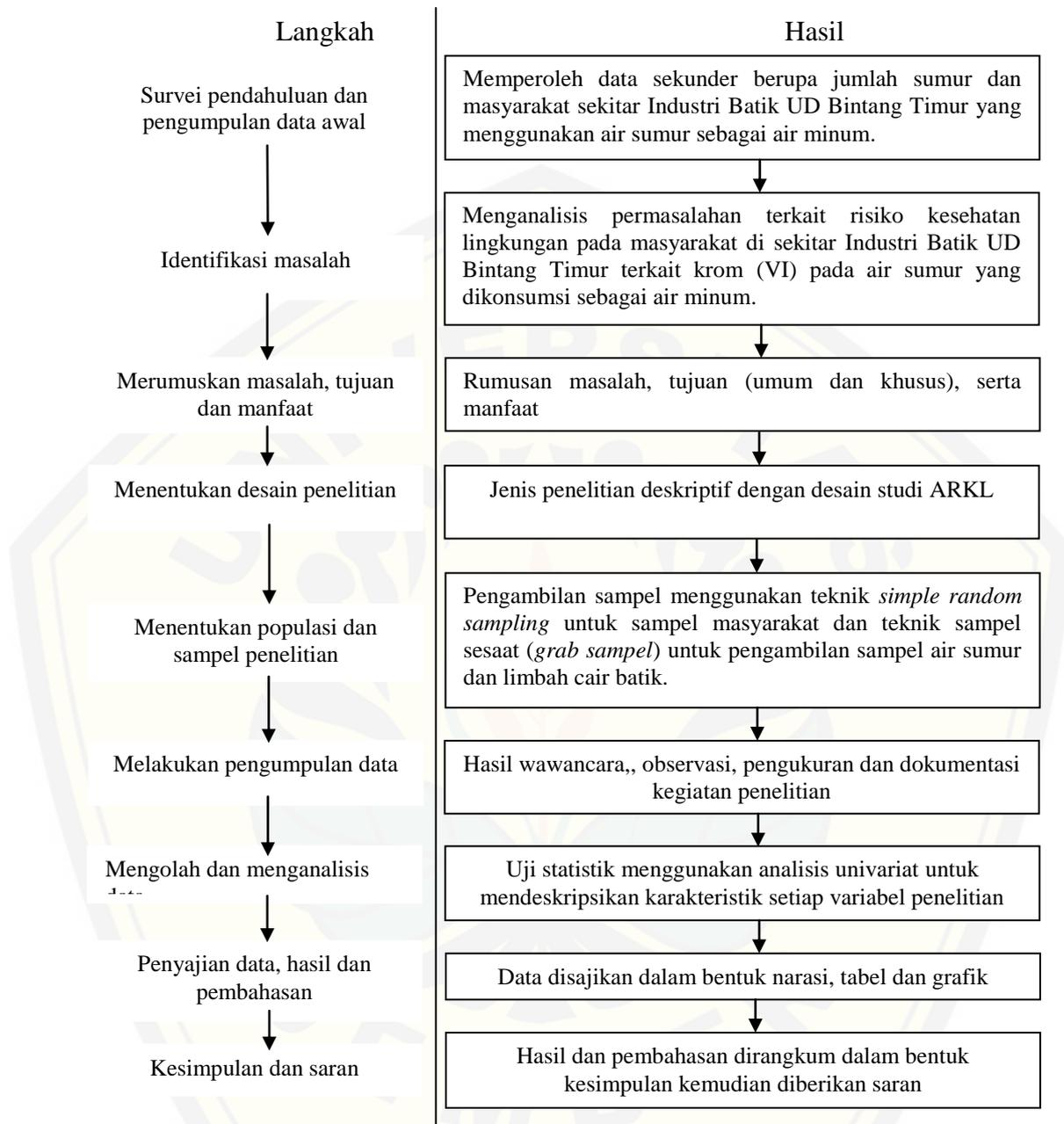
### 3.7.2 Teknik Penyajian Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk. Penyajian data umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu penyajian dalam bentuk narasi, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoatmodjo, 2010:188). Pada penelitian ini, data disajikan secara deskriptif dalam bentuk narasi, tabel dan grafik.

### 3.7.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data dengan menggunakan analisis univariat yaitu teknik analisis data yang digunakan untuk mengetahui dan mendeskripsikan distribusi frekuensi dan presentasi dari masing-masing variabel yang diteliti (Notoatmodjo, 2010: 182). Analisis univariat pada penelitian ini digunakan untuk menghitung *intake* pada populasi sebagai nilai rata-rata dari populasi yang terpajan krom (VI) tersebut.

### 3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

- a. Industri Batik UD Bintang Timur merupakan salah satu industri batik yang berada di kawasan padat pemukiman di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. Setiap harinya industri batik tersebut melakukan proses pembatikan yang terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan dan pemolaan, tahap pembatikan, tahap pewarnaan, tahap pelorodan, tahap pencucian kain dan penjemuran. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pembatikan tersebut rata-rata sebesar 53,33 mg/l setiap harinya sehingga dimungkinkan mencemari sumur gali masyarakat di sekitar Industri batik tersebut.
- b. Konsentrasi krom (VI) pada 13 sumur gali yang dikonsumsi sebagai air minum oleh masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur masih berada di bawah baku mutu yaitu berkisar antara 0,01 mg/l sampai 0,02 mg/l
- c. Jumlah asupan (*Intake* non karsinogenik) pada populasi untuk pajanan *real time* sebesar 0,00023 mg/kg/hari sampai 0,000461 mg/kg/hari, sedangkan jumlah asupan (*Intake* karsinogenik) pada populasi untuk pajanan *life time* sebesar 0,0001 mg/kg/hari sampai 0,0002 mg/kg
- d. Nilai Dosis referensi (*RfD*) atau dosis respon dari krom (VI) yaitu sebesar 0,003 mg/kg/hari
- e. Masyarakat di sekitar Industri Batik UD Bintang Timur baik secara individu maupun populasi masih aman (RQ antara 0,076 – 0,153) dari risiko gangguan kesehatan bila mengkonsumsi air minum yang berasal dari sumur gali yang berada di sekitar industri batik tersebut untuk durasi pajanan saat ini (*real time*) hingga 30 tahun mendatang dengan asumsi sumber pajanan krom (VI) hanya berasal dari air minum saja dan tidak memperhitungkan pajanan krom (VI) dari sumber yang lain. Asumsi lainnya yaitu konsentrasi krom (VI) dalam air sumur yang dikonsumsi sebagai air minum tidak mengalami peningkatan.

## 5.2 Saran

- a. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember (DLH)
  - 1) Menyampaikan hasil dari pemantauan terhadap kualitas limbah cair industri batik serta kualitas air sumur masyarakat di sekitar industri batik kepada pihak industri batik dan masyarakat sehingga kedua pihak tersebut mengetahui kondisi lingkungan di sekitar industri batik tersebut.
  - 2) Melakukan sosialisasi terkait metode pengolahan limbah cair batik yang ramah lingkungan dan bermanfaat bagi pihak industri batik dan masyarakat sekitar industri batik tersebut.
- b. Bagi Industri Batik
  - 1) Dapat menggunakan bahan pewarna alami yang lebih aman jika dibuang ke lingkungan sehingga dapat mengurangi beban pencemaran yang masuk ke badan air.
  - 2) Menyediakan bak penampung limbah cair yang dihasilkan dari seluruh proses membatik agar limbah cair tersebut dapat di endapkan dan dilakukan pengolahan sederhana yaitu dengan menambahkan tawas pada limbah cair tersebut sebelum dibuang ke lingkungan.
- c. Bagi masyarakat di sekitar Industri Batik

Bagi masyarakat yang air sumurnya telah terdeteksi krom (VI) walaupun masih dalam batas aman, akan tetapi perlu diwaspadai bahwa masih ada kemungkinan peningkatan konsentrasi krom (VI) di kemudian hari. Masyarakat dapat melakukan proses pengolahan dengan cara menampung air sumur terlebih dahulu sebelum di masak untuk mengendapkan bahan-bahan kimia yang terdapat dalam air tersebut.
- d. Bagi penelitian selanjutnya

Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait manajemen risiko dan metode komunikasi yang baik, menarik dan mudah dipahami oleh pengusaha batik dan masyarakat sekitar industri batik terkait risiko paparan krom (VI) yang dapat terjadi pada masyarakat dan lingkungan di sekitar industri batik serta hubungan antara sumber pencemar lain dengan keberadaan krom (VI) pada air sumur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andarani, P., & Roosmini, D. 2010. Profil Pencemaran Logam Berat (Cu, Cr, dan Zn) Pada Permukaan dan Sedimen di Sekitar Industri Tekstil PT X (Sungai Cikijing). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Agustina. 2012. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Kromium<sup>+6</sup> Pada Masyarakat Desa Biringere dan Taraweang Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Skripsi*. Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Ahmad, A. A. 2014. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Dengan Risk Agent Total Suspended Particulate (TSP) di Kawasan Industri Kota Probolinggo. *Skripsi*. Jember: Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Ahmadi, U.F. *Begini Cara Membuat Air Kran Aman Diminum*. [Serial On line] <http://www.suara.com/health/2015/08/27/070100/begini-cara-membuat-air-kran-aman-diminum> [Diakses pada 12 Agustus 2016].
- Ariyanti, S. 2006. Hubungan Antara Jarak Sumur Gali dari Tempat Pembuangan Limbah Cair Tapioka Dengan Kadar Sianida Air Sumur Gali Desa Ngemplak Kidul Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- ATSDR. 2012. *Toxicological Profile For Chromium*. Agency For Toxic Substances And Disease Registry. U.S. Department of Health And Human Services [serial on line] [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf) [Diakses pada 5 Agustus 2016].
- Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Djafri, D. 2014. Prinsip dan Metode Analisis Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2): 99-103. Padang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas.
- Emilia, I. 2014. Analisa Krom Total di Daerah Industri Tenun Songket Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2): 33-37. Palembang: Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang.

- Faisal, A.R.R. 2015. Pengembangan Sumber Daya Manusia Untuk Mencapai Keunggulan Bersaing Pada Usaha Batik Sumberjambe di UD. Bintang Timur. *Skripsi*. Jember: Fakultas Ilmu Sosial dan Politik Universitas Jember.
- Fatonah, Y.I. 2010. Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Benzena Pada Pekerja Bengkel Sepatu 'X' di Kawasan Perkampungan Industri Kecil (PIK) Pulogadung Jakarta Timur. *Tesis*. Jakarta: Program Studi Pasca Sarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Federal Provincial Territorial Committee Canada. 2015. *Chromium in Drinking Water*. [serial on line]. <http://www.healthycanadians.gc.ca/health-system-systeme-sante/consultations/chromium-chrome/alt/chromium-chrome-eng.pdf> [Diakses 05 Agustus 2016].
- Fernanda, L. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Sifat Fraksionasinya pada Sedimen Laut. *Skripsi*. Depok: Fakultas MIPA Departemen Kimia Universitas Indonesia.
- Gratha, B. 2012. *Panduan Mudah Belajar Membuat*. Jakarta: Demedia pustaka
- Hartati, I., Riwayati, I., dan Kurniasari, L. 2011. Potensi Xanthate Pulpa Kopi Sebagai Adsorben Pada Pemisahan Ion Timbal dari Limbah Industri Batik. *Jurnal Momentum*, 7(2): 25-30. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.
- Hasyim, A.R. 2012. Tingkat Kesejahteraan Pembatik Lepas, Pembatik Kelompok dan Pembatik Lembaga Dilihat dari Penghasilan di Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.
- IPCS. 2004. *IPCS Risk Assessment Terminology, Part 1: IPCS/OECD Key Generic Terms used in Chemical Hazard/Risk Assessment; Part 2: IPCS Glossary of Key Exposure Assessment Terminology*. Geneva: World Health Organization and Environmental Programme on Chemical Safety.
- Kemkes Direktorat Jendral PP dan PL. 2012. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Kusnoputranto, H. 1985. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

- Lu, C.F. 1995. *Toksikologi Dasar Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Edisi II*. Penerjemah Edi Nugroho. Jakarta: UI-Press.
- Mukono, H.J. 2006. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Notoadmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip- Prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurwati, E. 2009. Pengaruh Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Terhadap Kadar Kromium Dalam Tanaman Jahe (*Zingiber Officinalle*). *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Ompusunggu, H. 2009. Analisa Kandungan Nitrat Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Desa Namo Bintang Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Tahun 2009. *Skripsi*. Sumatra Utara: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatra Utara.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah RI. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Pemerintah RI.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur . 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Surabaya: Peraturan Gubernur Jawa Timur.
- Peraturan Menteri Kesehatan . 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Menteri Kesehatan.
- Peraturan Menteri Kesehatan. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Menteri Kesehatan.
- Rahardjo, Djoko., Kisworo., Suhardi. 2014. Profil Cemar Krom Pada Air Permukaan, Sedimen, Air Tanah dan Biota Serta Akumulasi Pada Rambut dan Kuku Warga Masyarakat di Sekitar Kawasan Industri Kulit Desa Banyak, Siti Mulyo, Piyungan Bantul. *Laporan Akhir*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Kristen Duta Wacana.

- Rahman, A. 2007. *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya Untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Rini, A. 2014. Analisis Risiko Kromium (Cr) Dalam Ikan Kembung (*Rastrelliger Kanagurta*) dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) pada Masyarakat di Wilayah Pesisir Kota Makassar. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Rizza, R. 2013. Hubungan Antara Kondisi Fisik Sumur Gali Dengan Kadar Nitrit Air Sumur Gali di Sekitar Sungai Tempat Pembuangan Limbah Cair Batik. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.
- Rochyatun, E. & Rozaq, A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*, 11(1): 28-36. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Rukaesih, A. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Sari, A.M., Rachmadiarti, F., Fitrihidayati, H. 2014. Pengaruh Cekaman Kromium pada Limbah Cair Batik Terhadap Pertumbuhan *Eichornia Crassipes* dan *Salvinia Molesta*. *Lentera Biologi*, (3)1: 67-71. Surabaya: Fakultas MIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Sasongko, P.D & Tresna, W.P. 2010. Identifikasi Unsur dan Kadar Logam Berat pada Limbah Pewarna Batik Dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. [Serial on line] [www.fisika.lipi.go.id/in/sites/default/files/makalah\\_04272010.pdf](http://www.fisika.lipi.go.id/in/sites/default/files/makalah_04272010.pdf) [Diakses pada 8 Oktober 2016].
- Soemirat, J. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Soeparman dan Supriman. 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Standar Nasional Indonesia. 2004. *SNI 06-6989.17-2004 Air dan Air Limbah-Bagian 17: Cara Uji Krom Total (Cr-T) dengan Metode Spektrofometri Serapan Atom (SSA)- Nyala*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sugiharto.1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI-PRESS.

- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaeman. 2001. *Buku Panduan Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kecil Batik*. Yogyakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik.
- Sutrisno, T. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tejokusumo, B. 2007. Limbah Cair Industri Serta Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM PRESS.
- Wardani, Ratna W. K. 2014. Kandungan Krom Pada Limbah Cair Batik dan Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember). *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Wardiyatun, S & Hartini, E. 2009. Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kadar Merkuri Dalam Urine Pada Pekerja Tambang Emas di Desa Rengas Tujuh Kecamatan Tumbang Titi Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2): 132-142. Semarang: Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro.
- Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Wirawan, P & Purwadio, H. 2016. Variabel Prioritas pengembangan Sentra Industri Batik Di Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1): 59-63. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wireshpathi, E.A.M.O., Raharjo., dan Budijastuti, W. 2012. Pengaruh Kromium Heksavalen (VI) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Lentera Biologi*, 1(2): 75–79. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.
- Wuryanto, T.A. 2011. Analisis Indutri Batik Tulis Di Kelurahan Kalinyamat Wetan dan Kelurahan Bandung Kota Tegal. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro.

**LAMPIRAN A. Lembar Persetujuan (*Informed Consent*)**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**

Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax (0331) 322995  
JEMBER (68121)

**LEMBAR PERSETUJUAN (*INFORMED CONSENT*)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : .....

Alamat : .....

