



**ANALISIS KANDUNGAN NIKEL (Ni) PADA LIMBAH CAIR DAN  
AIR SUMUR GALI SERTA KELUHAN KESEHATAN PADA  
MASYARAKAT SEKITAR INDUSTRI LOGAM  
(Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru )**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Lisa Puspita Sari  
NIM 132110101131**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**ANALISIS KANDUNGAN NIKEL (Ni) PADA LIMBAH CAIR DAN  
AIR SUMUR GALI SERTA KELUHAN KESEHATAN PADA  
MASYARAKAT SEKITAR INDUSTRI LOGAM  
(Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru )**

**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

**Lisa Puspita Sari  
NIM 132110101131**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Terimakasih atas jalan yang telah Engkau mudahkan untukku sehingga skripsi ini telah terselesaikan. Bismillahirrohmanirrohim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sigit Priyadi dan almh.Ibu Poniyah yang selalu memberi dukungan moril maupun materil, motivasi, cinta dan kasih sayang serta doa yang selalu mengiringi langkah hidup saya. semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, kesehatan dan kebahagiaan
2. Kakak-kakak saya dan segenap keluarga saya yang selalu memberi dukungan moril maupun materi serta dukungan semangat kepada saya;
3. Dosen Pembimbing, Ibu Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes dan Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes; dan
4. Guru-guru saya mulai dari TK Hang Tuah 22, SD Hang Tuah 9, SMPN 3 Candi, SMA Hang Tuah 2 serta almamater yang saya banggakan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya serta membimbing saya hingga selesai.

**MOTTO**

“Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kau membuat kerusakan di muka bumi” mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan” ingatlah sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi tidak sadar”

*(Terjemahan Surat Al-Baqarah : 11-12)*



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahan*. Semarang : PT Kumudasmoro Grafindo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Lisa Puspita Sari

NIM : 132110101131

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “*Analisis Kandungan Nikel (Ni) pada Limbah Cair dan Air Sumur Gali Serta Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi Di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru )* 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 bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Maret 2018

Yang menyatakan,

Lisa Puspita Sari

NIM 132110101131

**PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KANDUNGAN NIKEL (Ni) PADA LIMBAH CAIR DAN  
AIR SUMUR GALI SERTA KELUHAN KESEHATAN PADA  
MASYARAKAT SEKITAR INDUSTRI LOGAM  
(Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru )**

Oleh :

**Lisa Puspita Sari**

**NIM 132110101131**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Analisis Kandungan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Dan Air Sumur Gali Serta Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi Di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 19 April 2018  
Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

**Pembimbing**

**Tanda Tangan**

1. DPU : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes. (.....)  
NIP. 19770828 200312 2 001

2. DPA : Anita Dewi M., S.KM., M.Kes. (.....)  
NIP. 19811120 200501 2 001

**Tim Penguji**

1. Ketua : Dr. Candra Bumi, dr.,M.Si. (.....)  
NIP. 19740608 200801 1 012

2. Sekretaris : Ellyke, S.KM., M.KL. (.....)  
NIP. 19810429 200604 2 002

3. Anggota : Erwan Widiyatmoko, ST. (.....)  
NIP. 19780205 200012 1 003



Mengesahkan,  
Dekan

*[Signature]*  
Prisetjowati, S.KM., M.Kes.

NIP. 19800516 200312 2 002

## PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayat dan karunia-Nya, sehingga terselesaikannya penyusunan proposal skripsi dengan judul “Analisis Kandungan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Dan Air Sumur Gali Serta Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru)”. Penyusunan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Proposal skripsi ini bertujuan sebagai upaya untuk mengetahui bagaimana kandungan Nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta dampak keluhan kesehatan pada masyarakat dari kegiatan industri UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) di Desa Ngingas Kecamatan Waru.

Penyusunan proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Kepala Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja;
3. Bapak Dr.Candra Bumi, dr.,M.Si., selaku Ketua Penguji, Ibu Ellyke, S.KM., M.KL selaku Sekretaris Penguji serta Bapak Erwan Widiyatmoko, ST.
4. Bapak/ Ibu dosen, staf dan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember; terimakasih telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi;
5. Teman-teman saya seluruh keluarga FKM angkatan 2013, terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya; Teman-teman sejawat saya seluruh keluarga Environmental Health 2013;
6. Sahabat-sahabat terbaik saya Dini, Leli, Atikah, Yessi, Indah, Ima, Indah, Endah, Illia, Eva, Hasri, Retno, Khotim, Desita, Erna, Inneke, Myla, Mbak

Anjas; Keluarga Khorri (PBL 13: Ana, Riska, Yuli, Mala, Sofyan, Agas, Nervian, Yesika, Sifa, Chindy, Aflaha);

7. Sahabat rasa saudara yang selalu bersama dalam suka dan duka Salma, Adrian, Mifta, Ais, Etyka, Erlina dan sahabat saya lainnya terimakasih atas kebersamaan, dukungan, semangat, candatawa, bantuan dan pengalaman hidup yang sangat berharga selama ini;
8. Serta semua orang yang hadir dalam kehidupan saya dan semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Jember, 18 Maret 2018

Penulis

## RINGKASAN

**Kandungan Nikel (Ni) pada Limbah Cair dan Air Sumur Gali serta Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru);** Lisa Puspita Sari; 132110101131; 2018; 82 Halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Proses pelapisan logam merupakan pengendapan satu lapisan tipis pada suatu permukaan logam atau plastik yang biasanya dilakukan secara elektrolit, tetapi dapat juga menggunakan reaksi kimia. Salah satu industri yang dalam proses produksinya menggunakan proses pelapisan logam yaitu UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) di Desa Ngingas Kecamatan Waru. Pada setiap tahapan proses pelapisan logam di industri UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) menghasilkan limbah cair yang mengandung nikel (Ni), karena salah satu bahan utama digunakan 6 kg per satu kali proses produksi. Limbah cair yang dihasilkan dalam industri ini langsung dibuang ke selokan, tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pembuangan limbah cair ke badan air dapat berpotensi mencemari lingkungan sekitar industri, dalam hal ini adalah air sumur gali. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan diketahui bahwa kandungan nikel (Ni) pada limbah cair di industri ini sebesar 14,612 mg/L, sehingga dapat diartikan telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu 1,0 mg/L. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan nikel pada air sumur gali mengingat masyarakat pada sekitar industri menggunakan air sumur sebagai MCK dan juga dikonsumsi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian analitik observasional. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair yang diambil pada akhir dari satu kali proses produksi dan pengambilan pada outlet yang ditampung dengan bak penampung, sampel selanjutnya adalah air sumur gali milik masyarakat sekitar

industri dengan jarak 95 meter dari UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP), sehinggadiperoleh sampel sebanyak 26 rumah dengan 78 responden pengguna air sumur gali.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan peneliti pada UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) diperoleh hasil bahwa volume limbah cair yang dihasilkan yaitu 65 liter per 0,084 m<sup>2</sup> luas permukaan, dengan kandungan nikel (Ni) sebesar 7,19 mg/L. Volume limbah cair dan kandungan nikel (Ni) tersebut telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu volume maksimum limbah cair yaitu 20 liter/m<sup>2</sup> dengan kandungan nikel sebesar 1,0 mg/L. Sedangkan kandungan nikel (Ni) pada air sumur gali milik masyarakat sekitar industri UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) sebesar 96,15% atau 25 sampel air sumur gali mengandung nikel (Ni), pH pada air sumur gali dapat akan mengubah kestabilan logam berat dalam bentuk ion, sehingga lebih mudah dilarutkan dalam air, pH air yang lebih kecil dari 6,5 atau pH asam dapat meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam. Keluhan kesehatan masyarakat mengenai air sumur gali dari 78 responden di Desa Ngingas Kecamatan Waru menunjukkan bahwa sebanyak 71 responden (91,03)% masyarakat tidak menunjukkan adanya keluhan kesehatan. Keluhan fisik air sumur gali milik masyarakat di Desa Ngingas berupa keluhan dari parameter bau, rasa dan warna. Parameter fisik yaitu bau, rasa dan warna tidak memiliki keterkaitan dengan kandungan logam nikel pada air sumur gali. Penanggulangan kandungan Nikel pada limbah cair dapat menggunakan fitoremediasi dengan tanaman *Salvinia molesta* (Ki Ambang). Serta masyarakat sekitar industri yang menggunakan air sumur gali menyadari akan pentingnya kesehatan, jika daerah tempat tinggal mereka berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan dan akan berdampak bagi kesehatan.

## SUMMARY

**The Contens of Nickel (Ni) within Liquid Waste & Digged Well Water and Health Gripes from Societies Living in around Metal Industry Environment (The Study at UD. Aji Batara Perkasa Mandiri at Ngigas Village, Waru Subdistrict);** Lisa Puspita Sari; 132110101131; 2018; 82 Pages; Environmental Health and Occupational Health & Safety, Public Health Faculty of Jember University.

Metal layering process refers to the precipitation of a thin layer on a metal of plastic surface. This process can usually be done by using electrolyte, but it can also be done by using chemical reaction. One of industries whose production process use metal layering process is *UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)*. It is located in Ngigas village, Waru subdistrict. In every phase of metal layering process in *UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)*, it results liquid waste containing nickel (Ni) due to one of the prior matters used was at the rate of 6 kg per once-production process. The liquid waste resulted in this industry was directly discarded into gutter without any processing. Discarding liquid waste into water can potentially contaminate environment around industry especially in this case was the water of digged well. According to the previous study done, it was known that the contens of nickle (Ni) within liquid waste in this industry was about 14, 612 mg/L. This means that the contens of nickle (Ni) at that time exceeded the quality standard which is patented by the Rule of East Java Governer No. 72 2013. The rule contains the information about the quality standard of waste water for any industries or any other business activities is that 1,0 mg/L. Therefore, it is important to undergo a research in onder to know the nickle (Ni) contens within the water of digged well since the societies living in around enviromental industry consume well water and use it for daily needs.

The aim of this research were to know the nickle (Ni) contens within liquid water & digged well water and to know health gripes from the societies living around metal industry environment. This research applied kind of observational analytic. There were several samples in this research which were taken from different sources. The first sample was taken at the of an once-production process. The next sample was taken from outlet in container. The last sample was taken from water of digged

wells owned by societies living in around industry for about 95 meters from *UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)*. Thus, the researcher obtained 26 houses with 78 well water consumers as the samples and the respondents of this research.

Based on the result of the research done by the researcher in *UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)*, it was obtained that the volume of liquid waste produced was 65 liter per 0,084  $m^2$  containing 7,19 mg/L of nickle (Ni). Those liquid waste and the nickle (Ni) contents had exceeded the quality standard patented by the Rule of East Java Governor No. 72 2013 which is about the quality standard of waste water for any industries or any other business activities. The maximum volume of liquid waste is 20 liter/ $m^2$  with 1,0 mg/L of nickle (Ni) contents. While, the nickle (Ni) contents within societies' digged well water in around *UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)* environment was 96,15%. In other word, there were 25 samples of digged well water contained nickel (Ni) in which most of pH degree had fulfilled the patented standard. The gripes from the societies dealing with digged well water, it was gained that from 78 respondents in Ngigas village-Waru subdistrict showed that there were 71 respondents (91,03% of societies) did not have health gripes.

Pyshical gripes about digged well water owned by societies in Ngigas village were scent parameter, taste, and colour. It was gained that 57,69% which was equal with 15 means of digged well water had bad smell and the rest was 42,31% which was equal with 11 means of digged well water had no smell. Physical parameters of smell, taste and color have no relation to nickel metal content in dug well water. In order to ward off the nickle (Ni) contents within liquid waste, we all can apply phytoremediation method by using *Salvinia Molesta (Ki Ambang)*. In another side, the whole societies living in around environmental industry who consume well water should be aware of that their potentially towards environment and health since their health is very crucial.

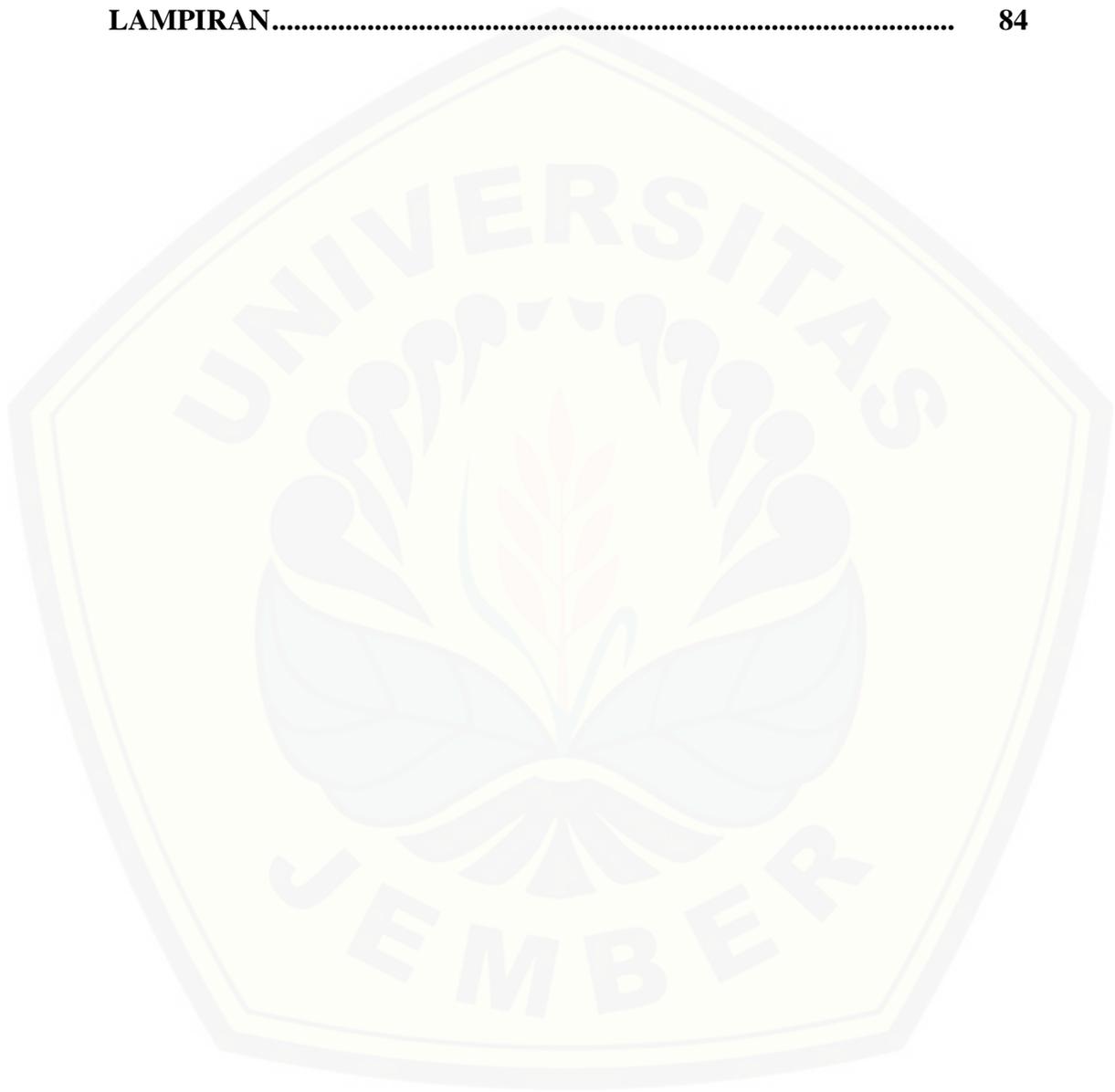
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>i ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>i v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b> .....	<b>xx</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>4</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Tujuan Umum .....	<b>4</b>
1.3.2 Tujuan Khusus.....	<b>5</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	<b>5</b>
1.4.2 Manfaat Praktis .....	<b>6</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Industri Pelapisan Logam</b> .....	<b>7</b>
2.1.1 Industri .....	<b>7</b>
2.1.2 Industri Pelapisan Logam.....	<b>7</b>
<b>2.2 Proses Pelapisan Logam</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3 Pelapisan Logam Nikel</b> .....	<b>111</b>
<b>2.4 Air Limbah</b> .....	<b>12</b>
2.4.1 Pengertian.....	<b>112</b>
2.4.2 Karakteristik Limbah.....	<b>12</b>

2.4.3 Baku Mutu Air Limbah.....	14
<b>2.5 Air Bersih.....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Sumur Gali .....</b>	<b>16</b>
2.6.1 Pengertian.....	16
2.6.2 Syarat Sumur Gali .....	17
2.6.3 Kualitas Air Sumur Gali.....	17
<b>2.7 Pencemaran Air .....</b>	<b>18</b>
<b>2.8 Logam Nikel .....</b>	<b>19</b>
2.8.1 Pengertian.....	19
2.8.2 Karakteristik Nikel pada Air .....	20
2.8.3 Kegunaan Nikel dalam Industri.....	21
2.8.4 Mekanisme Masuknya Logam Nikel dalam Tubuh .....	21
2.8.5 Dampak Keberadaan Logam Nikel di Lingkungan.....	21
2.8.6 Dampak Logam Nikel (Ni) Bagi Kesehatan .....	21
<b>2.9 Kerangka Teori .....</b>	<b>25</b>
<b>2.10 Kerangka Konseptual .....</b>	<b>26</b>
<b>2.11 Hipotesis.....</b>	<b>26</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Tempat Penelitian.....	28
3.2.2 Waktu Penelitian .....	28
<b>3.3 Penentuan Populasi dan Sampel .....</b>	<b>28</b>
3.3.1 Populasi Penelitian .....	28
3.3.2 Sampel Penelitian .....	29
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	30
3.3.4 Peta Desa Ngingas.....	33
3.3.5 Prosedur Pengambilan Sampel.....	35
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5 Prosedur Uji Laboratorium.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>40</b>

<b>3.7 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian.....</b>	<b>41</b>
3.7.1 Teknik Pengumpulan Data .....	41
3.7.2 Instrumen Penelitian.....	42
<b>3.8 Teknik Pengolahan, Penyajian dan Analisis Data.....</b>	<b>42</b>
3.8.1 Teknik Pengolahan Data .....	42
3.8.2 Teknik Penyajian Data .....	43
3.8.3 Teknik Analisis Data.....	43
<b>3.9 Alur Penelitian .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>46</b>
4.1.1 Gambaran Umum Tempat Penelitian dan Proses Pelapisan Logam .....	46
4.1.2 Volume dan Kandungan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair ....	48
4.1.3 Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri ....	49
4.1.4 Pengguna Air Sumur Gali Bagi Masyarakat.....	50
4.1.5 Kandungan Nikel (Ni) Pada Air Sumur Gali .....	54
4.1.6 Hubungan Kandungan Ni pada Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri .....	54
4.1.7 Hubungan Pengguna Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri .....	55
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>28</b>
4.2.1 Proses Pelapisan Logam.....	57
4.2.2 Volume dan Kandungan Nikel (Ni) Pada Limbah .....	60
4.2.3 Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri ....	63
4.2.4 Pengguna Air Sumur Gali Bagi Masyarakat.....	66
4.2.5 Kandungan Nikel (Ni) Pada Air Sumur Gali .....	70
4.2.6 Hubungan Kandungan (Ni) pada Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri .....	72
4.2.7 Hubungan Pengguna Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Sekitar Industri .....	75

<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>77</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>77</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>79</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>84</b>

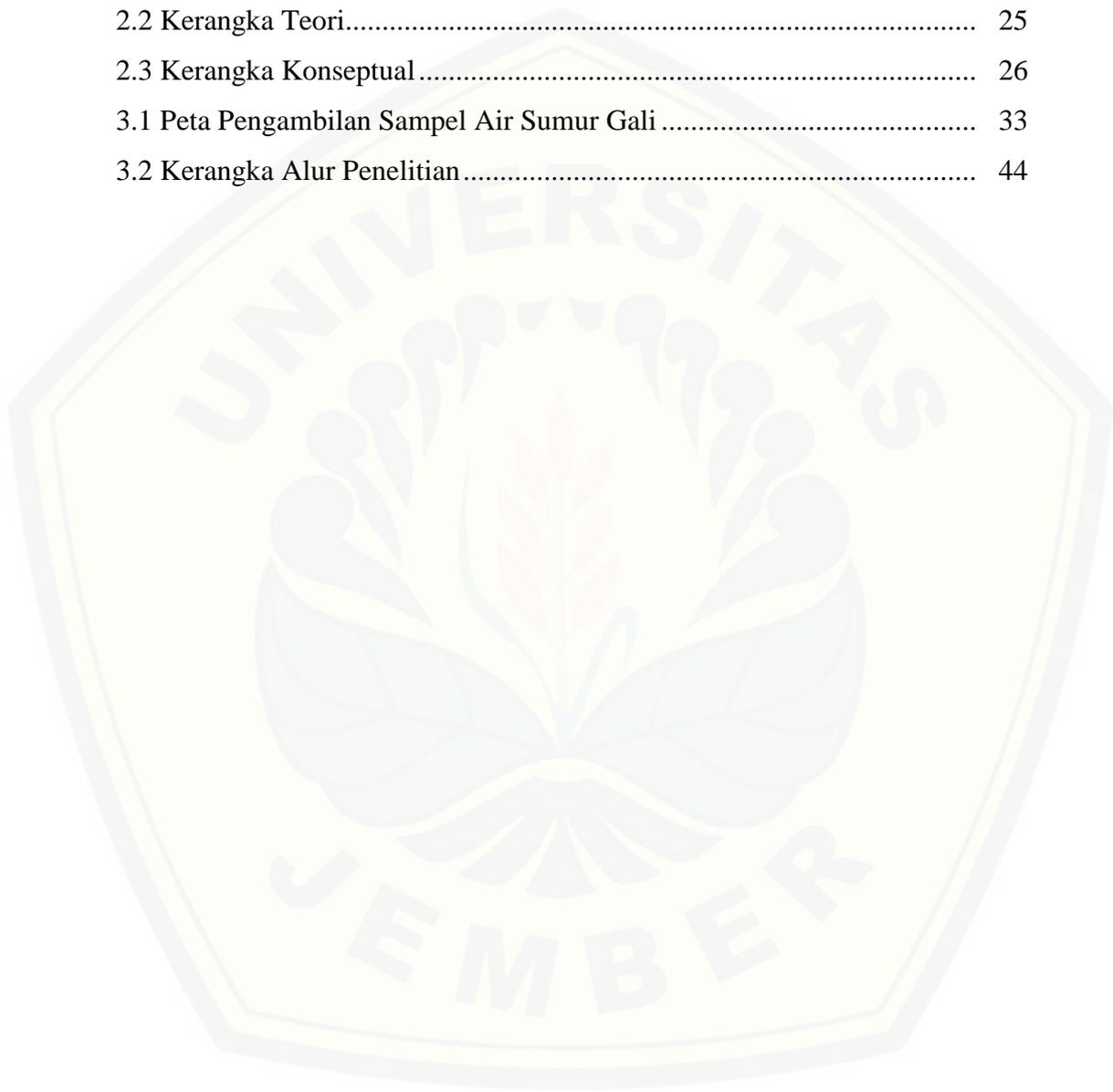


**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Perosentase Komposisi Kimia Proses Pelapisan Logam .....	10
2.2 Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pelapisan Logam.....	19
3.1 Jumlah Populasi pada Setiap Lokasi .....	31
3.2 Jumlah Sampel pada Setiap Lokasi.....	32
3.3 Variabel dan Definisi Operasional .....	34
4.1 Volume dan Kandungan Nikel (Ni) pada Limbah Cair .....	48
4.2 Data Kandungan Nikel (Ni) .....	49
4.3 Prosentase Kandungan Nikel (Ni) pada Air Sumur Gali .....	50
4.4 Kadar pH pada Air Sumur Gali Milik Masyarakat Sekitar Industri ..	50
4.5 Keluhan Kesehatan Masyarakat Mengenai Air Sumur Gali .....	51
4.6 Distribusi Jenis Keluhan Kesehatan pada Masyarakat .....	51
4.7 Parameter Bau pada Air Sumur Gali Milik Masyarakat .....	52
4.8 Parameter Rasa pada Air Sumur Gali Milik Masyarakat.....	52
4.9 Parameter Warna pada Air Sumur Gali Milik Masyarakat.....	53
4.10 Keluhan Kesehatan Berupa Alergi Perhiasan .....	53
4.11 Pemanfaatan Penggunaan Air Sumur Gali untuk Kebutuhan.....	54
4.12 Hubungan antara Kandungan Nikel (Ni) pada Air Sumur Gali Terhadap Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Sekitar Industri Logam.....	55
4.13 Hubungan antara Pengguna Air Sumur Gali Terhadap Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Sekitar Industri Logam.....	56

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Pola Pencemaran Tanah Secara Bakteriologis dan Kimia .....	15
2.2 Kerangka Teori.....	25
2.3 Kerangka Konseptual.....	26
3.1 Peta Pengambilan Sampel Air Sumur Gali .....	33
3.2 Kerangka Alur Penelitian.....	44



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Lembar Persetujuan .....	84
Lampiran B. Lembar Wawancara Penelitian untuk Pemilik Industri .....	85
Lampiran C. Lembar Wawancara Penelitian untuk Karyawan.....	86
Lampiran D. Lembar Kuisisioner Penelitian untuk Responden .....	87
Lampiran E. Lembar Observasi Penelitian .....	89
Lampiran F. Lembar Observasi Penelitian .....	90
Lampiran G. Dokumentasi Penelitian .....	91
Lampiran H. Surat Ijin Penelitian Bakesbangpol Kab. Sidoarjo .....	95
Lampiran I. Surat Ijin Penelitian dari Kantor Kepala Desa Ngingas.....	96
Lampiran J. Hasil Pengujian Limbah Cair .....	97
Lampiran K. Hasil Pengujian Air Sumur Gali .....	98
Lampiran L. Hasil SPSS .....	101

## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

### Daftar Singkatan

ATSDR	=	Agency for Toxic Substances & Disease Registry
cm	=	Sentimeter
DNA	=	Deoxyribo Nucleic Acid
g/mol	=	Satuan Gram per mol
kg	=	Kilogram
mg/L	=	Miligram per Liter
nm	=	Nanometer
NTU	=	Nephelometric Turbidity Unit
ppm	=	Part Per Million
RNA	=	Ribose Nucleic Acid
TCU	=	True Color Unit
UKM	=	Usaha Kecil dan Menengah
m <sup>2</sup>	=	Meter Persegi
µg	=	Microgram

**Daftar Notasi**

$>$	=	Lebih dari
$<$	=	Kurang dari
$\geq$	=	Lebih dari sama dengan
$\leq$	=	Kurang dari sama dengan
$^{\circ}\text{C}$	=	Derajat Celcius
$=$	=	Sama dengan
$,$	=	Koma
$\cdot$	=	Titik
$/$	=	Garis Miring
$($	=	Kurung Buka
$)$	=	Kurung Tutup
$\%$	=	<i>Persen</i>
$\pm$	=	Kurang lebih

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan hasil buangan dari suatu kegiatan industri berupa limbah padat, cair dan gas. Kebanyakan industri menghasilkan limbah cair karena air memiliki peranan yang penting pada setiap tahapan proses produksi. Akan tetapi, penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya dapat menghasilkan air limbah yang dapat mencemari lingkungan baik badan air, air tanah sampai pada sumber air untuk keperluan rumah tangga (Sarudji, 2012:225). Contohnya penggunaan air sumur gali, pencemaran pada air sumur dapat berasal dari permukaan tanah dimana sumur berada, atau dari arah samping yang merembas mengikuti aliran air tanah baik aliran air tanah secara alami maupun aliran karena perbedaan permukaan air tanah dan permukaan air sumur karena pengambilan air sumur (Widowati *et al.*, 2008: 193).

Nikel salah satu bahan panduan logam yang banyak digunakan di berbagai industri logam, berbagai macam baja, serta elektroplating. Nikel (Ni) juga termasuk salah satu logam beracun yang penting, selain itu terdapat pula logam berat lainnya seperti Kromium (Cr), Arsen (As), Timbal (Pb), Merkuri (Hg). Hal ini dapat menimbulkan efek merugikan kesehatan manusia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017).

Kabupaten/Kota Sidoarjo terdiri dari 18 Kecamatan dengan 857 industri besar maupun sedang. Oleh karena itu, Sidoarjo memiliki potensi pembangunan pada sektor industri, tercatat 154.369 jiwa yang bekerja pada perusahaan industri besar maupun sedang yang tersebar pada seluruh wilayah Sidoarjo. Seperti makanan/minuman/tembakau, industri tekstil/barang dari kulit/alas kaki, industri barang dari kayu non furniture, industri kertas dan barang cetakan, industri pupuk/kimia/karet/plastik, industri semen/ barang galian non logam, industri logam dasar atau barang dari logam, industri furniture. Kecamatan di Sidoarjo dengan penghasil logam terbesar berada di Kecamatan Waru (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo, 2016).

Kecamatan Waru terdiri dari 14 Desa yang menggunakan sebagian besar lahannya untuk lahan industri, terdapat kawasan industri/manufaktur serta sentra UKM. Setidaknya terdapat 316 perusahaan industri besar dan sedang yang terdapat di Kecamatan Waru. Salah satu industri terbesar yaitu industri logam yang terletak di Desa Ngingas (Badan Pusat Statistik Kecamatan Waru, 2016). Berdasarkan data dari Dinas Koperasi UKM Perindustrian Perdagangan dan Energi Sumber Daya Mineral Kabupaten Sidoarjo tahun 2016 sebanyak 113 industri logam terdapat di Kecamatan Waru dan 31 industri rumah tangga di Desa Ngingas. Produk dari sentra industri logam di Desa Ngingas antara lain, aksesoris sepeda motor/mobil, peralatan kendaraan, *gear roto* untuk peralatan atau perlengkapan pertanian, kompor gas dan komponennya, komponen konstruksi, tiang listrik serta souvenir pernikahan. Oleh karena itu, Desa Ngingas memiliki julukan sebagai kampoeng logam dikarenakan kegiatan *home industry* masyarakat sebagian besar memproduksi barang-barang yang terbuat dari logam besi.