Menyatakan bersedia menjadi subyek (responden) dalam penelitian dari:

Nama : Siti Safarina Utami

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun pada responden penelitian karena semata-mata untuk kepentingan ilmiah serta kerahasiaan jawaban kuisioner yang saya berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti. Oleh karena itu, saya bersedia menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara benar dan jujur.

Jember, 2016

Responden

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

**LAMPIRAN B. Kuisisioner Penelitian**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jl. Kalimantan I/93 Kampus Tegal Boto Telp. (0331) 337878 Fax (0331) 322995  
JEMBER (68121)

**KUISISIONER PENELITIAN**

Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) Pada Air Sumur Di  
Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus Di Desa  
Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)

Nama responden :

Umur :

Jenis kelamin :

Pekerjaan :

Tanggal wawancara :

1. Berat badan :

2. Tahun mulai bekerja :

3. Lama bekerja/ sekolah :.....hari/ minggu

4. Lama libur : 1) Dalam 1 minggu :.....hari

2) Dalam 1 bulan :.....hari

3) Total liburan dalam 1 tahun :.....hari

5. Sudah berapa lama anda tinggal disini?

Jawab:.....

6. Sejak kapan anda memiliki sumur?

Jawab:.....

7. Air sumur tersebut digunakan untuk apa saja?

Jawab:.....

8. Apakah air sumur tersebut juga digunakan sebagai sumber air minum?

Jawab:.....

9. Sudah berapa lama anda menggunakan air sumur sebagai sumber air minum?

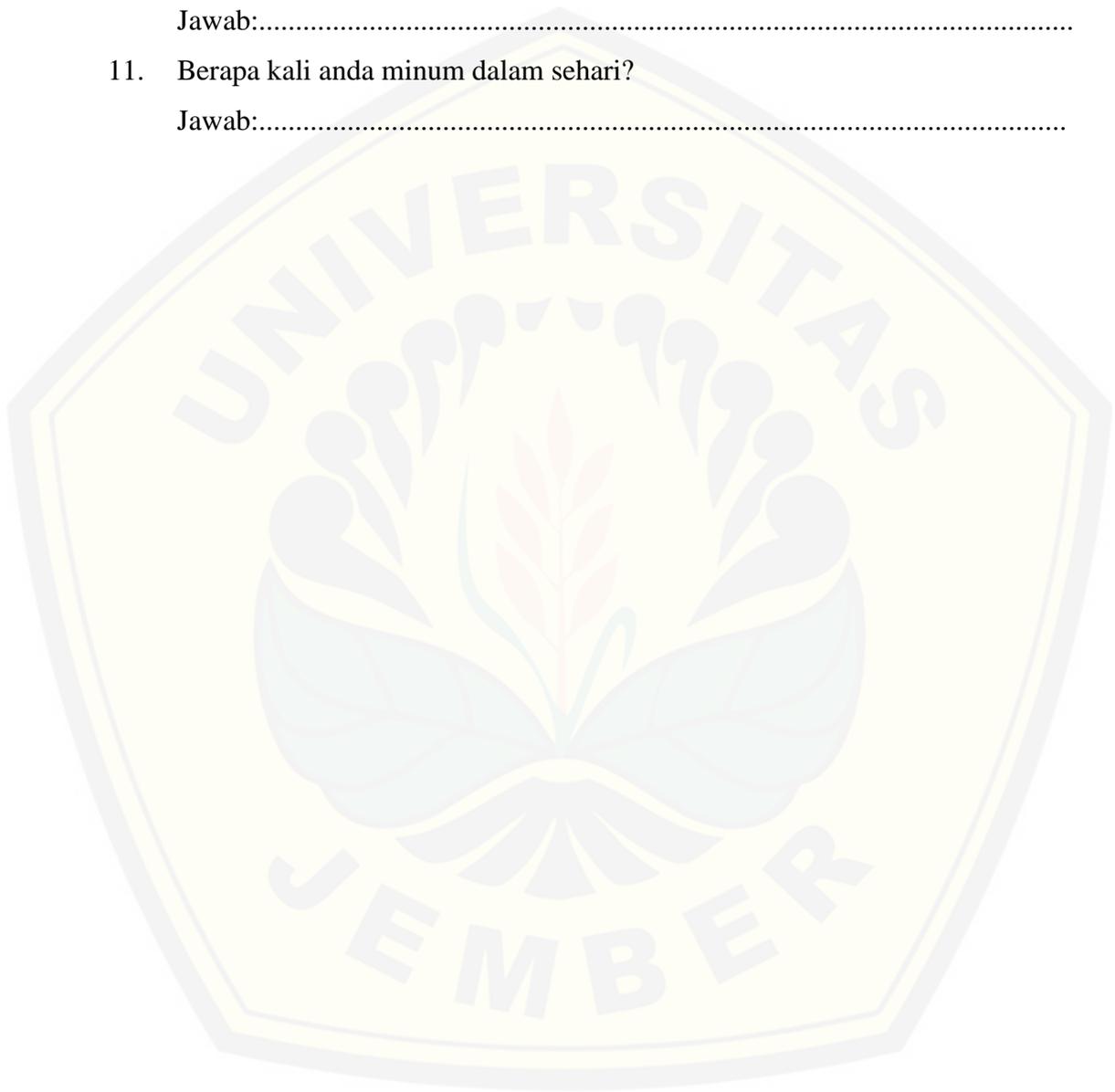
Jawab:.....

10. Apakah air sumur tersebut dimasak dahulu sebelum diminum?

Jawab:.....

11. Berapa kali anda minum dalam sehari?

Jawab:.....



## LAMPIRAN C. Surat Ijin Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER  
**CAMAT SUMBERJAMBE**  
 Jl. PB. Sudirman No. 69 Tlp. (0331)566552 Sumberjambe 68195

Sumberjambe, 16 September 2016

Nomer : 072/230 /31/2016  
 Sifat : Penting  
 Lampiran : --  
 Perihal : Rekomendasi Ijin  
           Penelitian/Survey

Kepada  
 Yth. Sdr. Kepala Desa

Di-

SUMBERPAKEM

Berdasarkan surat dari BAKESBANGPOL Jember nomer : 072/1357/314/2016 tanggal 30 Agustus 2016 perihal seperti pada pokok surat, bersama ini disampaikan bahwa :

Nama/NIM : Siti Safarina Utami / 112110101010  
 Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember  
 Alamat : Jl. Kalimantan I/93 Kampus Bumi Tegal Boto Jember  
 Keperluan : Mengadakan Penelitian untuk menyusun skripsi dengan judul "Analisa Resiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Krom (VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD. Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)."  
 Lokasi : Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe  
 Waktu : 16 September 2016 s/d 30 September 2016

Apabila tidak mengganggu kewenangan dan ketentuan yang berlaku diharapkan saudara memberi bantuan tempat dan atau data seperlunya untuk kelancaran kegiatan dimaksud.

Pelaksanaan rekomendasi ini diberikan dengan ketentuan :

1. Kegiatan ini benar-benar untuk kepentingan pendidikan.
2. Tidak dibenarkan melakukan aktivitas politik.
3. Apabila situasi dan kondisi tidak memungkinkan akan dilakukan penghentian kegiatan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

PEMERINTAH KABUPATEN SUMBERJAMBE  
 KECAMATAN SUMBERJAMBE  
 HERLINA SUHARTO, S.Sos  
 Pembina  
 NIP. 19600916 1983 1 019

## LAMPIRAN D. Hasil Laboratorium

### REKAPITULASI HASIL ANALISA SAMPEL AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH PEMERIKSAAN KIMIA TERBATAS KROM HEKSAVALEN ( $Cr^{6+}$ )

NO	NOMOR SAMPEL	JENIS SAMPEL	TANGGAL PENGAMBILAN	JAM PENGAMBILAN (WIB)	TANGGAL PENGIRIMAN	JAM PENGIRIMAN (WIB)	ALAMAT	PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL	HASIL mg/l
1	654-A	AIR BERSIH	19 September 2016	09.45 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
2	655-A	AIR BERSIH	19 September 2016	07.00 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,02
3	656-A	AIR BERSIH	19 September 2016	07.15 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
4	657-A	AIR BERSIH	19 September 2016	07.25 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
5	658-A	AIR BERSIH	19 September 2016	09.30 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
6	659-A	AIR BERSIH	19 September 2016	08.20 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
7	660-A	AIR BERSIH	19 September 2016	07.50 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,02
8	661-A	AIR BERSIH	19 September 2016	07.40 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
9	662-A	AIR BERSIH	19 September 2016	08.05 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
10	663-A	AIR BERSIH	19 September 2016	08.45 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
11	664-A	AIR BERSIH	19 September 2016	08.35 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
12	665-A	AIR BERSIH	19 September 2016	09.00 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,02
13	666-A	AIR BERSIH	19 September 2016	09.15 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	0,01
14	667-A	AIR LIMBAH	19 September 2016	10.30 WIB	19 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	60
15	668-A	AIR LIMBAH	20 September 2016	11.00 WIB	20 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	50
16	676-A	AIR LIMBAH	21 September 2016	11.00 WIB	21 September 2016	12.00 WIB	Ds. Sumberpakem Kec. Sumberjambe Kab. Jember	Sdri. Siti Safarina (Fak. Kesehatan Masyarakat Univ. Jember)	50

Jember, 24 September 2016

KEPALA UNIT PELAKSANA TEKNIS  
LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH



**LAMPIRAN E. Rekapitulasi Data Hasil Kuisisioner**

Resp.	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Pekerjaan	Awal Tinggal	Durasi Paparan (tahun)	Hari berada di rumah (hari/tahun)	Berat Badan (kg)
1	P	65	Petani	1951	16	365	50
2	L	40	Montir Motor	1976	16	358	52
3	P	30	IRT	2009	7	258	60
4	P	26	Guru	1990	16	360	47
5	L	33	Petani	1983	7	360	43
6	P	19	Tunakarya	1997	16	365	36
7	P	65	IRT	1951	16	365	25
8	P	30	IRT	1986	7	365	39
9	L	13	SMP	2003	7	365	30
10	L	38	Pegawai	2015	1	365	49
11	L	5	TK	2015	1	365	16
12	P	56	Wiraswasta	1960	16	365	50
13	P	60	Petani	1956	16	365	50
14	L	70	Petani	1946	16	365	58
15	P	34	Wiraswasta	1982	16	365	45
16	L	39	Wiraswasta	2002	13	365	55
17	P	60	Petani	1956	16	365	44
18	P	31	IRT	1985	16	365	38
19	L	13	SMP	2003	13	365	27
20	P	58	IRT	1981	16	365	54
21	P	55	Swasta	1961	16	365	50
22	L	30	Swasta	1986	16	365	34
23	P	50	Swasta	1966	16	360	48
24	L	30	Montir motor	2007	9	365	56
25	L	56	Wiraswasta	1960	16	365	72
26	P	65	Petani	1951	16	365	40
27	L	45	Petani	1971	16	365	55
28	P	42	Petani	1998	16	365	45
29	P	50	IRT	1966	16	365	80
30	P	25	IRT	1991	16	360	45
31	L	50	Wiraswasta	1966	16	365	53
32	P	40	Swasta	1989	16	365	45
33	P	18	SMA	1998	16	365	49
34	L	12	SMA	2004	12	365	30
35	L	65	Petani	1951	16	365	50
36	P	34	Wiraswasta	1982	16	365	49
37	L	37	Petani	2001	15	365	55
38	P	54	Wiraswasta	1984	16	365	40

<b>Resp.</b>	<b>Jenis Kelamin</b>	<b>Umur (Tahun)</b>	<b>Pekerjaan</b>	<b>Awal Tinggal</b>	<b>Durasi Paparan (tahun)</b>	<b>Hari berada di rumah (hari/tahun)</b>	<b>Berat Badan (kg)</b>
39	P	23	Guru	1993	16	365	46
40	P	67	Tunakarya	1949	16	365	36
41	L	72	Tunakarya	1986	16	365	38
42	P	25	IRT	1991	16	365	60
43	L	53	Montir Motor	1963	16	365	48
44	L	50	Wiraswasta	1992	16	365	51
45	P	42	IRT	1974	16	365	65
46	L	15	SMP	2001	15	365	35
47	L	39	Wiraswasta	2002	14	360	65
48	P	9	SD	2007	9	365	21
49	P	33	IRT	2006	10	365	52
50	L	14	SMP	2002	14	365	35

**LAMPIRAN F. Hasil Analisis Deskriptif**

		Statistic	Std. Error
berat badan (kg)	Mean	46.32	1.743
	Median	48.00	
	Variance	151.936	
	Std. Deviation	12.326	
	Minimum	16	
	Maximum	80	
	Range	64	
	Skewness	.006	.337
	Kurtosis	.731	.662
frekuensi pajanan (hari/tahun)	Mean	362.22	2.142
	Median	365.00	
	Variance	229.318	
	Std. Deviation	15.143	
	Minimum	258	
	Maximum	365	
	Range	107	
	Skewness	-6.925	.337
	Kurtosis	48.561	.662
durasi pajanan (tahun)	Mean	13.96	.551
	Median	16.00	
	Variance	.514	
	Std. Deviation	3.896	
	Minimum	1	
	Maximum	16	
	Range	15	
	Skewness	-2.058	.337
	Kurtosis	3.600	.662
Laju Aupan (Liter/hari)	Mean	2.060	.04435
	Median	2.000	
	Variance	.098	
	Std. Deviation	.314	
	Minimum	1.5	
	Maximum	2.5	
	Range	1	
	Skewness	-.088	.337
	Kurtosis	-.389	.662

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
Berat Badan (Kg)	.688	50	.730
Frekuensi Paparan (Hari/Tahun)	3.061	50	.000
Durasi Paparan (Tahun)	2.685	50	.000
Laju Asupan (Liter)	2.233	50	.000

**Tabel Deskriptif Konsentrasi Krom (VI) Pada Air Sumur**

		Statistic	Std. Error
Konsentrasi Krom (VI)	Mean	.0123	.00122
	Median	.0100	
	Variance	.000	
	Std. Deviation	.00439	
	Minimum	.01	
	Maximum	.02	
	Range	.01	
	Skewness	1.451	.616
	Kurtosis	.095	1.191

**Test of Normality Konsentrasi Krom (VI) Pada Air Sumur**

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Konsentrasi Krom (VI)	1.694	13	.006

**LAMPIRAN G. Hasil Perhitungan *Intake* Untuk Paparan *Real time* Per Individu**

- a. Hasil Perhitungan *Intake* Non Karsinogenik (Minimal dan Maksimal) dan Tingkat Risiko (Minimal dan Maksimal) untuk Paparan *Real time* Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	$I_{nk}$ minimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	RQ minimal <i>real time</i>	$I_{nk}$ maksimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	RQ maksimal <i>real time</i>
1	P	65	0,000267	0,088889	0,000533	0,177778
2	L	40	0,000251	0,083831	0,000503	0,167662
3	P	30	0,000055	0,018326	0,00011	0,036651
4	P	26	0,000168	0,05596	0,000336	0,111921
5	L	33	0,000134	0,0446	0,000268	0,0892
6	P	19	0,000296	0,098765	0,000593	0,197531
7	P	65	0,00032	0,106667	0,00064	0,213333
8	P	30	0,00012	0,039886	0,000239	0,079772
9	L	13	0,000156	0,051852	0,000311	0,103704
10	L	38	0,000013	0,004535	0,000027	0,00907
11	L	5	0,000031	0,010417	0,000063	0,020833
12	P	56	0,000213	0,071111	0,000427	0,142222
13	P	60	0,000213	0,071111	0,000427	0,142222
14	L	70	0,00023	0,076628	0,00046	0,153257
15	P	34	0,000178	0,059259	0,000356	0,118519
16	L	39	0,000197	0,065657	0,000394	0,131313
17	P	60	0,000242	0,080808	0,000485	0,161616
18	P	31	0,000351	0,116959	0,000702	0,233918
19	L	13	0,000401	0,133745	0,000802	0,26749
20	P	58	0,000198	0,065844	0,000395	0,131687
21	P	55	0,000213	0,071111	0,000427	0,142222
22	L	30	0,000314	0,104575	0,000627	0,20915
23	P	50	0,000219	0,073059	0,000438	0,146119
24	L	30	0,000107	0,035714	0,000214	0,071429
25	L	56	0,000148	0,049383	0,000296	0,098765
26	P	65	0,000267	0,088889	0,000533	0,177778
27	L	45	0,000242	0,080808	0,000485	0,161616
28	P	42	0,000237	0,079012	0,000474	0,158025
29	P	50	0,000133	0,044444	0,000267	0,088889
30	P	25	0,000234	0,07793	0,000468	0,15586
31	L	50	0,000151	0,050314	0,000302	0,100629
32	P	40	0,000237	0,079012	0,000474	0,158025
33	P	18	0,000218	0,072562	0,000435	0,145125
34	L	12	0,000267	0,088889	0,000533	0,177778
35	L	65	0,000267	0,088889	0,000533	0,177778