Industri rumah tangga UD. Aji Batara Perkasa Mandiri merupakan salah satu industri rumah tangga yang terletak di Ngingas Selatan Desa Ngingas. Industri logam ini telah berdiri sejak tahun 2006 dengan produk yang dihasilkan dimulai dari bahan mentah hingga produk jadi yaitu *spare part* kendaraan bermotor (roda dua). Produk dipasarkan ke seluruh wilayah Indonesia seperti Jakarta, Surabaya, Solo serta kota besar lainnya.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada 21 Juni 2017, kegiatan industri ini dilakukan dengan menggunakan bahan baku nikel dan kromium pada proses *finishing* atau proses pelapisan logam. Nikel yang digunakan sebanyak 12 kg/hari dengan sekali proses produksi 6 kg. Hasil dari proses produksi yaitu menghasilkan limbah cair yang tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu, melainkan langsung dibuang ke sungai kecil yang berada pada area depan industri. Berdasarkan hasil pengambilan sampel air limbah yang dilakukan peneliti pada outlet tanggal 10 Juli 2017 pukul 11.55 diketahui bahwa kandungan nikel (Ni) pada air limbah tersebut sebesar 14,612 mg/L dalam hal ini dapat diartikan bahwa limbah cair hasil dari proses industri tersebut melebihi baku

mutu lingkungan yang dikhawatirkan dapat mencemari air sumur gali milik warga karena area tersebut dikawasan padat penduduk.

Penggunaan nikel dalam industri dapat memberikan dampak buruk jika tidak diperhatikan dengan baik untuk dosis dan penggunaannya. Menurut ATSDR (2005), absorpsi Nikel dapat melalui inhalasi, oral, dan dermal. Gangguan kesehatan yang timbul dapat berupa gangguan sistemik, gangguan imunologi, gangguan neurologis, gangguan reproduksi, gangguan perkembangan, efek karsinogenik dan kematian. Berdasarkan data penyakit pada puskesmas waru pada tahun 2015-2016 diketahui bahwa penyakit kulit masuk kedalam 15 terbesar jenis penyakit yang dialami oleh masyarakat di Kecamatan Waru, adapun jenis penyakit kulit antara lain kulit alergi dan kulit infeksi.

Berdasarkan penelitian Palaniappan *et al.*, 2009 mengatakan bahwa bioakumulasi logam nikel dalam organ *cirrhinus mrigala* lebih tinggi daripada logam kromium, akumulasi logam berat didalam tubuh ikan *Cirrhinus mrigala* lebih tinggi saat ada sinergis antara logam nikel dan kromium dibandingkan akumulasi logam itu sendiri, hal tersebut dikarenakan toksisitas kedua logam tersebut sama. Menurut Palar (2004) dalam buku Ridhowati (2013:15) memperjelas bahwa sebagai gambaran dapat disebutkan komposisi bahan kimia berbahaya yang ada dalam air buangan dari industri pelapisan logam di Ngunut, Tulungagung pada tahun 2002 antara lain tembaga 31,85 ppm, nikel 63,1 ppm, krom 0,06 ppm dan pH 3,3.

Berdasarkan hasil penelitian Nurul Miaratiska *et al.*, 2015 mengatakan bahwa hubungan paparan nikel dengan gangguan kesehatan kulit pada pekerja industri rumah tangga pelapisan logam di Kabupaten Sidoarjo, diketahui bahwa kadar nikel pada bak pembilasan hasil dari proses pelapisan logam sebesar 12,58 mg/L, sedangkan untuk limbah cair yang mengalir di selokan sebesar 4,24 mg/L dan untuk sumur bor milik industri rumah tangga pelapisan logam memiliki kadar nikel sebesar 0,362 mg/L. Hal ini dapat diartikan baik kadar nikel pada bak pembilas maupun yang mengalir di selokan dan sumur milik industri melebihi baku mutu yang telah ditentukan yaitu 1,0 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 Tahun 2013). Gangguan kesehatan kulit yang dialami oleh pekerja yaitu 7

dari 10 pekerja mengalami keluhan dengan tanda klinis antara lain 6 orang pekerja teridentifikasi memiliki tanda klinis berupa *papul* dan eritema, serta 1 orang pekerja teridentifikasi memiliki tanda klinis berupa *papul,eritema* dan *likenifikasi*.

Menurut Ridhowati (2013:17-21) pembuangan limbah yang mengandung nikel mengakibatkan pencemaran nikel pada tanah, air dan tanaman. Total nikel dalam tanah mencapai 5-500 ppm, kadar nikel dalam air tanah mencapai 0,005-0,05 ppm dan kadar nikel pada tumbuhan tidak lebih dari 1 ppm. Nikel dapat mencemari air tanah maupun air permukaan baik perairan laut maupun darat dalam bentuk koloid. Garam-garam nikel misalnya nikel amonium sulfat, nikel nitrat dan nikel klorida bersifat larut dalam air. Adanya kontak nikel dengan kulit secara terus-menerus dapat mengakibatkan terjadinya dermatitis nikel, gatal pada jari-jari, tangan dan lengan serta alergi kulit. Sebesar 4-9% orang yang terpapar nikel akan menunjukkan dermatitis alergi, terutama pada orang yang menggunakan peralatan logam yang mengandung nikel, antara lain koin atau perhiasan. Oleh karena itu, pentingnya penelitian guna mengetahui kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan masyarakat sekitar industri logam rumah tangga.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dapat disimpulkan adalah “Apakah ada hubungan kandungan Nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri?”

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk menganalisis kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Menggambarkan proses pelapisan logam nikel (Ni) dan jumlah produksi yang dihasilkan pada satu kali tahapan proses di industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.
- b. Menganalisis volume dan kandungan nikel (Ni) pada limbah cair yang dihasilkan dalam satu kali tahapan proses pelapisan logam di industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) di Desa Ngingas Kecamatan Waru.
- c. Menggambarkan keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.
- d. Memeriksa kualitas air sumur gali dengan parameter kimia nikel (Ni).
- e. Menganalisis hubungan kandungan nikel (Ni) pada air sumur gali dengan keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri.
- f. Menganalisis hubungan pengguna air sumur gali dengan keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan hasanah ilmu pengetahuan tentang kesehatan masyarakat di bidang kesehatan lingkungan. Terutama kajian-kajian ilmiah yang mendalam mengenai kandungan logam nikel (Ni) pada air limbah industri logam dan air sumur gali serta keluhan kesehatan masyarakat sekitar industri.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat praktis sebagai berikut :

a. Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk mengetahui kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan masyarakat sekitar industri logam rumah tangga.

b. Peneliti

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain.

c. Pemilik industri

Memberikan informasi terkait pentingnya adanya pengolahan limbah cair pada industri.

d. Masyarakat

Memberikan pengetahuan dan informasi terkait bahaya dan dampak yang ditimbulkan pada penggunaan air sumur yang mengandung nikel (Ni) yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri Pelapisan Logam

#### 2.1.1 Industri

Industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri (Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013). Menurut Kristanto (2002:167), industri secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi industri dasar atau hulu, industri hilir dan industri kecil. Industri dasar atau hulu yaitu memiliki sifat padat modal, berskala besar, menggunakan teknologi maju dan teruji, membutuhkan perencanaan yang matang beserta tahapan pembangunannya (perencanaan hingga operasional). Industri hilir merupakan perpanjangan proses industri hulu, dengan mengolah bahan setengah jadi menjadi barang jadi, lokasinya dekat dengan pasar, menggunakan teknologi madya dan teruji, serta padat karya. Sedangkan, industri kecil merupakan industri yang berkembang di pedesaan dan perkotaan dengan menggunakan peralatan sederhana, sistem tata letak pabrik maupun pengolahan limbah belum mendapat perhatian.

#### 2.1.2 Industri Pelapisan Logam

Pelapisan logam merupakan pengendapan satu lapisan tipis pada suatu permukaan logam atau plastik yang biasanya dilakukan secara elektrolit, tetapi dapat juga menggunakan reaksi kimia, sehingga diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan baik dalam hal struktur mikro maupun ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya (Purwanto, 2005:27).

Proses pelapisan logam merupakan salah satu proses terpenting dalam industri elektronik yaitu dengan pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis. Hasil dari elektrolisis tersebut mengendap pada elektroda negatif/katoda, terjadinya suatu endapan pada proses ini disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit. Tujuan utama pelapisan logam untuk mengubah dan meningkatkan nilai logam dengan meningkatkan penampilannya, namun kepentingan *finishing* logam untuk tujuan dekoratif telah menurun. Hal ini disebabkan tujuan utamanya adalah merawat permukaan benda atau barang logam dari ketahanan korosi atau sifat fisik mekanis dari permukaan barang yang terbuat dari logam (Saleh, 2014:4).

Prinsip dasar dari pelapisan logam secara listrik adalah penempatan ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, yang mana ion-ion logam tersebut diperoleh dari anoda dan elektrolit yang digunakan (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2015:33). Berdasarkan hukum Faraday prinsip dasar proses pelapisan logam adalah jumlah zat-zat yang terbentuk dan bebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Disamping itu jumlah zat yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis sebanding dengan berat ekuivalen masing-masing zat tersebut (Saleh, 2014:4).

## 2.2 Proses Pelapisan Logam

Proses pelapisan logam dimulai dengan adanya arus yang mengalir dari sumber sehingga elektron “dipompa” melalui elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda) dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit, maka menghasilkan logam yang melapis permukaan logam lain yang dilapisi. Langkah-langkah proses pelapisan logam antara lain (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2015:36-44):

### a. Proses pembersihan lemak (*Degreasing*)

Pada proses ini dilakukan dengan mencelupkan dalam suatu larutan zat-zat organik misalnya *trikhloretilen*, alkohol, bensin, detergen dan sebagainya. Dengan

tujuan menghilangkan lemak (organik), yang dilakukan dalam bak yang terbuat dari baja tahan karat. Lemak ini sangat mengganggu pada proses pelapisan karena mengurangindaya hantar listrik atau mengurangi kontak antara lapisan dengan logam dasarnya. Pembersihan dengan cara ini dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu pembersihan yang dilakukan pada keadaan panas dengan pelarut organik yang tidak mudah terbakar dan pembersihan yang dilakukan dalam suhu kamar.

b. Proses pembersihan dengan asam (*Pickling*)

Proses pembersihan dengan asam merupakan pembersihan oksida secara kimiawi melalui pencelupan dalam larutan asam. Lapisan oksida pada permukaan umumnya terdiri dari beberapa ikatan, bagian terluar dan terbanyak adalah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , bagian tengah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan bagian lebih dalam lagi dekat logamnya adalah  $\text{FeO}$ .

c. Proses pembilasan

Proses pembilasan biasanya dilakukan dengan air didalam satu atau beberapa bak yang terbuat dari baja tahan karat. Siatem pembilasan dalam beberapa bak pada umumnya berlawanan arah antara benda kerja aliran air dari bak satu ke bak lainnya. Dilakukan dengan melalui beberapa bak yang pada dasarnya dimaksudkan untuk memperoleh pembersih efektif atau memperoleh keadaan sama saat menggunakan sistem semprot.

d. Proses pembersihan mekanis (Pomelas)

Dilakukan dengan maksud untuk menghaluskan permukaan atau menghaluskan goresan. Sebagian kecil dari permukaan logam terbuang dan kehalusan yang diperoleh yaitu 16 mikron. Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu bahan-bahan yang digunakan seperti obat pemoles, kain poles, penyenteran dan kesetimbangan kain poles dalam arah radial.

e. Proses pelapisan logam

Proses ini dilakukan dengan pengendapan logam secara elektro kimia. peralatan sumber arus searah yang terdiri dari pengubah tegangan tinggi ke tegangan rendah dengan kuat arus besar serta alat penyearah yang mengubah arus bolak balik menjadi arus searah.

Kategori logam plating tersebut memiliki perbedaan sesuai dengan fungsi dan tujuan produksinya, antara lain (Mittal, 2013) :

a. *Sacrificial Coating*

Digunakan sebagai Proteksi, logam yang digunakan bahan dasar lapisan. Contohnya : Zn, Cd, Cu.

b. *Decorative Coating*

Digunakan sebagai primer untuk tujuan perbandingan dan ketertarikan. Contohnya : baja, Ni, Cr, Zn.

c. *Functional Coating*

Digunakan sebagai pelapis untuk kebutuhan fungsional. Contohnya : emas, perak, platinum, ruthenium, rhodium, palladium dan indium.

d. *Minor Metal*

Digunakan pada besi, kobalt dan indium, karena bahan-bahan tersebut mudah untuk piring, namun jarang untuk plating.

e. *Unusual Metal Coating*

Logam yang jarang digunakan untuk plating daripada *minor metals*. Contohnya : As, Sb, Bi, Mn, Re, Al, Zr, Ti, Hf, V, Nb, Ta, W dan Mo.

f. *Alloy Coating*

Merupakan perpaduan zat yang memiliki sifat logam dan terdiri dari dua atau lebih elemen. Lapisan ini disebut plating dua logam dalam sel yang sama. Kombinasi umum meliputi emas-tembaga-kadmium, seng-kobalt, seng-besi, seng-nikel dan timah-kobalt.

Umumnya proses pelapisan logam terdapat beberapa logam yang dapat digambarkan dalam prosentasi komposisi sebagai berikut (Helmenstine, 2013:175) :

Tabel 2. 1 Prosentase Komposisi Kimia Proses Pelapisan Logam

<i>Metal</i>	<i>Anode</i>	<i>Electrolyte</i>	<i>Application</i>
Cu	Cu	20% CuSO <sub>4</sub> , 3% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<i>Electrotype</i>
Ag	Ag	4% AgCN, 4% KCN, 4% K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	<i>Jewelry, tableware</i>
Cr	Pb	25% CrO <sub>3</sub> , 0,25% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<i>Automobile parts</i>
Ni	Ni	30% NiSO <sub>4</sub> , 2% NaCl <sub>2</sub> , 1% H <sub>3</sub> BO <sub>2</sub>	<i>Cr base plate</i>
Zn	Zn	6% Zn(CN) <sub>2</sub> , 5% NaCN, 4% NaOH	<i>Galvanized steel</i>
Sn	Sn	8% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 3% Sn, 10% cresol-sulfuric	<i>Tin-plated cans</i>

Sumber : Data Sekunder Helmenstine 2013

### 2.3 Pelapisan Logam Nikel

Tujuan proses pelapisan logam nikel adalah memperoleh lapisan pelindung pada permukaan logam yang tahan terhadap lingkungan. Selain itu, meningkatkan tampak fisik, menambah kekerasan dan sebagainya. Pada umumnya lapisan nikel merupakan lapisan dasar yang kemudian harus dilapisi lebih tinggi daripada lapisan nikel. Berikut merupakan bagan alir proses (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2015:41) :

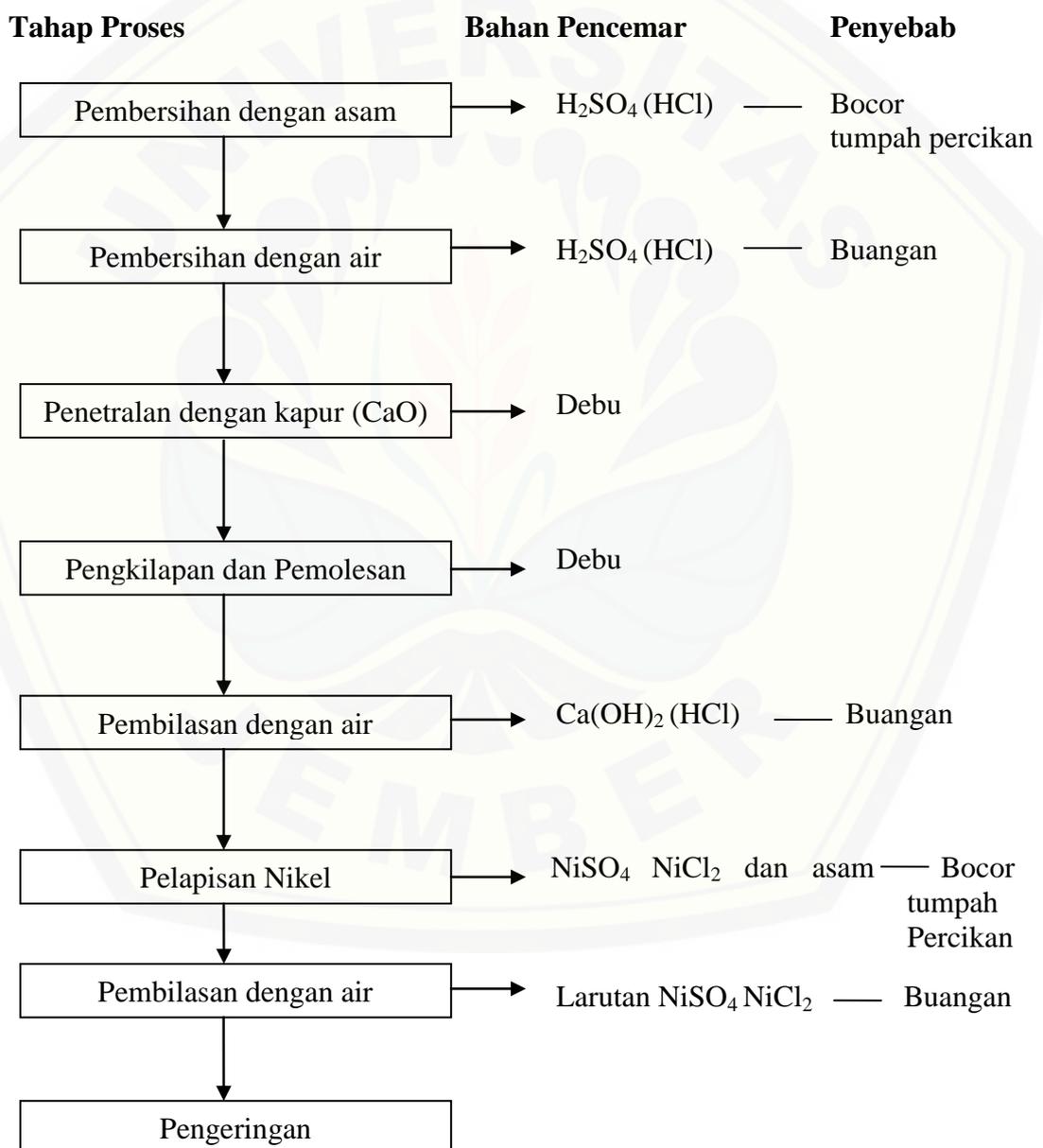


Diagram Alir Proses Pelapisan Logam Nikel

## 2.4 Air Limbah

### 2.4.1 Pengertian

Air limbah merupakan produk sampingan yang dihasilkan oleh beberapa aktivitas manusia, air limbah dalam hal ini yaitu limbah cair merupakan sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan (Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013). Menurut Kusnoputranto (1985:41) sumber air limbah dapat dibedakan menjadi air limbah rumah tangga (*domestic wastes water*), air limbah kota praja (*munic ipal wastes water*) dan air limbah industri (*industrial wastes water*).

Air limbah yang dihasilkan biasanya bersumber dari industri yang banyak menggunakan air pada proses produksinya. Di samping itu terdapat bahan baku yang mengandung air, sehingga dalam proses pengolahan air tersebut harus dibuang. Limbah cair industri menghasilkan sejumlah padatan dan partikel, baik yang larut maupun yang mengendap. Jenis industri yang menghasilkan limbah cair antara lain industri pulp dan rayon, pengolahan *crumb rubber*, besi dan baja, kertas, minyak goreng, tekstil, elektroplating, *plywood* dan lain sebagainya.

### 2.4.2 Karakteristik Limbah

Karakteristik limbah cair dapat diketahui menurut sifat-sifat dan karakteristik kimia, fisika dan biologis. Studi karakteristik limbah perlu dilakukan supaya dapat dipahami sifat-sifat tersebut serta konsentrasinya dan sejauh mana tingkat pencemaran yang ditimbulkan limbah terhadap lingkungan. Dalam menentukan karakteristik limbah, maka ada tiga jenis sifat yang harus diketahui yaitu (Ginting, 2007:47-59) :

#### a. Sifat Fisik

Sifat fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan jumlah padatan terlarut, tersuspensi dan total padatan, alkalinitas, kekeruhan, warna, salinitas, daya hantar listrik, bau dan temperatur sifat fisik ini beberapa diantaranya dapat dikenali

secara visual tapi untuk mengetahui secara pasti, maka dianalisa oleh laboratorium.

b. Sifat Kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan oleh *biochemical oksigen demand* (BOD), *chemical oksigen demand* (COD) dan logam-logam berat yang terkandung dalam air limbah

1) *Biochemical Oksigen Demand* (BOD)

Pemeriksaan BOD dalam limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air, dimana proses tersebut dapat berlangsung karena adanya sejumlah bakteri. Bod merupakan kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) semua zat-zat organik yang terlarut maupun sebagai tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Dengan habisnya oksigen terkonsumsi membuat biota lainnya yang membutuhkan oksigen tidak dapat hidup.

2) *Chemical Oksigen Demand* (COD)

Pengukuran kekuatan limbah dengan COD merupakan bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia. COD merupakan sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik sebagaimana pada BOD.

3) Logam-logam berat dan beracun

Umumnya adalah metal-metal seperti opper, selter pada cadmium, air raksa, lead, kromium, iron dan nikel. Metal lain yang juga termasuk metal berat adalah arsen, selenium, cobalt, mangan dan aluminium. Dalam buangan industri tekstil dan pencelupan logam berat ditemukan dalam bentuk organik.

c. Sifat Biologis

Bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawaan. Bahan-bahan seperti gula, pati, selluosa, serat-serat kayu adalah merupakan karbohidrat yang dapat terurai melalui bantuan enzim maupun mikroba. Bahan-

bahan ini dalam limbah akan diubah oleh mikroorganisme menjadi senyawa kimia yang sederhana seperti karbondioksida dan air serta amoniak.

#### 2.4.3 Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, khususnya dalam hal ini pelapisan logam, diketahui bahwa logam yang terdapat pada industri antara lain:

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Pelapisan Logam

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (G/M <sup>2</sup> )
TSS	20	6
Sianida Total (CN) tersisa	0,2	0,005
Krom Total (Cr)	0,5	0,5
Krom Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	0,1	0,8
Tembaga (CU)	0,6	-
Seng (Zn)	1,0	-
Nikel (Ni)	1,0	0,2
Kadmium (Cd)	0,05	
Timbal (Pb)	1,0	
Ph		6,0-9,0
Volume air limbah maksimum	20 L per m <sup>2</sup> produk pelapisan logam	

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya

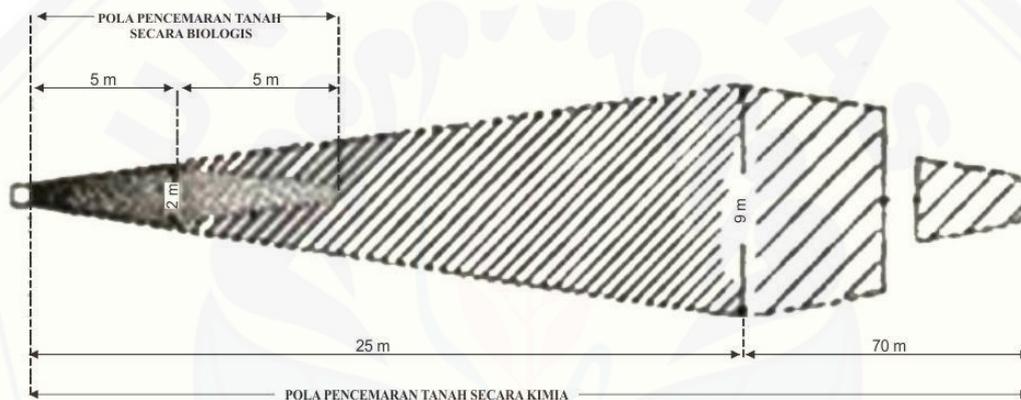
## 2.5 Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum menjelaskan bahwa air untuk keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum. Sedangkan Departemen Kesehatan Republik Indonesia Tahun 1991 mendefinisikan air bersih sebagai :

- a. Dipandang dari sudut ilmiah, air bersih adalah air yang telah bebas dari mineral, bahan kimia jasad renik.

- b. Dipandang dari sudut program, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan dapat diminum setelah dimasak.

Air bersih dapat tercemar dengan adanya limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Air dapat tercemar jika terjadi perubahan sifat fisika air misalnya terjadi perubahan warna, air menjadi keruh berbau dan perubahan suhu air. Terjadinya pencemaran air erat kaitannya dengan pencemaran tanah dimana air itu mengalir. Air yang bersumber dari limbah industri mengandung bahan-bahan residu yang akan mempengaruhi kualitas air yang ada disekitar industri. Berikut merupakan pola pencemaran tanah dan air tanah :



Gambar 2.1 Pola Pencemaran Tanah secara Bakteriologi dan Kimiawi serta Jangkauan Maksimumnya (Wagner & Lanoix, 1958:30 dalam Soeparman dan Suparmin, 2002:49)

Syarat-syarat kualitas air bersih baik secara fisik, kimia maupun biologi dapat dinyatakan untuk mencerminkan keadaan air bersih yang digunakan oleh masyarakat. Pada umumnya syarat fisik ini diperhatikan untuk estetika air, adapun sifat sifat fisik air bersih dapat dipengaruhi berbagai faktor, antara lain bau dan rasa, kekeruhan serta warna. Sedangkan untuk syarat kimia hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan untuk standar baku air minum dan air bersih, seperti pH, *oxigen adsorbed*, *dissolved oxygen*. Dan untuk syarat bakteriologis merupakan pemeriksaan yang paling baik dan sensitif untuk mendeteksi kontaminasi air oleh kotoran manusia (Chandra, 2006:66-69). Dampak yang ditimbulkan dari kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu air

bersih maupun air minum adalah terjadinya berbagai penyakit, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Berdasarkan Permenkes Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik untuk air minum adalah tidak berbau, tingkat warna yang diperbolehkan adalah 15 TCU, total zat padat terlarut adalah 500 mg/L, tingkat kekeruhan air 5 NTU, rasa harus netral dan suhu udara kurang lebih adalah 3°C.

b. Persyaratan Kimia

Bahan kimia utama yang tidak boleh terkandung diantaranya aluminium maksimal 0,2 mg/l, besi 0,3 mg/L, khlorida 250 mg/L, mangan 0,4 mg/L, seng 3 mg/L, sulfat 250 mg/L, tembaga 2 mg/L, ammonia 1,5 mg/L dan beberapa logam tambahan seperti nikel 0,07 mg/L. Kemudian untuk kesadahan maksimal yang dapat ditoleransi adalah 500 mg/l dengan pH maksimal 6,5-8,5.

c. Persyaratan Bakteriologis

Indikator biologis yang utama dalam persyaratan kualitas air minum yang layak, keberadaan E.coli dalam 100 ml sampel harus 0 begitu juga dengan keberadaan bakteri koliform harus 0 dalam 100 ml sampel.

## 2.6 Sumur Gali

### 2.6.1 Pengertian

Sumur merupakan sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun perkotaan, secara teknis sumur dapat dibagi menjadi sumur dangkal dan sumur dalam (Chandra, 2007:45). Sumur gali merupakan salah satu cara untuk mendapatkan air tanah yang sering dilakukan oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan, karena proses pembuatannya mudah dan dapat dilakukan oleh masyarakat itu sendiri dengan peralatan yang sederhana dan biaya yang murah.

Air sumur gali merupakan air dangkal sampai kedalaman kurang dari 30 meter, air sumurnya umumnya pada kedalaman 15 meter dan dinamakan juga air tanah bebas karena lapisan air tanah tersebut tidak berada di dalam tekanan. Untuk memenuhi kebutuhan air sumur yang bersih terdapat tiga parameter yaitu parameter fisik yang meliputi bau, rasa, warna dan kekeruhan. Parameter kimia yang meliputi kimia organik dan kimia anorganik yang mengandung logam seperti Fe, Ca, Cu dan lain-lain. Parameter bakteriologi yang terdiri dari *coliform* fekal dan *coliform* total (Waluyo, 2004:138).

#### 2.6.2 Syarat Sumur Gali

Secara umum sumur gali agar dapat di cegah dari pencemaran dengan hal-hal sebagai berikut (Sarudji, 2012: 194) :

- a. Sampai kedalaman 3 meter dari permukaan tanah dinding sumur kedap air;
- b. Lantai sumur dari plester selebar 1 meter dari dinding sumur;
- c. Bibir sumur setidaknya 1 meter dari permukaan lantai (*slab*);
- d. Tidak ada genangan air di sekitarnya, artinya dilengkapi dengan saluran air limbah menuju ke tempat pembuangan air limbah;
- e. Jarak dengan kakus atau sumber pencemar mikroba lain minimal 10 meter;
- f. Jarak dengan sumber pencemar kimia minimal 95 meter.
- g. Lebih baik apabila dilengkapi dengan pompa air untuk pengambilan air
- h. Dilengkapi bangunan beratap atau tutup pada mulut sumur.

#### 2.6.3 Kualitas Air Sumur Gali

Kualitas air sumur dapat dilihat berdasarkan baku mutu air baku mutu air adalah batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang ada atau harus ada dan atau macam unsur pencemar yang ditegang keberadaannya dalam air pada sumber air tertentu sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001). Oleh karena itu, setiap jenis air dapat diukur konsentrasinya dengan unsur yang tercantum didalam standar kualitas, supaya dapat diketahui syarat kualitasnya guna sebagai perlindungan, karena air sangat

berpengaruh pada kesehatan makhluk hidup serta peningkatan hidup supaya tercapai derajat kesehatan yang setinggi-tingginya.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air yaitu air yang digunakan sehari-hari sebagai kebutuhan sebaiknya tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau dan mempunyai suhu yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Jika salah satu dari syarat tersebut tidak memenuhi maka dapat dikatakan air itu tidak sehat karena mengandung beberapa zat kimia, mineral, ataupun zat organis/biologis yang dapat mengubah warna, rasa, bau dan kejernihan air.

## **2.7 Pencemaran Air**

Menurut Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 menyebutkan bahwa pencemaran merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia atau proses alam. Pencemaran mengakibatkan kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu sehingga menyebabkan lingkungan hidup tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya dan melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Sumber pencemaran dapat berasal dari pertanian, pertambangan, debu dan industri (Amir & Djajaningrat, 1998:15). Air limbah industri mengandung beberapa logam, seperti Cu, Cr, Ni dan Cd (Klein dalam Miller & Connel, 1995:348). Air yang tercemar adalah air yang mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah yang melebihi baku mutu lingkungan. Air yang tercemar tidak dapat digunakan secara normal untuk keperluan seperti minum, mandi atau rekreasi (Fardiaz, 1992:20). Pencemaran memiliki beberapa komponen pokok yakni terdapat bahan berbahaya yang berasal dari manusia, lingkungan hidup manusia dan manusia yang terkena dampak dari bahan berbahaya.