Resp	Jenis kelamin	Umur	$I_{nk}$ minimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	RQ minimal <i>real time</i>	$I_{nk}$ maksimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	RQ maksimal <i>real time</i>
36	P	34	0,000218	0,072562	0,000435	0,145125
37	L	37	0,000227	0,075758	0,000455	0,151515
38	P	54	0,000267	0,088889	0,000533	0,177778
39	P	23	0,000174	0,057971	0,000348	0,115942
40	P	67	0,000296	0,098765	0,000593	0,197531
41	L	72	0,000281	0,093567	0,000561	0,187135
42	P	25	0,000178	0,059259	0,000356	0,118519
43	L	53	0,000278	0,092593	0,000556	0,185185
44	L	50	0,000209	0,069717	0,000418	0,139434
45	P	42	0,000164	0,054701	0,000328	0,109402
46	L	15	0,000357	0,119048	0,000714	0,238095
47	L	39	0,000106	0,035406	0,000212	0,070811
48	P	9	0,000286	0,095238	0,000571	0,190476
49	P	33	0,000128	0,042735	0,000256	0,08547
50	L	14	0,000333	0,111111	0,000667	0,222222

b. Hasil Perhitungan *Intake* Kasinogenik (Minimal dan Maksimal) untuk Paparan *Real time* Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	$I_k$ minimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	$I_k$ maksimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)
1	P	65	0,000114	0,000229
2	L	40	0,000108	0,000216
3	P	30	0,000024	0,000047
4	P	26	0,000072	0,000144
5	L	33	0,000057	0,000115
6	P	19	0,000127	0,000254
7	P	65	0,000137	0,000274
8	P	30	0,000051	0,000103
9	L	13	0,000066	0,000133
10	L	38	0,000058	0,000012
11	L	5	0,000013	0,000027
12	P	56	0,000091	0,000183
13	P	60	0,000091	0,000183
14	L	70	0,000098	0,000197
15	P	34	0,000076	0,000152
16	L	39	0,000084	0,000169
17	P	60	0,000104	0,000208
18	P	31	0,000015	0,000301
19	L	13	0,000172	0,000344
20	P	58	0,000085	0,000169

Resp	Jenis kelamin	Umur	$I_k$ minimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)	$I_k$ maksimal <i>real time</i> (mg/kg/hari)
21	P	55	0,000091	0,000183
22	L	30	0,000134	0,000269
23	P	50	0,000094	0,000188
24	L	30	0,000046	0,000092
25	L	56	0,000064	0,000127
26	P	65	0,000114	0,000229
27	L	45	0,000104	0,000208
28	P	42	0,000102	0,000203
29	P	50	0,000057	0,000114
30	P	25	0,0001	0,0002
31	L	50	0,000065	0,000129
32	P	40	0,000102	0,000203
33	P	18	0,000093	0,000187
34	L	12	0,000114	0,000229
35	L	65	0,000114	0,000229
36	P	34	0,000093	0,000187
37	L	37	0,000097	0,000195
38	P	54	0,000114	0,000229
39	P	23	0,000075	0,000149
40	P	67	0,000127	0,000254
41	L	72	0,00012	0,000241
42	P	25	0,000076	0,000152
43	L	53	0,000119	0,000238
44	L	50	0,00009	0,000179
45	P	42	0,000073	0,000141
46	L	15	0,000153	0,000306
47	L	39	0,000046	0,000091
48	P	9	0,000122	0,000245
49	P	33	0,000055	0,00011
50	L	14	0,000143	0,000286

**LAMPIRAN H. Hasil Perhitungan *Intake* Untuk Pajanan *Life time* Per Individu**

a. Jumlah Asupan Minimal Atau *Intake* Non Karsinogenik Untuk Pajanan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,000083	0,000167	0,00025	0,000333	0,000417	0,0005
2	L	40	0,000079	0,000157	0,000236	0,000314	0,000393	0,000472
3	P	30	0,000039	0,000079	0,000118	0,000157	0,000196	0,000236
4	P	26	0,000053	0,000105	0,000157	0,00021	0,000262	0,000315
5	L	33	0,000096	0,000191	0,000287	0,000382	0,000478	0,000573
6	P	19	0,000093	0,000185	0,000278	0,00037	0,000463	0,000556
7	P	65	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006
8	P	30	0,000086	0,000171	0,000256	0,000342	0,000427	0,000513
9	L	13	0,000111	0,000222	0,000333	0,000444	0,000556	0,000667
10	L	38	0,000068	0,000136	0,000204	0,000272	0,00034	0,000408
11	L	5	0,000156	0,000313	0,000469	0,000625	0,000781	0,000938
12	P	56	0,000067	0,000133	0,0002	0,000267	0,000333	0,0004
13	P	60	0,000067	0,000133	0,0002	0,000267	0,000333	0,0004
14	L	70	0,000072	0,000144	0,000216	0,000287	0,000359	0,000431
15	P	34	0,000056	0,000111	0,000167	0,000222	0,000278	0,000333
16	L	39	0,000076	0,000152	0,000227	0,000303	0,000379	0,000455
17	P	60	0,000076	0,000152	0,000227	0,000303	0,000379	0,000455
18	P	31	0,00011	0,000219	0,000329	0,000439	0,000548	0,000658
19	L	13	0,000154	0,000309	0,000463	0,000617	0,000772	0,000926
20	P	58	0,000062	0,000123	0,000185	0,000247	0,000309	0,00037
21	P	55	0,000067	0,000133	0,0002	0,000267	0,000333	0,0004
22	L	30	0,000098	0,000196	0,000294	0,000392	0,00049	0,000588
23	P	50	0,000069	0,000137	0,000205	0,000274	0,000342	0,000411
24	L	30	0,00006	0,000119	0,000179	0,000238	0,000298	0,000357

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
25	L	56	0,000046	0,000093	0,000139	0,000185	0,000231	0,000278
26	P	65	0,000083	0,000167	0,00025	0,000333	0,000417	0,0005
27	L	45	0,000076	0,000152	0,000227	0,000303	0,000379	0,000455
28	P	42	0,000074	0,000148	0,000222	0,000296	0,00037	0,000444
29	P	50	0,000042	0,000083	0,000125	0,000167	0,000208	0,00025
30	P	25	0,000073	0,000146	0,000219	0,000292	0,000365	0,000438
31	L	50	0,000047	0,000094	0,000142	0,000189	0,000236	0,000283
32	P	40	0,000074	0,000148	0,000222	0,000296	0,00037	0,000444
33	P	18	0,000068	0,000136	0,000204	0,000272	0,00034	0,000408
34	L	12	0,000111	0,000222	0,000333	0,000444	0,000556	0,000667
35	L	65	0,000083	0,000167	0,00025	0,000333	0,000417	0,0005
36	P	34	0,000068	0,000136	0,000204	0,000272	0,00034	0,000408
37	L	37	0,000076	0,000152	0,000227	0,000303	0,000379	0,000455
38	P	54	0,000083	0,000167	0,00025	0,000333	0,000417	0,0005
39	P	23	0,000054	0,000109	0,000163	0,000217	0,000272	0,000326
40	P	67	0,000093	0,000185	0,000278	0,00037	0,000463	0,000556
41	L	72	0,000088	0,000175	0,000263	0,000351	0,000439	0,000526
42	P	25	0,000056	0,000111	0,000167	0,000222	0,000278	0,000333
43	L	53	0,000087	0,000174	0,00026	0,000347	0,000434	0,000521
44	L	50	0,000065	0,000131	0,000196	0,000261	0,000327	0,000392
45	P	42	0,000051	0,000103	0,000154	0,000205	0,000256	0,000308
46	L	15	0,000119	0,000238	0,000357	0,000476	0,000595	0,000714
47	L	39	0,000038	0,000076	0,000114	0,000152	0,00019	0,000228
48	P	9	0,000159	0,000317	0,000476	0,000635	0,000794	0,000952
49	P	33	0,000064	0,000128	0,000192	0,000256	0,000321	0,000385
50	L	14	0,000119	0,000238	0,000357	0,000476	0,000595	0,000714