### **2.7.1 Faktor-Faktor Pencemaran Air**

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pencemaran air adalah mikroorganisme, tingkat curah hujan, kecepatan aliran air dan kualitas tanah

(Mukono, 2000:18). Sedangkan menurut Kusnoputranto (2000:50) menyatakan bahwa faktor-faktor pencemaran air meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

- a. Kondisi geografis permukaan air tanah pada daerah dataran tinggi memiliki kualitas air lebih baik dibandingkan dengan daerah dataran rendah.
- b. Musim suatu daerah dengan curah hujan tinggi misalnya, jarak antara sumber air harus lebih jauh dari tempat pencemar untuk mengurangi resiko masuknya bahan pencemar kedalam sumber air akibat penyebaran air tanah.
- c. Topografi tanah merupakan kondisi permukaan tanah serta seberapa besar kemiringannya sehingga mempengaruhi besar pengaliran. Perbedaan kemiringan antara dua atau beberapa titik pada permukaan tanah dapat menyebabkan gerakan air permukaan tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan kelembaban lebih rendah, selanjutnya air bergerak mengikuti lapisan geologi sesuai dengan arah kemiringan formasi geologi tersebut.
- d. 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 mudah menyebar. Pergerakan air tanah hakikatnya terdiri atas pergerakan horizontal air tanah baik itu infiltrasi air hujan, sungai, danau dan rawa ke lapisan akuifer.

## 2.8 Logam Nikel

### 2.8.1 Pengertian

Nikel (Ni) merupakan logam berwarna putih keperakan dengan berat 8,5 dan berat atom 58,7g/mol. Ni merupakan logam yang resisten terhadap korosi dan oksidasi pada temperatur tinggi sehingga bisa digunakan untuk memproduksi *stainless steel*. Ni terbentuk secara alami pada kerak bumi dan tersebar di lingkungan dan terdapat kombinasi dengan arsen, antimon (Sb), oksigen, sulfur, oksida, silikat, sulfida serta arsenida (Widowati *et al*, 2008: 149).

Nikel (Ni) diproduksi dari bijih nikel, hasil peleburan/daur ulang besi. Salah satu sumber terbesar nikel di atmosfer berasal dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM), pertambangan, penyulingan minyak serta incenerator. Sumber Ni di air berasal dari lumpur limbah, limbah cair dari *Sawage Treatment Plant* dan air tanah di dekat lokasi *landfill* (Ridhowati, 2013:14).

### 2.8.2 Karakteristik Nikel Pada Air

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni dan nomor atom 28. Ni mempunyai sifat tahan karat, tahan terhadap panas, tahan korosi, tidak rusak oleh air laut dan alkali. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom dan logam lainnya dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Kadar nikel di perairan tawar alami adalah 0,001 – 0,003 mg/liter, sedangkan pada perairan laut berkisar antara 0,005 – 0,007 mg/liter (Scoullou dan Hatzianestis, 1989 dalam Effendi 2003). Ni sebagai bahan paduan logam yang banyak digunakan di berbagai industri logam, berbagai macam baja serta elektroplating. Untuk mendayagunakan karakteristik logam yang kuat, tahan tempa, anti karat, tahan temperatur rendah maupun tinggi.

Pada proses elektroplating nikel perlu ditambahkan garam ke bak plating sebelum proses pelapisan. Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Garam dalam air merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Garam-garam untuk plating itu misalnya nikel karbonat, nikel klorida, nikel fluoborat, nikel sulfamat, dan nikel sulfat (Suarsana, 2008:47). Ni banyak digunakan sebagai campuran baja nirkarat, campuran kawat las *cast iron* (besi tuang) karena Ni memiliki karakteristik *low solubility* pada karbon, nikel *screen* yaitu *screen* pada mesin *rotary print* dalam industri *printing* tekstil, berbagai jenis *alloy* nikel, koin, industri plumbing, peralatan listrik, *stainless steel* (Ridhowati, 2013:15).

### 2.8.3 Kegunaan Nikel dalam Industri

Nikel (N) sebagai bahan paduan logam yang banyak digunakan pada berbagai industri logam, berbagai macam baja, serta elektroplating yang berfungsi untuk mendayagunakan karakteristik logam supaya kuat, tahan tempa, anti-karat, tahan temperatur rendah maupun tinggi. Ni banyak digunakan sebagai campuran baja nirkarat, campuran baja berbasis logam Ni, memproduksi baterai dan katalis, sebagai bahan campuran kawat las *cast iron* (besi tuang). Berbagai macam jenis produk yang dihasilkan oleh industri logam berbahan baku Ni, antara Icompact disc (CD), baterai kering (Ni-MH), pigmen (pewarna) cat, pelapisan permukaan (*plating*) logam/non logam serta bahan magnetik (Widowati *et al.*, 2008:150-151).

Ni merupakan nutrisi penting bagi tanaman, jumlah Ni yang diperlukan pertumbuhan untuk pertumbuhan normal oleh tanaman sangat rendah. Namun, tingkat polusi akan nikel di lingkungan meningkat. Ni merupakan zat gizi esensial untuk beberapa jenis hewan dan manusia. Ni terdapat pada DNA dan RNA. Ni berfungsi menstabilisasi struktur asam nukleat serta protein dan sebagai kofaktor berbagai enzim (Ridhowati, 2013:14).

### 2.8.4 Mekanisme Masuknya Logam Nikel (Ni) dalam Tubuh

Menurut Ridhowati (2013:20-21), paparan nikel dapat terjadi melalui inhalasi, oral dan kulit. Gejala awal dari paparan nikel karbonil berupa sakit kepala, mual, muntah, epigastrik, sakit dada disertai batuk-batuk, hiperpne, sianosis, sakit lambung dan usus, serta keadaan lemah. Defisiensi nikel dapat mengakibatkan kerusakan hati dan alat tubuh lain, Ni merupakan nonspesifik aktifator enzim. Enzim yang mengandung nikel telah diidentifikasi dalam tanaman dan mikroorganisme. Kadar Ni dalam jaringan akan dijaga dan diatur oleh mekanisme kontrol homeostatik.

#### a. Melalui Inhalasi

Paparan nikel dalam jangka panjang seringkali tidak jelas. paparan akut nikel berakibat fatal, terutama terjadinya paparan nikel karbonil. Senyawa nikel paling berbahaya adalah nikel-tetrakarbonil yang mudah menguap bila terinhalasi

sehingga menimbulkan edema paru-paru. Paparan akut nikel dosis tinggi melalui inhalasi dapat mengakibatkan kerusakan berat pada paru-paru dan ginjal serta gangguan gastrointestinal berupa mual, muntah dan diare.

b. Melalui Oral

Paparan nikel per oral sebagian besar akan diekskresikan melalui feses. Absorpsi nikel dalam makanan adalah sebesar 1-10%. Ekskresi nikel dalam feses, akan meningkat sesuai dengan peningkatan intake Ni dalam makanan. Peningkatan konsumsi makanan yang mengandung nikel mengakibatkan peningkatan sensitivitas dermatitis serta meningkatnya kadar Ni dalam urine.

c. Melalui Kulit

Paparan nikel lewat kulit secara kronis bisa menimbulkan gejala, antara lain dermatitis nikel berupa eksema (kulit kemerahan, gatal) pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan. Sebesar 4-9% orang yang terpapar nikel akan menunjukkan dermatitis alergi, terutama pada orang yang menggunakan peralatan logam yang mengandung nikel, antara lain koin atau perhiasan. Kadar nikel dalam darah dipengaruhi oleh paparan nikel dan ditentukan oleh ada tidaknya terapi *chelate*.

### 2.8.5 Dampak Keberadaan Logam Nikel (Ni) bagi Lingkungan

Keberadaan logam nikel (Ni) pada lingkungan akibat pembuangan limbah mengandung Ni mengakibatkan pencemaran pada air tanah, air dan tanaman. Keberadaan logam berat menandakan telah terjadinya pencemaran dari limbah industri, karena senyawa tersebut tidak pernah terdapat di alam. Nikel (Ni) dilepaskan ke lingkungan dari kegiatan antropogenik, seperti pertambangan logam, peleburan, pembakaran bahan bakar fosil, emisi kendaraan, pembuangan rumah tangga, kota dan industri limbah, pemupukan dan pupuk organik, serta bahan baku metalurgi dan industri elektroplating (Ridhowati, 2013:22). Berbagai macam dampak logam berat Ni di lingkungan antara lain:

a. Logam berat Nikel (Ni) di Air

Nikel (Ni) dapat mencemari air tanah maupun air permukaan baik perairan laut maupun darat seperti sungai, danau dan waduk. Kadar Ni pada air tanah

mencapai 0,005-0,05 ppm, kehadiran nikel didalam air dalam bentuk senyawa ion kompleks hexaquo atau sebagai garam yang larut dalam air, terutama  $\text{NiSO}_4$  dan sebagai logam kompleks. Senyawa yang mengandung nikel juga ada didalam air berasal dari mineral, industri logam, hasil pembakaran yang selanjutnya masuk ke dalam air. Nikel di dalam air telah lama diperkirakan tidak memiliki efek racun, tetapi studi terakhir dilakukan terhadap kehidupan air menunjukkan bahwa nikel memiliki efek racun. Kehadiran nikel dalam konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kerusakan DNA dan diduga memiliki efek karsinogenik pada hewan mamalia (Situmorang, 2017: 71).

Tingginya kadar nikel dalam jaringan tubuh manusia akibat dari mengkonsumsi air yang mengandung nikel maupun digunakan untuk MCK (mandi, cuci, kakus) dapat mengakibatkan munculnya berbagai efek samping, karena akumulasi nikel pada kelenjar pituitari yang dapat mengakibatkan depresi sehingga mengurangi sekresi hormon prolaktin dibawah normal. Akumulasi nikel pada pankreas dapat menghambat sekresi hormon insulin. konsumsi makanna mengandung nikel 600  $\mu\text{g}/\text{hari}$  sudah dapat menunjukkan toksisitas pada manusia (Ridhowati, 2013: 21)

#### b. Logam berat Nikel (Ni) di Tanah

Pelepasan Ni berpotensi merugikan bagi lingkungan, dimana pelepasan toksin logam melalui jaringan akar dan akar mengikat logam saat logam dilepaskan ke lingkungan. Contohnya, organisme terestrial rentan terhadap paparan kombinasi faktor stress dari beberapa bahan, ada interaksi antara beberapa jenis stressor yang berbeda. Misalnya, pengaruh interaksi Ni, *chlorpyrifus* dan temperatur pada kumbang tanah, ketiga interaksi tersebut signifikan memengaruhi reproduksi dan kelangsungan hidup kumbang tanah. Pupuk organik maupun anorganik juga mengandung logam berat termasuk nikel. Kadar logam berat pada pupuk P, pupuk N, pupuk kandang dan kompos berturut-turut 7-225 ppm, 227 ppm, 1,1-27 ppm dan 1,3-2,24 ppm. Pupuk organik dan kompos dibuat dari bahan organik seperti bahan hijau tanaman, sampah kota dan lain-lain. Pupuk pertanian dengan kandungan ini dapat mencemari tanah jika penggunaan tidak sesuai dosis atau penggunaannya berlebihan. Pembuangan limbah yang mengandung nikel

mengakibatkan pencemaran tanah, adapun total nikel dalam tanah mencapai 5-500 ppm (Ridhowati, 2013:22).

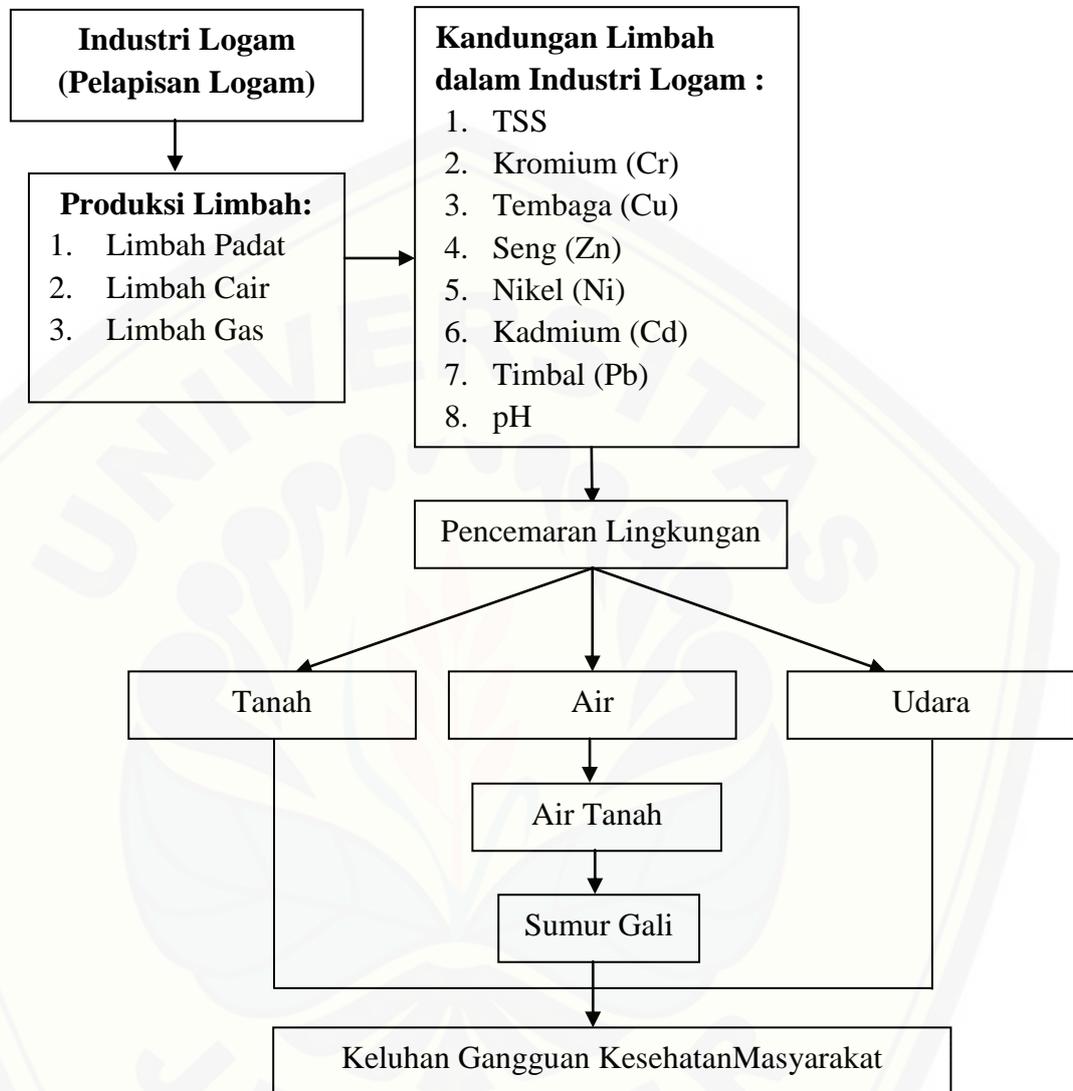
c. Logam berat Nikel (Ni) di Udara

Pencemran Ni juga dapat terjadi di udara karena berasal dari pembakaran batubara, pembakaran BBM, industri pemurnian logam serta limbah dari incenerator. Kontaminasi nikel dalam makanan pada umumnya berasal dari polusi industri, peralatan dan bahan yang digunakan selama pengolahan bahan makanan. Peralatan pengolahan *stainless steel* mengandung nikel sehingga nikel bisa tercuci (luruh) dari *stainless steel* melebihi 0,13-0,22 ppm bila pengolahan makanan memakan dalam waktu 1 jam dan akhirnya akan mengkontaminasi bahan makanan (Altug dalam Ridhowati, 2013: 17).

#### 2.8.6 Dampak Logam Nikel (Ni) bagi Kesehatan

Paparan nikel (Ni) dapat terjadi melalui oral dan kontak kulit. Nikel merupakan bahan karsinogenik alat respirasi, terutama bagi pekerja industri pemurnian nikel. Pekerja yang terpapar nikel ditempat kerja selama 40 tahun dapat mengalami kanker paru-paru dan kanker nasal. Para pekerja di lingkungan industri yang menggunakan bahan Ni pada awalnya menunjukkan perubahan sitologi pada sputa, yang selanjutnya berubah menjadi kanker alat pernafasan. Reaksi Ni dan karbonmonoksida (CO) menghasilkan nikel karbonil ( $\text{NiCO}_4$ ) yang bisa terurai menjadi Ni dan CO pada pemanasan  $200^\circ\text{C}$ . Proses tersebut merupakan metode yang mudah untuk pemurnian Ni. Nikel karbonil bersifat lebih toksik dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat dibandingkan dengan senyawa nikel yang lainnya. Nikel dan senyawa nikel merupakan bahan karsinogenik. Inhalasi debu mengandung Ni-Sulfida dapat mengakibatkan kanker paru-paru, kanker rongga hidung, kanker pita suara serta kematian. Pekerja di tempat kerja selama 40 tahun bisa mengalami kanker paru-paru dan kanker nasal (Widowati *et al*, 2008: 159).

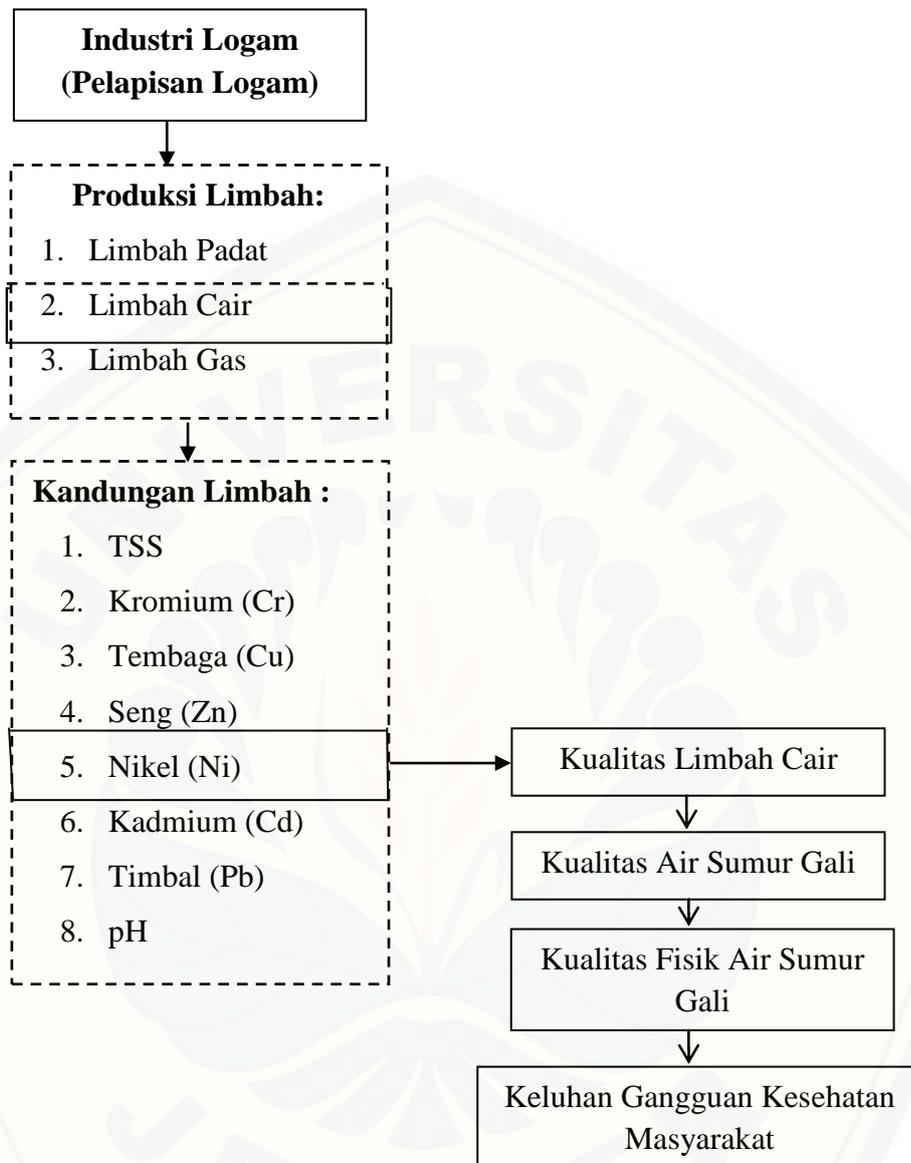
## 2.9 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Dasar Teori dari Purwanto (2005), Widowati (2008), Kementerian Lingkungan Hidup dan Pengolahan Limbah B3 (2015) dan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya

2.10 Kerangka Konseptual



Keterangan :



: Variabel yang diteliti



: Variabel yang tidak diteliti

Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan pada Gambar 2.2 diketahui bahwa adanya aktivitas industri logam dalam hal ini adalah pelapisan logam menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah padat yang dihasilkan berupa besi tua, sedangkan limbah cair yang dihasilkan berupa TSS, kromium, tembaga, seng, nikel, kadmium, timbal, pH yang jika dibuang langsung ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, akan mempengaruhi lingkungan sekitar. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap air tanah yaitu air sumur gali. Pencemaran air sumur dimana kondisi lingkungan sumur yang perlu diperhatikan, karena adanya sumber pencemar yaitu : sumur resapan pembuangan air limbah (*cesspool*), air limbah industri maupun sumber pencemar lain yang memungkinkan terjadinya kontaminasi air tanah menuju ke sumur (Sarudji, 2008:192). Oleh karena itu, penulis ingin mengetahui kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan sumur gali serta keluhan masyarakat pada industri logam rumah tangga tersebut.

### 2.11 Hipotesis

Berdasarkan kerangka konsep diatas, maka hipotesis yang diujikan dalam penelitian ini adalah:

- a. Ada hubungan antara kandungan nikel (Ni) pada air sumur gali dengan keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru.
- b. Ada hubungan antara pengguna air sumur gali dengan keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru.

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analitik observasional. Menurut Sastroasmoro (2014:130), analitik observasional yaitu penelitian yang bertujuan untuk menguji hipotesis dan mengadakan interpretasi yang lebih dalam tentang hubungan-hubungan variabel bebas dan variabel terikat. Penelitian yang dilakukan digunakan untuk mengetahui kandungan Nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali, serta keluhan masyarakat sekitar industri logam.

### **3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian**

#### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Tempat penelitian dilakukan di Industri Logam rumah tangga UD. Aji Batara Perkasa Mandiri Desa Ngingas Kecamatan Waru, kepemilikan sumur gali milik warga pada permukiman sekitar Industri UD. Aji Batara Perkasa Mandiri serta Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.

#### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017- selesai. Kegiatan pada penelitian ini meliputi observasi dan wawancara di lapangan untuk pengambilan data, uji sampel air di Laboraturium dan analisis hasil penelitian.

### **3.3 Penentuan Populasi dan Sampel**

#### **3.3.1 Populasi Penelitian**

Populasi penelitian adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari subjek/objek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang diterapkan

oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2015:80). Populasi dalam penelitian ini, antara lain :

a. Pada Limbah Cair

Keseluruhan limbah cair yang dihasilkan pada satu kali tahapan proses pelapisan logam pada industri logam UD. Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.

b. Pada Air Sumur Gali

Populasi air sumur gali sebanyak 60 sumur dengan jarak 95 meter dari industri logam UD. Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.

c. Pada Masyarakat

- 1) Pemilik industri dan karyawan pada proses pelapisan logam rumah tangga.
- 2) Masyarakat yang bertempat tinggal sekitar industri logam UD. Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel merupakan bagian dari populasi yang menjadi subyek penelitian yang dipilih dengan cara tertentu sehingga dianggap mewakili seluruh populasi yang dapat diambil sebagai sampel (Sastroasmoro, 2014:17). Sampel pada penelitian ini adalah

a. Sampel Limbah Cair

Sampel penelitian pada limbah cair industri logam rumah tangga UD. Aji Batara Perkasa Mandiri di ambil pada satu titik yaitu outlet yang dilakukan pada satu kali tahapan proses yang ditampung pada bak guna penghomogenan limbah cair, dengan menggunakan teknik pengambilan sesaat (*grab sample*).

b. Sampel Air Sumur

Pengambilan sampel air sumur pada penelitian ini adalah 60 sumur gali, dapat ditentukan besar sampel dengan Berdasarkan pada jumlah populasi diatas diperoleh besaran sampel melalui perhitungan secara *random sampling* dengan rumus dari Lemeshow (1900) dalam Notoatmodjo (2012:127)

$$n = \frac{Z^2 1 - \alpha / 2 P (1 - P) N}{d^2 (N - 1) + Z^2 1 - \alpha / 2 P (1 - P)}$$

$$n = \frac{(1,96^2) 0,5 (1 - 0,5) 60}{(0,15)^2 (60 - 1) + (1,96^2) 0,5 (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{(3,8416) 0,25 (60)}{(0,15)^2 (59) + (3,8416) 0,25}$$

$$n = \frac{57,624}{1,3275 + 0,9604}$$

$$n = \frac{57,624}{2,287}$$

$$n = 25,19$$

$$n = 26$$

Keterangan:

$Z^2 1 - \alpha$  = 1,96

$P$  = Nilai proporsi sebesar 0,5

$N$  = Jumlah total populasi

$n$  = Jumlah sampel

Jadi, sampel dalam penelitian ini yaitu 26 sampel sumur gali dan 26 rumah di sekitar industri logam rumah tangga Aji Batara Perkasa Mandiri di Desa Ngingas Kecamatan Waru.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel penelitian yang dilakukan, antara lain :

#### a. Sampel Limbah Cair

Limbah cair yang di ambil ditampung pada bak guna penghomogenan limbah cair, dengan menggunakan teknik pengambilan sesaat (*grab sample*).

#### b. Sampel Air Sumur

Tenik pengambilan sampel dengan metode *proporsional random sampling* pada 26 sampel sumur gali. *Proporsional random sampling* dapat digunakan apabila populasi mempunyai unsur heterogen atau berstrata secara proporsional. Menurut Singarimbun dan Sofian (2006:162) bahwa dalam teknik *proporsional*

*random sampling* setelah populasi terbagi ke dalam sub populasi maka harus dibuat kerangka sampel kemudian diambil secara acak dengan menghitung proporsi besarnya elemen pada masing-masing wilayah dengan tahapan sebagai berikut:

1) Menentukan Kerangka Sampel

Pada tahap ini, populasi dengan jarak 95 meter yaitu barat, selatan dan timur. Bagian utara tidak dilakukan pengambilan sampel karena keadaan wilayah yang tidak memungkinkan.

Tabel 3. 1 Jumlah Populasi Sumur Gali Setiap Lokasi

No	Lokasi	Jumlah Populasi dalam 95 Meter
1.	Barat	12
2.	Timur	17
3.	Selatan	31
<b>Jumlah</b>		<b>60</b>

2) Membandingkan Besarnya Elemen

Pada tahap ini sampel di setiap wilayah pada jarak yang sudah ditentukan dilakukan penghitungan proporsi untuk menggenalisir populasi. Sehingga didapatkan jumlah sampel di setiap wilayah dan masing-masing jarak seperti Tabel 3.1.

$$ni = \frac{Ni}{N} \times n$$

Keterangan:

$ni$  = Besar sampel subpopulasi

$Ni$  = Masing-masing populasi

$N$  = Populasi secara keseluruhan

$n$  = Besar sampel

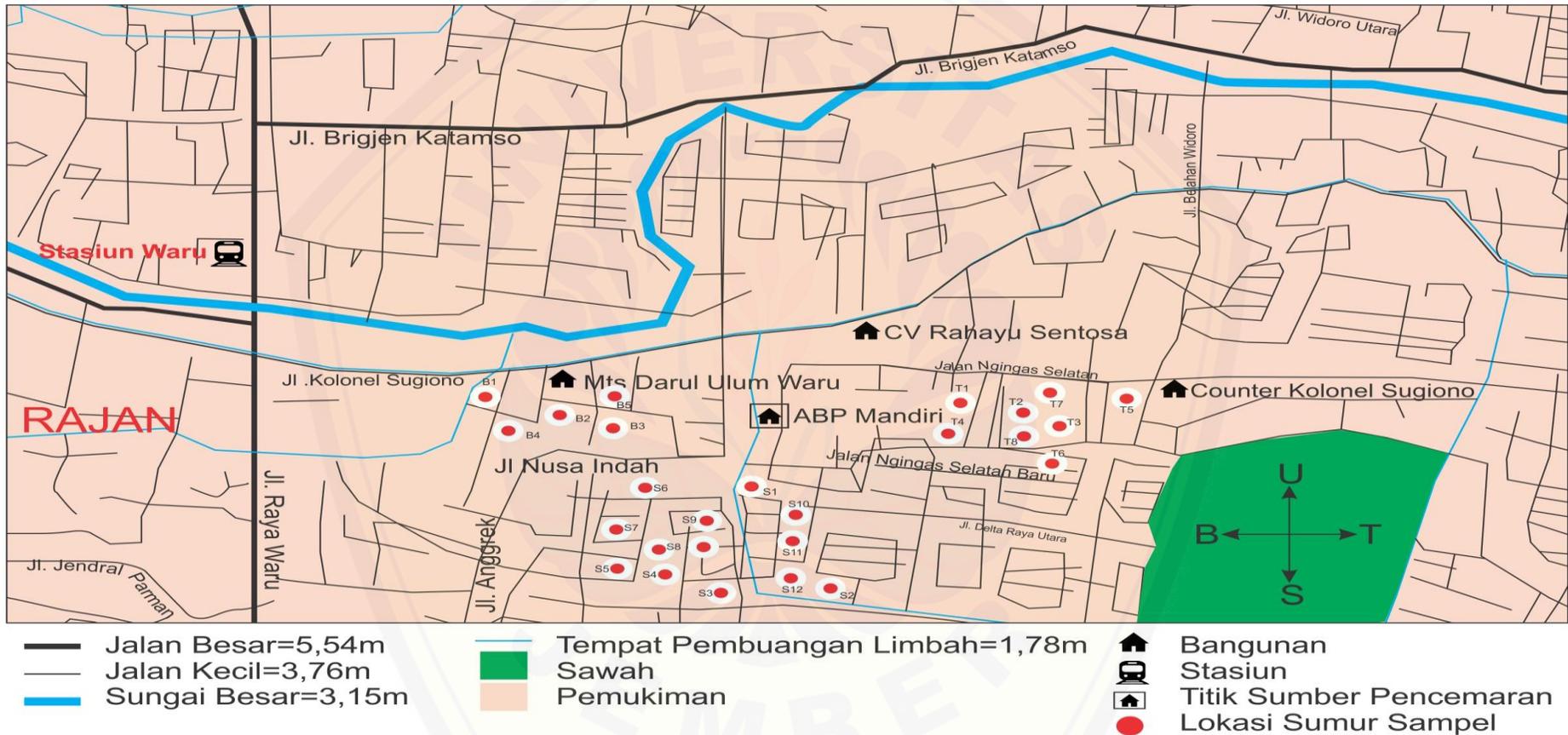
Tabel 3. 2 Jumlah Sampel Sumur Gali Pada Setiap Lokasi