b. Jumlah Asupan Maksimal Atau *Intake* Non Karsinogenik Untuk Paparan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,000167	0,000333	0,0005	0,000667	0,000833	0,001
2	L	40	0,000157	0,000314	0,000472	0,000629	0,000786	0,000943
3	P	30	0,000079	0,000157	0,000236	0,000314	0,000393	0,000471
4	P	26	0,000105	0,00021	0,000315	0,00042	0,000525	0,00063
5	L	33	0,000191	0,000382	0,000573	0,000765	0,000956	0,001147
6	P	19	0,000185	0,00037	0,000556	0,000741	0,000926	0,001111
7	P	65	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,0012
8	P	30	0,000171	0,000342	0,000513	0,000684	0,000855	0,001026
9	L	13	0,000222	0,000444	0,000667	0,000889	0,001111	0,001333
10	L	38	0,000136	0,000272	0,000408	0,000544	0,00068	0,000816
11	L	5	0,000313	0,000625	0,000938	0,00125	0,001563	0,001875
12	P	56	0,000133	0,000267	0,0004	0,000533	0,000667	0,0008
13	P	60	0,000133	0,000267	0,0004	0,000533	0,000667	0,0008
14	L	70	0,000144	0,000287	0,000431	0,000575	0,000718	0,000862
15	P	34	0,000111	0,000222	0,000333	0,000444	0,000556	0,000667
16	L	39	0,000152	0,000303	0,000455	0,000606	0,000758	0,000909
17	P	60	0,000152	0,000303	0,000455	0,000606	0,000758	0,000909
18	P	31	0,000219	0,000439	0,000658	0,000877	0,001096	0,001316
19	L	13	0,000309	0,000617	0,000926	0,001235	0,001543	0,001852
20	P	58	0,000123	0,000247	0,00037	0,000494	0,000617	0,000741
21	P	55	0,000133	0,000267	0,0004	0,000533	0,000667	0,0008
22	L	30	0,000196	0,000392	0,000588	0,000784	0,00098	0,001176
23	P	50	0,000137	0,000274	0,000411	0,000548	0,000685	0,000822
24	L	30	0,000119	0,000238	0,000357	0,000476	0,000595	0,000714
25	L	56	0,000093	0,000185	0,000278	0,00037	0,000463	0,000556

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
26	P	65	0,000167	0,000333	0,0005	0,000667	0,000833	0,001
27	L	45	0,000152	0,000303	0,000455	0,000606	0,000758	0,000909
28	P	42	0,000148	0,000296	0,000444	0,000593	0,000741	0,000889
29	P	50	0,000083	0,000167	0,00025	0,000333	0,000417	0,0005
30	P	25	0,000146	0,000292	0,000438	0,000584	0,000731	0,000877
31	L	50	0,000094	0,000189	0,000283	0,000377	0,000472	0,000566
32	P	40	0,000148	0,000296	0,000444	0,000593	0,000741	0,000889
33	P	18	0,000136	0,000272	0,000408	0,000544	0,00068	0,000816
34	L	12	0,000222	0,000444	0,000667	0,000889	0,001111	0,001333
35	L	65	0,000167	0,000333	0,0005	0,000667	0,000833	0,001
36	P	34	0,000136	0,000272	0,000408	0,000544	0,00068	0,000816
37	L	37	0,000152	0,000303	0,000455	0,000606	0,000758	0,000909
38	P	54	0,000167	0,000333	0,0005	0,000667	0,000833	0,001
39	P	23	0,000109	0,000217	0,000326	0,000435	0,000543	0,000652
40	P	67	0,000185	0,00037	0,000556	0,000741	0,000926	0,001111
41	L	72	0,000175	0,000351	0,000526	0,000702	0,000877	0,001053
42	P	25	0,000111	0,000222	0,000333	0,000444	0,000556	0,000667
43	L	53	0,000174	0,000347	0,000521	0,000694	0,000868	0,001042
44	L	50	0,000131	0,000261	0,000392	0,000523	0,000654	0,000784
45	P	42	0,000103	0,000205	0,000308	0,00041	0,000513	0,000615
46	L	15	0,000238	0,000476	0,000714	0,000952	0,00119	0,001429
47	L	39	0,000076	0,000152	0,000228	0,000303	0,000379	0,000455
48	P	9	0,000317	0,000635	0,000952	0,00127	0,001587	0,001905
49	P	33	0,000128	0,000256	0,000385	0,000513	0,000641	0,000769
50	L	14	0,000238	0,000476	0,000714	0,000952	0,00119	0,001429

c. Jumlah Asupan Minimal Atau *Intake* Karsinogenik Untuk Paparan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,0000357	0,0000714	0,000107	0,000143	0,000179	0,000214
2	L	40	0,0000337	0,0000674	0,000101	0,000135	0,000168	0,000202
3	P	30	0,0000168	0,0000337	0,0000505	0,0000673	0,000084	0,000101
4	P	26	0,0000225	0,000045	0,0000675	0,0000899	0,000112	0,000135
5	L	33	0,000041	0,0000819	0,000123	0,000164	0,000205	0,000246
6	P	19	0,0000397	0,0000794	0,000119	0,000159	0,000198	0,000238
7	P	65	0,0000429	0,0000857	0,000129	0,000171	0,000214	0,000257
8	P	30	0,0000366	0,0000733	0,00011	0,000147	0,000183	0,00022
9	L	13	0,0000476	0,0000952	0,000143	0,00019	0,000238	0,000286
10	L	38	0,0000292	0,0000583	0,0000875	0,000117	0,000146	0,000175
11	L	5	0,000067	0,000134	0,000201	0,000268	0,000335	0,000402
12	P	56	0,0000286	0,0000571	0,0000857	0,000114	0,000143	0,000171
13	P	60	0,0000286	0,0000571	0,0000857	0,000114	0,000143	0,000171
14	L	70	0,0000308	0,0000616	0,0000924	0,000123	0,000154	0,000185
15	P	34	0,0000238	0,0000476	0,0000714	0,0000952	0,000119	0,000143
16	L	39	0,0000325	0,0000649	0,0000974	0,00013	0,000162	0,000195
17	P	60	0,0000325	0,0000649	0,0000974	0,00013	0,000162	0,000195
18	P	31	0,000047	0,000094	0,000141	0,000188	0,000235	0,000282
19	L	13	0,0000661	0,000132	0,000198	0,000265	0,000331	0,000397
20	P	58	0,0000265	0,0000529	0,0000794	0,000106	0,000132	0,000159
21	P	55	0,0000286	0,0000571	0,0000857	0,000114	0,000143	0,000171
22	L	30	0,000042	0,000084	0,000126	0,000168	0,00021	0,000252
23	P	50	0,0000294	0,0000587	0,0000881	0,000117	0,000147	0,000176
24	L	30	0,0000255	0,000051	0,0000765	0,000102	0,000128	0,000153
25	L	56	0,0000198	0,0000397	0,0000595	0,0000794	0,000099	0,000119

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
26	P	65	0,0000357	0,0000714	0,000107	0,000143	0,000179	0,000214
27	L	45	0,0000325	0,0000649	0,0000974	0,00013	0,000162	0,000195
28	P	42	0,0000317	0,0000635	0,0000952	0,000127	0,000159	0,00019
29	P	50	0,0000179	0,0000357	0,0000536	0,0000714	0,000089	0,000107
30	P	25	0,0000313	0,0000626	0,0000939	0,000125	0,000157	0,000188
31	L	50	0,0000202	0,0000404	0,0000606	0,0000809	0,000101	0,000121
32	P	40	0,0000317	0,0000635	0,0000952	0,000127	0,000159	0,00019
33	P	18	0,0000292	0,0000583	0,0000875	0,000117	0,000146	0,000175
34	L	12	0,0000476	0,0000952	0,000143	0,00019	0,000238	0,000286
35	L	65	0,0000357	0,0000714	0,000107	0,000143	0,000179	0,000214
36	P	34	0,0000292	0,0000583	0,0000875	0,000117	0,000146	0,000175
37	L	37	0,0000325	0,0000649	0,0000974	0,00013	0,000162	0,000195
38	P	54	0,0000357	0,0000714	0,000107	0,000143	0,000179	0,000214
39	P	23	0,0000233	0,0000466	0,0000699	0,0000932	0,000116	0,00014
40	P	67	0,0000397	0,0000794	0,000119	0,000159	0,000198	0,000238
41	L	72	0,0000376	0,0000752	0,000113	0,00015	0,000188	0,000226
42	P	25	0,0000238	0,0000476	0,0000714	0,0000952	0,000119	0,000143
43	L	53	0,0000372	0,0000744	0,000112	0,000149	0,000186	0,000223
44	L	50	0,000028	0,000056	0,000084	0,000112	0,00014	0,000168
45	P	42	0,000022	0,000044	0,0000659	0,0000879	0,00011	0,000132
46	L	15	0,000051	0,000102	0,000153	0,000204	0,000255	0,000306
47	L	39	0,0000163	0,0000325	0,0000488	0,000065	0,000081	0,000098
48	P	9	0,000068	0,000136	0,000204	0,000272	0,00034	0,000408
49	P	33	0,0000275	0,0000549	0,0000824	0,00011	0,000137	0,000165
50	L	14	0,000051	0,000102	0,000153	0,000204	0,000255	0,000306

d. Jumlah Asupan Maksimal Atau *Intake* Karsinogenik Untuk Paparan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,000071	0,000143	0,000214	0,000286	0,000357	0,000429
2	L	40	0,000067	0,000135	0,000202	0,000269	0,000337	0,000404
3	P	30	0,000034	0,000067	0,000101	0,000135	0,000168	0,000202
4	P	26	0,000045	0,00009	0,000135	0,00018	0,000225	0,00027
5	L	33	0,000082	0,000164	0,000246	0,000328	0,00041	0,000492
6	P	19	0,000079	0,000159	0,000238	0,000317	0,000397	0,000476
7	P	65	0,000086	0,000171	0,000257	0,000343	0,000429	0,000514
8	P	30	0,000073	0,000147	0,00022	0,000293	0,000366	0,00044
9	L	13	0,000095	0,00019	0,000286	0,000381	0,000476	0,000571
10	L	38	0,000058	0,000117	0,000175	0,000233	0,000292	0,00035
11	L	5	0,000134	0,000268	0,000402	0,000536	0,00067	0,000804
12	P	56	0,000057	0,000114	0,000171	0,000229	0,000286	0,000343
13	P	60	0,000057	0,000114	0,000171	0,000229	0,000286	0,000343
14	L	70	0,000062	0,000123	0,000185	0,000246	0,000308	0,000369
15	P	34	0,000048	0,000095	0,000143	0,00019	0,000238	0,000286
16	L	39	0,000065	0,00013	0,000195	0,00026	0,000325	0,00039
17	P	60	0,000065	0,00013	0,000195	0,00026	0,000325	0,00039
18	P	31	0,000094	0,000188	0,000282	0,000376	0,00047	0,000564
19	L	13	0,000132	0,000265	0,000397	0,000529	0,000661	0,000794
20	P	58	0,000053	0,000106	0,000159	0,000212	0,000265	0,000317
21	P	55	0,000057	0,000114	0,000171	0,000229	0,000286	0,000343
22	L	30	0,000084	0,000168	0,000252	0,000336	0,00042	0,000504
23	P	50	0,000059	0,000117	0,000176	0,000235	0,000294	0,000352
24	L	30	0,000051	0,000102	0,000153	0,000204	0,000255	0,000306
25	L	56	0,000040	0,000079	0,000119	0,000159	0,000198	0,000238

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
26	P	65	0,000071	0,000143	0,000214	0,000286	0,000357	0,000429
27	L	45	0,000065	0,00013	0,000195	0,00026	0,000325	0,00039
28	P	42	0,000064	0,000127	0,00019	0,000254	0,000317	0,000381
29	P	50	0,0000357	0,000071	0,000107	0,000143	0,000179	0,000214
30	P	25	0,0000626	0,000125	0,000188	0,00025	0,000313	0,000376
31	L	50	0,0000404	0,000081	0,000121	0,000162	0,000202	0,000243
32	P	40	0,0000635	0,000127	0,00019	0,000254	0,000317	0,000381
33	P	18	0,0000583	0,000117	0,000175	0,000233	0,000292	0,00035
34	L	12	0,0000952	0,00019	0,000286	0,000381	0,000476	0,000571
35	L	65	0,0000714	0,000143	0,000214	0,000286	0,000357	0,000429
36	P	34	0,0000583	0,000117	0,000175	0,000233	0,000292	0,00035
37	L	37	0,0000649	0,00013	0,000195	0,00026	0,000325	0,00039
38	P	54	0,0000714	0,000143	0,000214	0,000286	0,000357	0,000429
39	P	23	0,0000466	0,000093	0,00014	0,000186	0,000233	0,00028
40	P	67	0,0000794	0,000159	0,000238	0,000317	0,000397	0,000476
41	L	72	0,0000752	0,00015	0,000226	0,000301	0,000376	0,000451
42	P	25	0,0000476	0,000095	0,000143	0,00019	0,000238	0,000286
43	L	53	0,0000744	0,000149	0,000223	0,000298	0,000372	0,000446
44	L	50	0,000056	0,000112	0,000168	0,000224	0,00028	0,000336
45	P	42	0,000044	0,000088	0,000132	0,000176	0,00022	0,000264
46	L	15	0,00010	0,000204	0,000306	0,000408	0,00051	0,000612
47	L	39	0,000033	0,000065	0,000098	0,00013	0,000163	0,000195
48	P	9	0,00014	0,000272	0,000408	0,000544	0,00068	0,000816
49	P	33	0,000055	0,00011	0,000165	0,00022	0,000275	0,00033
50	L	14	0,00010	0,000204	0,000306	0,000408	0,00051	0,000612

**LAMPIRAN I. Tingkat Risiko Untuk Paparan *Life time* Per Individu**

a. Tingkat Risiko Non Karsinogenik (RQ) Minimal Untuk Paparan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,027778	0,055556	0,083333	0,111111	0,138889	0,166667
2	L	40	0,026197	0,052394	0,078591	0,104789	0,130986	0,157183
3	P	30	0,01309	0,02618	0,039269	0,052359	0,065449	0,078539
4	P	26	0,017488	0,034975	0,052463	0,06995	0,087438	0,104926
5	L	33	0,031857	0,063715	0,095572	0,127429	0,159286	0,191144
6	P	19	0,030864	0,061728	0,092593	0,123457	0,154321	0,185185
7	P	65	0,033333	0,066667	0,1	0,133333	0,166667	0,2
8	P	30	0,02849	0,05698	0,08547	0,11396	0,14245	0,17094
9	L	13	0,037037	0,074074	0,111111	0,148148	0,185185	0,222222
10	L	38	0,022676	0,045351	0,068027	0,090703	0,113379	0,136054
11	L	5	0,052083	0,104167	0,15625	0,208333	0,260417	0,3125
12	P	56	0,022222	0,044444	0,066667	0,088889	0,111111	0,133333
13	P	60	0,022222	0,044444	0,066667	0,088889	0,111111	0,133333
14	L	70	0,023946	0,047893	0,071839	0,095785	0,119732	0,143678
15	P	34	0,018519	0,037037	0,055556	0,074074	0,092593	0,111111
16	L	39	0,025253	0,050505	0,075758	0,10101	0,126263	0,151515
17	P	60	0,025253	0,050505	0,075758	0,10101	0,126263	0,151515
18	P	31	0,03655	0,073099	0,109649	0,146199	0,182749	0,219298
19	L	13	0,05144	0,102881	0,154321	0,205761	0,257202	0,308642
20	P	58	0,020576	0,041152	0,061728	0,082305	0,102881	0,123457
21	P	55	0,022222	0,044444	0,066667	0,088889	0,111111	0,133333
22	L	30	0,03268	0,065359	0,098039	0,130719	0,163399	0,196078
23	P	50	0,022831	0,045662	0,068493	0,091324	0,114155	0,136986
24	L	30	0,019841	0,039683	0,059524	0,079365	0,099206	0,119048