No	Lokasi	Proporsi Jumlah Populasi	Populasi Pada Strata
			(Meter)
			<b>95</b>
1.	Barat	$(12/60).25= 5$	5
2.	Timur	$(17/60).25=8$	8
3.	Selatan	$(31/60).25=13$	13
<b>Jumlah</b>		<b>60</b>	<b>26</b>

### 3) Pengambilan Sampel

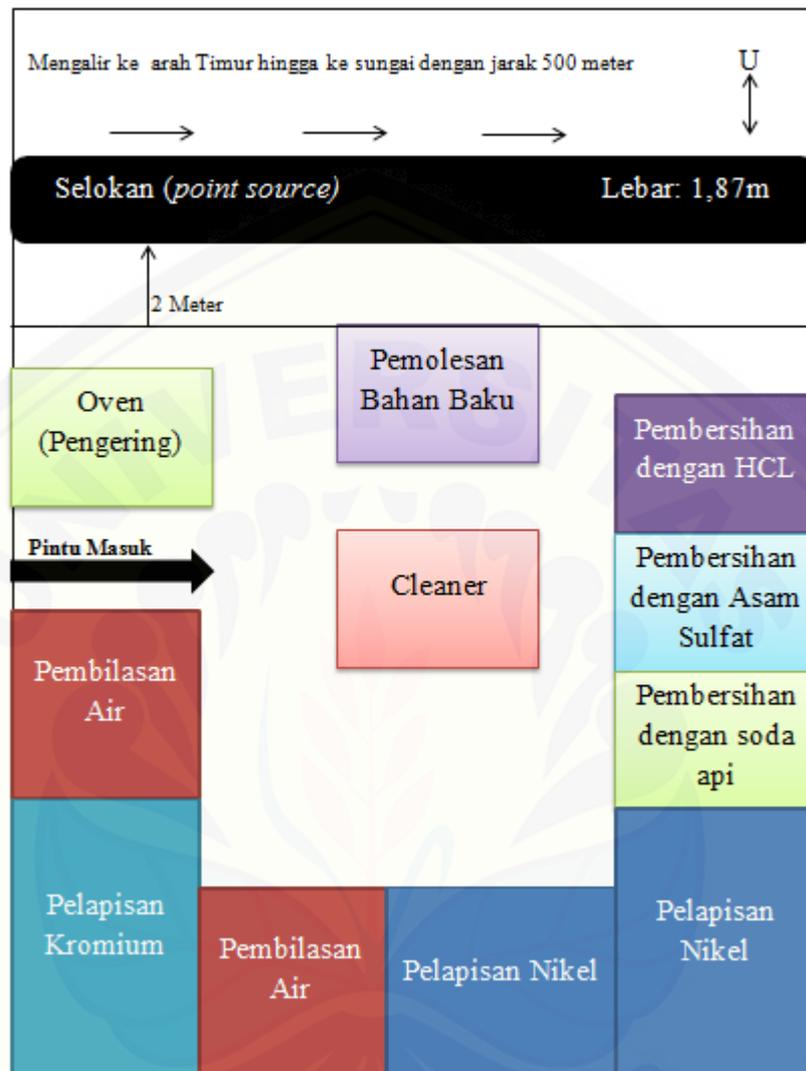
Pengambilan sampel pada masing-masing jarak dan wilayah kemudian dilakukan dengan teknik *random sampling*. Teknik *random sampling* yaitu mengambil secara acak.

3.3.4 Peta UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP)



Gambar 3.1 Peta Pengambilan Sampel Air Sumur Gali (Sumber: Google earth, 2017)

## 3.3.5 Denah Lokasi Kerja hingga Pembuangan Limbah Cair



Gambar 3. 1 Peta Deta Lokasi Kerja hingga Pembuangan Limbah Cair

Pada gambar 3.1 menjelaskan setiap tahapan proses pelapisan logam nikel, dimana pada setiap tahapan tersebut menghasilkan air yang melimpah, karena penggunaannya yang tanpa jeda. Kemudian limbah yang dihasilkan dibuang melalui selokan (*point source*) yang mengalir ke arah timur dengan tujuan akhir yaitu sungai, dengan jarak  $\pm 500$  meter.

### 3.3.6 Prosedur Pengambilan Sampel

#### a. Pada Limbah Cair

Pengambilan sampel limbah cair dilakukan pada satu kali proses tahapan pelapisan logam nikel yaitu pada pukul 12.00 dikarenakan telah selesai proses produksi. Pengambilan sampel dilakukan pada outlet (Saluran sebelum dibuang ke badan air) industri. Berdasarkan SNI 6989.58:2008 diketahui bahwa cara pengambilan contoh air tanah untuk pengujian logam total dan terlarut terdiri dari :

- 1) Siapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber airnya.
- 2) Bilas alat pengambil contoh dengan air yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali.
- 3) Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan.
- 4) Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis
- 5) Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan.
- 6) Lakukan uji di Laboratorium.
- 7) Pengambilan dan analisis sampel air limbah cair maksimal 12 jam.

#### b. Pada Air Sumur Gali

Pengambilan sampel air sumur gali dilakukan pada pagi hari yakni pada pukul 07.00-12.00. Adapun hal-hal yang diperlukan antara lain:

Alat :

- 1) Botol sesuai dengan Standart Nasional Indonesia 250 ml.
- 2) Siapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber airnya.
- 3) Cuci botol gelas dan tutupnya dengan deterjen kemudian bilas dengan air bersih.
- 4) Pengambilan sampel air pada kran dengan membilas botol dengan sampel air sebanyak 3 kali, kemudian sampel air dapat diambil .

- 5) Pengawetan dengan larutan HNO<sub>3</sub> sebanyak 10 tetes.
- 6) Alat tulis
- 7) Label
- 8) Kamera guna dokumentasi

Pengambilan dan analisis sampel air bersih maksimal adalah 72 jam. Sampel air sumur gali akan langsung ke UPT Uji Laboratorium di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. setelah diambil dari sumur gali.

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menspesifikan kegiatan ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur variabel tersebut (Nazir, 2009:126). Definisi operasional dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 3.3 Variabel dan Definisi Operasional

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Kriteria Penilaian	Skala data
1.	Industri Logam	Suatu usaha baik kecil maupun menengah yang bergerak dibidang logam.			
\	a. Proses pembersihan dengan asam (Pickling)	Proses pembersihan oksida secara kimiawi melalui pencelupan dalam larutan asam.	Observasi dan Wawancara		
	b. Proses pembilasan	Proses yang dilakukan dengan air didalam satu atau beberapa bak yang terbuat dari baja tahan karat.	Observasi dan Wawancara		

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Kriteria Penilaian	Skala data
	c. Proses pembersihan mekanis (Pomelas)	Dilakukan dengan maksud untuk menghaluskan permukaan atau menghaluskan goresan.	Observasi dan Wawancara		
	d. Proses pelapisan logam	Proses pelapisan logam besi dengan bahan pelapis logam nikel maupun kromium	Observasi dan Wawancara		
2.	Limbah Cair	Sisa hasil proses industri dalam bentuk cair			
	a. Volume limbah cair	Banyaknya limbah cair yang dihasilkan dalam keseluruhan tahapan pada proses pelapisan logam	Pengukuran volume dengan Bak Ukur (L)	1 = Memenuhi jika $\leq 20$ L per m <sup>2</sup> produk pelapisan logam 0 = Tidak memenuhi jika $> 20$ L per m <sup>2</sup> produk pelapisan logam (Pergub Jatim No.72/2013)	Nominal
	b. Kandungan Nikel (Ni) pada limbah cair	Jumlah kandungan nikel dalam limbah cair yang dihasilkan dalam keseluruhan tahapan pelapisan logam.	Uji Laboraturium	1 = Memenuhi jika kandungan $\leq 1$ mg/L 0 = Tidak memenuhi jika kandungan $> 1$ mg/L (Pergub Jatim No.72/2013)	Nominal
3.	Kandungan Nikel (Ni) pada air sumur gali	Jumlah kandungan nikel dalam air sumur gali	Uji laboratorium	1 = Tidak ada kandungan Nikel 0 = Ada kandungan Nikel (Permenkes RI No.416/Menkes/per/IX/1990)	Nominal

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan	Kriteria Penilaian	Skala Data
4.	Pengguna Air Sumur Gali	Banyaknya orang atau masyarakat yang menggunakan air sumur gali untuk kebutuhan sehari-hari seperti dikonsumsi maupun mandi, cuci, kakus (MCK)	Wawancara	Air sumur gali digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti : 1. MCK (mandi, cuci, kakus) 2. Dikonsumsi dan MCK  1= jika digunakan untuk MCK 0= jika digunakan untuk MCK dan konsumsi	Nominal
	a. Durasi penggunaan air sumur gali	Waktu yang digunakan dalam menggunakan air sumur gali	Wawancara		
5.	Keluhan Kesehatan Masyarakat	Gejala kesehatan terkait yang dirasakan masyarakat setelah penggunaan air sumur untuk kebutuhan sehari-hari	Wawancara	Paparan nikel lewat kulit secara kronis dapat menimbulkan gejala, antara lain: 1. kulit kemerahan pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan 2. gatal-gatal pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan 3. alergi kulit 4. alergi kulit akibat penggunaan perhiasan mengandung nikel) (Ridhowati, 2013:21)  1= jika tidak mengalami kulit kemerahan pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan, gatal-gatal pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan, alergi kulit , alergi kulit akibat penggunaan	

perhiasan mengandung nikel)  
0= jika mengalami kulit kemerahan pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan, gatal-gatal pada jari-jari, tangan, pergelangan tangan serta lengan, alergi kulit , alergi kulit akibat penggunaan perhiasan mengandung nikel)

### 3.5 Prosedur Uji Laboratorium

Adapun pada prosedur penelitian ini digunakan untuk mengetahui logam nikel (Ni) pada air (SNI 06-6989-18:2004), antara lain :

a. Alat dan Bahan Uji Laboratorium

1) Alat Laboratorium

- a) SSA
- b) Lampu halow katoda Ni
- c) Gelas piala 250 mL
- d) Labu ukur 100 mL
- e) Corong gelas
- f) Pemanas listrik
- g) Kertas whatman 40
- h) Labu semprot

2) Bahan Penelitian

- a) Air sumur gali
- b) Air suling
- c) Asam nitrat  $\text{HNO}_3$

- d) Larutan standar logam nikel (Ni)
  - e) Gas etilen  $C_2H_2$
- 3) Cara kerja untuk menguji parameter kimia
- a. Persiapan Pengujian
    - 1) Masukkan 100 mL contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen kedalam gelas piala.
    - 2) Tambahkan 5 mL asam sitrat.
    - 3) Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering.
    - 4) Ditambahkan 50 mL air suling, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring dan ditepatkan 100 mL dengan air suling.
  - b. Pengawetan Sampel Air

Bila sampel air tidak dapat segera diuji, maka dapat diawetkan sesuai petunjuk dibawah ini :

    - 1) Wadah : botol plastik (*Polyethylene*) atau botol gelas.
    - 2) Pengawet : asamkan dengan  $HNO_3$  hingga pH <2.
    - 3) Lama penyimpanan : 6 bulan.
    - 4) Kondisi penyimpanan : suhu ruangan.

### 3.6 Data Dan Sumber Data

#### 3.6.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti. Sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2012:137). Data primer dalam penelitian ini adalah :

- a. Data hasil uji laboratorium terhadap kandungan nikel pada limbah cair dan air sumur gali.
- b. Data hasil observasi dan wawancara terkait kepemilikan sumur gali dan keluhan masyarakat sekitar industri yang berada desa tersebut.

### 3.6.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya melalui orang lain maupun melalui dokumen. Data sekunder antara lain disajikan dalam bentuk data-data, dokumen dan lain-lain (Sugiyono, 2012:137). Data sekunder dalam penelitian ini adalah:

- a. Data dari buku maupun studi literatur tentang penelitian yang berkaitan dengan kualitas air beserta parameternya.
- b. Data dari Badan Pusat Statistik Kecamatan Waru dan Kabupaten Sidoarjo.
- c. Data dari Dinas Koperasi UKM Perindustrian Perdagangan dan Energi Sumber Daya Mineral Kabupaten Sidoarjo.
- d. Data dari Profil Desa Ngingas Kecamatan Waru.

## 3.7 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

### 3.7.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan oleh peneliti dalam pengumpulan data penelitiannya (Arikunto, 2010:136). Berikut cara dalam mengumpulkan data, antara lain:

- a. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan baik secara lisan dari sasaran penelitian (responden), ataupun dapat dilakukan dengan berhadapan muka dengan orang tersebut (Notoatmodjo, 2012:139). Wawancara dilakukan dengan menggunakan lembar panduan wawancara untuk memudahkan peneliti dalam meruntut pertanyaan. Wawancara dilakukan pada pengelola industri untuk mengetahui tahapan pengelolaan proses pelapisan logam nikel hingga menghasilkan limbah cair, wawancara ke masyarakat sekitar industri tentang kepemilikan sumur gali serta keluhan yang dirasakan karena dampak dari industri logam.

#### b. Observasi

Observasi (pengamatan) merupakan suatu prosedur yang terencana, meliputi melihat, mendengar, mencatat dan taraf aktivitas tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoatmodjo, 2012:131). Observasi yang dilakukan tentang kepemilikan sumur gali.

#### c. Uji Laboratorium

Uji laboratorium adalah pengukuran yang dilakukan di Laboratorium melalui metode dan tahapan khusus. Uji laboratorium yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji parameter kimia pada limbah cair dan sumur gali terkait kandungan nikel (Ni) di UPT Uji Laboratorium di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.

#### d. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan kegiatan mencari data mengenai hal-hal atau variable yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, agenda dan sebagainya (Arikunto, 2010:158). Pada penelitian ini yang menjadi objek dokumentasi adalah proses tahapan pelapisan logam, kepemilikan air sumur gali serta keluhan masyarakat.

### 3.7.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data merupakan alat bantu yang digunakan peneliti untuk membantu peneliti memperoleh data yang dibutuhkan (Arikunto, 2010:264). Instrumen meliputi pertanyaan-pertanyaan panduan wawancara terkait proses pelapisan logam serta kepemilikan air sumur gali.