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
25	L	56	0,015432	0,030864	0,046296	0,061728	0,07716	0,092593
26	P	65	0,027778	0,055556	0,083333	0,111111	0,138889	0,166667
27	L	45	0,025253	0,050505	0,075758	0,10101	0,126263	0,151515
28	P	42	0,024691	0,049383	0,074074	0,098765	0,123457	0,148148
29	P	50	0,013889	0,027778	0,041667	0,055556	0,069444	0,083333
30	P	25	0,024353	0,048706	0,073059	0,097412	0,121766	0,146119
31	L	50	0,015723	0,031447	0,04717	0,062893	0,078616	0,09434
32	P	40	0,024691	0,049383	0,074074	0,098765	0,123457	0,148148
33	P	18	0,022676	0,045351	0,068027	0,090703	0,113379	0,136054
34	L	12	0,037037	0,074074	0,111111	0,148148	0,185185	0,222222
35	L	65	0,027778	0,055556	0,083333	0,111111	0,138889	0,166667
36	P	34	0,022676	0,045351	0,068027	0,090703	0,113379	0,136054
37	L	37	0,025253	0,050505	0,075758	0,10101	0,126263	0,151515
38	P	54	0,027778	0,055556	0,083333	0,111111	0,138889	0,166667
39	P	23	0,018116	0,036232	0,054348	0,072464	0,09058	0,108696
40	P	67	0,030864	0,061728	0,092593	0,123457	0,154321	0,185185
41	L	72	0,02924	0,05848	0,087719	0,116959	0,146199	0,175439
42	P	25	0,018519	0,037037	0,055556	0,074074	0,092593	0,111111
43	L	53	0,028935	0,05787	0,086806	0,115741	0,144676	0,173611
44	L	50	0,021786	0,043573	0,065359	0,087146	0,108932	0,130719
45	P	42	0,017094	0,034188	0,051282	0,068376	0,08547	0,102564
46	L	15	0,039683	0,079365	0,119048	0,15873	0,198413	0,238095
47	L	39	0,012645	0,02529	0,037935	0,05058	0,063224	0,075869
48	P	9	0,05291	0,10582	0,15873	0,21164	0,26455	0,31746
49	P	33	0,021368	0,042735	0,064103	0,08547	0,106838	0,128205
50	L	14	0,039683	0,079365	0,119048	0,15873	0,198413	0,238095

b. Tingkat Risiko Non Karsinogenik (RQ) Maksimal Untuk Paparan *Life time* (Dt Tahun Ke-) Per Individu

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
1	P	65	0,055556	0,111111	0,166667	0,222222	0,277778	0,333333
2	L	40	0,052394	0,104789	0,157183	0,209577	0,261972	0,314366
3	P	30	0,02618	0,052359	0,078539	0,104718	0,130898	0,157078
4	P	26	0,034975	0,06995	0,104926	0,139901	0,174876	0,209851
5	L	33	0,063715	0,127429	0,191144	0,254858	0,318573	0,382287
6	P	19	0,061728	0,123457	0,185185	0,246914	0,308642	0,37037
7	P	65	0,066667	0,133333	0,2	0,266667	0,333333	0,4
8	P	30	0,05698	0,11396	0,17094	0,22792	0,2849	0,34188
9	L	13	0,074074	0,148148	0,222222	0,296296	0,37037	0,444444
10	L	38	0,045351	0,090703	0,136054	0,181406	0,226757	0,272109
11	L	5	0,104167	0,208333	0,3125	0,416667	0,520833	0,625
12	P	56	0,044444	0,088889	0,133333	0,177778	0,222222	0,266667
13	P	60	0,044444	0,088889	0,133333	0,177778	0,222222	0,266667
14	L	70	0,047893	0,095785	0,143678	0,191571	0,239464	0,287356
15	P	34	0,037037	0,074074	0,111111	0,148148	0,185185	0,222222
16	L	39	0,050505	0,10101	0,151515	0,20202	0,252525	0,30303
17	P	60	0,050505	0,10101	0,151515	0,20202	0,252525	0,30303
18	P	31	0,073099	0,146199	0,219298	0,292398	0,365497	0,438596
19	L	13	0,102881	0,205761	0,308642	0,411523	0,514403	0,617284
20	P	58	0,041152	0,082305	0,123457	0,164609	0,205761	0,246914
21	P	55	0,044444	0,088889	0,133333	0,177778	0,222222	0,266667
22	L	30	0,065359	0,130719	0,196078	0,261438	0,326797	0,392157
23	P	50	0,045662	0,091324	0,136986	0,182648	0,228311	0,273973
24	L	30	0,039683	0,079365	0,119048	0,15873	0,198413	0,238095
25	L	56	0,030864	0,061728	0,092593	0,123457	0,154321	0,185185

Resp	Jenis kelamin	Umur	Tahun ke- 5 (mg/kg/hari)	Tahun ke-10 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 15 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 20 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 25 (mg/kg/hari)	Tahun ke- 30 (mg/kg/hari)
26	P	65	0,055556	0,111111	0,166667	0,222222	0,277778	0,333333
27	L	45	0,050505	0,10101	0,151515	0,20202	0,252525	0,30303
28	P	42	0,049383	0,098765	0,148148	0,197531	0,246914	0,296296
29	P	50	0,027778	0,055556	0,083333	0,111111	0,138889	0,166667
30	P	25	0,048706	0,097412	0,146119	0,194825	0,243531	0,292237
31	L	50	0,031447	0,062893	0,09434	0,125786	0,157233	0,188679
32	P	40	0,049383	0,098765	0,148148	0,197531	0,246914	0,296296
33	P	18	0,045351	0,090703	0,136054	0,181406	0,226757	0,272109
34	L	12	0,074074	0,148148	0,222222	0,296296	0,37037	0,444444
35	L	65	0,055556	0,111111	0,166667	0,222222	0,277778	0,333333
36	P	34	0,045351	0,090703	0,136054	0,181406	0,226757	0,272109
37	L	37	0,050505	0,10101	0,151515	0,20202	0,252525	0,30303
38	P	54	0,055556	0,111111	0,166667	0,222222	0,277778	0,333333
39	P	23	0,036232	0,072464	0,108696	0,144928	0,181159	0,217391
40	P	67	0,061728	0,123457	0,185185	0,246914	0,308642	0,37037
41	L	72	0,05848	0,116959	0,175439	0,233918	0,292398	0,350877
42	P	25	0,037037	0,074074	0,111111	0,148148	0,185185	0,222222
43	L	53	0,05787	0,115741	0,173611	0,231481	0,289352	0,347222
44	L	50	0,043573	0,087146	0,130719	0,174292	0,217865	0,261438
45	P	42	0,034188	0,068376	0,102564	0,136752	0,17094	0,205128
46	L	15	0,079365	0,15873	0,238095	0,31746	0,396825	0,47619
47	L	39	0,02529	0,05058	0,075869	0,101159	0,126449	0,151739
48	P	9	0,10582	0,21164	0,31746	0,42328	0,529101	0,634921
49	P	33	0,042735	0,08547	0,128205	0,17094	0,213675	0,25641
50	L	14	0,079365	0,15873	0,238095	0,31746	0,396825	0,47619

**LAMPIRAN J. Dokumentasi Penelitian**



Pengambilan sampel air limbah cair batik



Pengambilan sampel dan pengukuran pH air sumur



Proses memasukkan air sampel ke jurigen



Pengujian krom (VI) pada sampel air di laboratorium



Proses penimbangan berat badan responden



Proses wawancara dengan responden