## 3.8 Teknik Pengolahan, Penyajian dan Analisis Data

### 3.8.1 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Nazir, 2014:304):

a. Pemeriksaan Data (*Editing*)

*Editing* adalah kegiatan yang dilaksanakan oleh peneliti sebelum melakukan pengolahan data. Data yang telah dikumpulkan dari kuisioner harus dibaca kembali dan diperbaiki untuk memeriksa apabila terdapat hal-hal yang salah atau masih meragukan dan menyimpang dari rencana dan tujuan yang ditetapkan. Apabila terdapat data yang kurang lengkap maka akan ditanyakan kembali kepada responden sehingga kuisioner menjadi sempurna. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas data serta menghilangkan keraguan terhadap data yang diperoleh.

b. Pemberian kode (*coding*)

*Coding* adalah kegiatan pemberian kode pada setiap atribut pertanyaan dari variabel yang diteliti berguna untuk mempermudah peneliti saat mengadakan tabulasi dan analisis data.

c. Pemberian nilai (*skoring*)

*Skoring* adalah kegiatan pemberian nilai yang bertujuan untuk memberikan skor dari setiap jawaban responden dengan membuat rentang nilai tertinggi sampai terendah dari kuisioner. Pemberian skor diberikan pada nilai yang telah ditentukan sebelumnya.

d. Tabulasi (*Tabulating*)

*Tabulating* adalah kegiatan memasukan data pada tabel tertentu dan mengatur angka-angka serta menghitungnya. Kegiatan ini dilakukan dengan cara memasukkan data yang diperoleh kedalam tabel-tabel yang sesuai dengan variabel yang diteliti.

### 3.8.2 Teknik Penyajian Data

Penyajian data dalam penelitian bertujuan guna mempermudah peneliti dalam menginformasikan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Penyajian data merupakan kegiatan yang dilakukan dalam pembuatan hasil penelitian supaya penelitian dapat dipahami dan dianalisis sesuai dengan tujuan yang diinginkan kemudian ditarik kesimpulan sehingga dapat menggambarkan hasil penelitian.

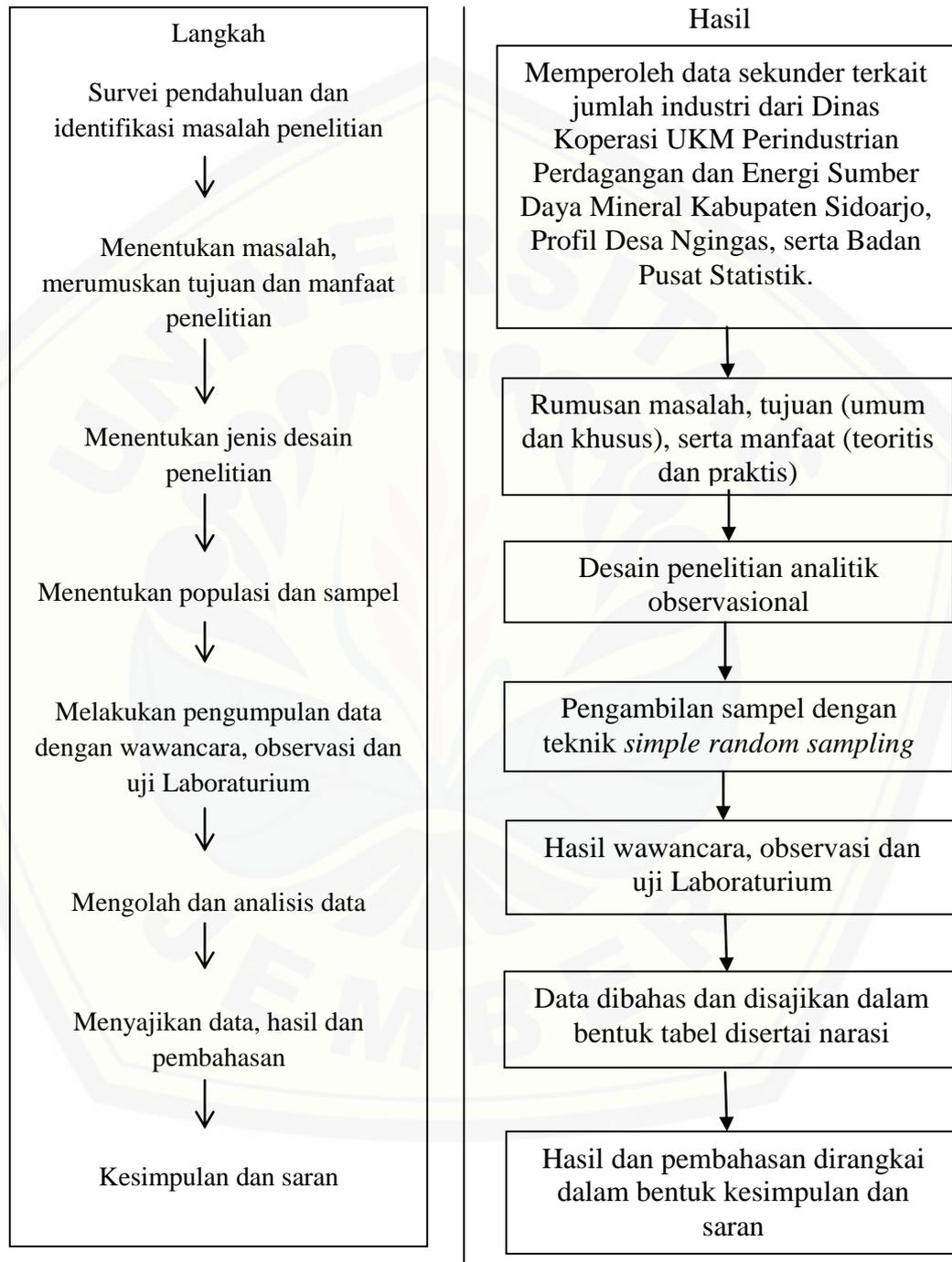
Penyajian data dapat dilakukan melalui beberapa bentuk, diantaranya yaitu penyajian dalam bentuk teks, table dan grafik (Notoatmodjo, 2012:188). Pada penelitian ini data yang didapat dari hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan diberikan penjelasan dalam bentuk narasi untuk memberikan gambaran tentang hasil tabel tersebut. Penyajian dalam bentuk tabel merupakan penyajian data dalam bentuk angka yang disusun secara teratur dalam kolom dan baris.

### 3.8.3 Teknik Analisis Data

- a. Analisis data merupakan kegiatan akhir setelah data dari seluruh responden atau sumber data lainnya terkumpul. Hal ini maka dilakukan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat, yaitu analisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono, 2015:147). Sedangkan analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2010: 100). Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini untuk menjawab hubungan variabel bebas dan variabel terikat dilakukan dengan uji *chi-square*. Dasar pengambilan keputusan hipotesis adalah  $H_0$  diterima jika  $p\text{-value} > \alpha$  (0,05), dan  $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$  (0,05) (Notoatmodjo, 2012:182).

### 3.9 Alur Penelitian

Alur penelitian adalah urutan proses penelitian dan hasil dari proses penelitian diuraikan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 3.3 Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang kandungan nikel (Ni) pada limbah cair dan air sumur gali serta keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar industri logam UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Kecamatan Waru, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses pelapisan logam nikel di industri logam UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) terdiri dari beberapa tahapan hingga menghasilkan produk yang siap untuk dikirim keseluruh indonesia. Tahapan-tahapan proses pelapisan logam antara lain, pemolesan bahan baku, pembersihan dengan asam menggunakan larutan asam klorida (HCl), pembersihan dengan menggunakan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), pembersihan dengan menggunakan soda api (NaOH), pembersihan dengan menggunakan sabun cuci piring (*cleaner*), pelapisan nikel dan pelapisan kromium.
- b. Kandungan nikel (Ni) pada limbah cair yang dihasilkan pada sekali proses pelapisan logam memiliki kandungan nikel (Ni) sebesar 7,19 mg/L dengan volume 65 liter, hal ini mengartikan bahwa limbah cair di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu 1,0 mg/L dan volume yakni 20 liter/m<sup>2</sup>. Penanggulangan kandungan Nikel pada limbah cair dapat menggunakan fitoremediasi dengan tanaman *Salvinia molesta* (Ki Ambang).
- c. Kandungan nikel (Ni) pada air sumur gali milik masyarakat sekitar industri UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) sebagian besar mengandung nikel yaitu pada 25 sampel air sumur gali dan 1 sampel air sumur gali tidak mengandung nikel.
- d. Keluhan kesehatan masyarakat mengenai air sumur gali dari 78 responden menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat tidak menunjukkan adanya keluhan kesehatan, sedangkan untuk masyarakat yang mengalami keluhan

berupa kulit kemerahan pada jari-jari tangan sebanyak 2, gatal pada jari-jari tangan 3 dan gatal pada pergelangan tangan 2. Keluhan mengenai fisik air sumur gali milik masyarakat di Desa Ngingas berupa keluhan dari parameter bau, rasa dan warna. Sebanyak 15 sarana air sumur gali milik masyarakat berbau, sebanyak 19 sarana air sumur gali milik masyarakat tidak berasa, dan sebanyak 14 sarana air sumur gali milik masyarakat berwarna. Keluhan kesehatan pada masyarakat dengan adanya keluhan alergi perhiasan yaitu menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat tidak menunjukkan adanya keluhan alergi perhiasan seperti gatal-gatal daerah telinga, leher, jari-jari tangan, pergelangan tangan maupun pergelangan kaki, sedangkan sebanyak 10 masyarakat menunjukkan adanya keluhan alergi perhiasan.

- e. Tidak terdapat hubungan antara masyarakat yang air sumur galinya terdapat kandungan nikel dengan keluhan kesehatan yang dialami masyarakat, karena sebagian besar masyarakat yang air sumur galinya mengandung nikel, tidak mengalami keluhan kesehatan.
- f. Tidak terdapat hubungan antara pengguna air sumur gali dengan keluhan kesehatan yang dialami masyarakat, karena sebagian besar masyarakat yang menggunakan air sumur gali untuk keperluan MCK (Mandi, Cuci, Kakus), tidak mengalami keluhan kesehatan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

a. Bagi industri

Memberikan informasi tentang perlunya dilakukan pengelolaan limbah cair yang dihasilkan sebelum dibuang ke lingkungan, dengan cara membuat instalasi pembuangan air limbah (IPAL) dan juga menggunakan fitoremediasi dengan tanaman *Salvinia molesta* (Ki Ambang) yang mampu menurunkan kadar nikel (Ni) pada limbah cair.

b. Bagi Pemerintah dan Instansi terkait

1. Perlu adanya peraturan daerah tentang baku mutu kandungan logam berat nikel (Ni) di air bersih, mengingat dampak yang ditimbulkan dapat menyebabkan kerugian.
2. Perlu adanya interval pengawasan serta mempertegas instansi terkait yang membuang limbah cair secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.

c. Bagi masyarakat sekitar Industri

Diharapkan dapat saling memberikan informasi tentang kondisi sumur gali yang memenuhi syarat dan dampak yang ditimbulkan dari logam berat yang digunakan pada industri rumah tangga

d. Bagi Penelitian selanjutnya

1. Perlu adanya penelitian tentang kandungan logam berat lainnya (Kromium) pada limbah cair industri pelapisan logam yang dapat mencemari air bersih.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang faktor lain seperti konsumsi air sumur gali yang mengandung nikel dengan keluhan kesehatan.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang kandungan nikel dengan menggunakan fitoremediasi guna meminimalisir kandungan nikel (Ni).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. *Toxicological Profile for Nickel*. U.S. Department of Health and Human Service. Online <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.pdf> (Diakses pada tanggal 11 Juni 2017)
- Amir, H. & Djajaningrat, S. 1998. *Penilaian Secara Cepat Sumber Sumber Pencemaran Air, Tanah dan Udara*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2015. *Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair*. Jakarta : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2016. *Jawa Timur dalam Angka (JDA)*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur
- Badan Standarisasi Indonesia. 2004. SNI 06-6989 18-2004 Cara Uji Nikel (Ni) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Jakarta: Badan Standarisasi Indonesia
- Badan Standarisasi Indonesia. 2004. SNI 6989.58-2008 Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Jakarta: Badan Standarisasi Indonesi
- Chandra, B. 2009. *Ilmu Kedokteran Pencegahan dan Komunitas*. Jakarta: Rineka Cipta
- Departemen Kesehatan RI. 1990. *Pendidikan Medik Pemberantasan Diare*. Jakarta: Dirjen PPM-PLP Depkes RI
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius cet 8
- Fajarini, S. 2013. *Analisis Kualitas Air Tanah Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kelurahan Sumur Batu Bantar Gebang Bekasi Tahun 2013*. 2013. *Skripsi*. Universitas Islam Syarif Hidayatullah

- Fardiaz, S. 2006. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung : Penerbit Yrama Widya
- Gubernur Jawa Timur. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Surabaya: Gubernur Jawa Timur
- Helmenstine, AM. 2013. *Electroplating Introduction to Electroplating*. Knoxville: University of Tennessee
- Irfandi, A, Ashar, T, Chahaya, I. 2013. Analisis Kandungan Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Air Sumur Gali Penduduk Di Sekitar Industri Daur Ulang Aki dan Gangguan Kesehatan pada Masyarakat Desa Bandar Khalipah Kabupaten Deli Serdang Tahun 2013 *Jurnal*. Kesehatan Lingkungan
- Kantor Desa Ngingas. 2016. *Profil Desa Ngingas Tahun 2016*. Ngingas: Kantor Desa Ngingas
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Pengelolaan B3. 2017. Mengenal Logam Berat. Jakarta.
- Ketut, Sumada. 2006. *Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Elektroplating Yang Efisien*. Jurnal Teknik Kimia 1 (1) PP 26-36 ISSN 1978-0419
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Penerbit ANDI
- Kusnoputranto, H. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: FKM UI
- Miller, G., & Connell, D. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia
- Mokoaguow, D. 2008. *Indeks Keanekaragaman Biota Perairan sebagai Indikator Biologis Pencemaran Logam Berat di Perairan Pantai Bitung, Sulawesi Utara*. Ekoton, 8 (2): 31-40
- Mukono, H.J. 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Munfiah, S, Nurjazili dan Setiani, O. 2013. Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal*. Kesehatan Lingkungan. Volume 12:2

- Nazir, M. 2009. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Nurul M. dan Azizah R. 2015. Hubungan Paparan Nikel Dengan Gangguan Kesehatan Kulit Pada Pekerja Industri Rumah Tangga Pelapisan Logam di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal. Kesehatan Lingkungan*. Volume 1:1
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 32. 2017. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 416. 1990. Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 492. 2010. Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta : Kementerian Kesehatan
- Peraturan Pemerintah No 82 Tahun. 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta : Peraturan Pemerintah
- Purwanto, 2005. *Tujuan Pendidikan dan Hasil Belajar*. Jakarta. Jurnal Teknodik Depdiknas
- Ridhowati, S. 2013. *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Yogyakarta: Graha ilmu
- Rosadi, D. 2008. Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Lumpur Sidoarjo dan Sekitarnya, Jawa Timur (Setahun Setelah Letusan). *Jurnal. Buletin Geologi Tata Lingkungan*. Volume 18:1
- Said, N.I. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Saito, M., Arakaki, R., Yamada, A., Tsunematsu, T., Kudo, Y., Ishimaru, N. 2016. Molecular Mechanisms of Nickel Allergy. Japan: Tokushima University. Departemen of Oral Molecular Pathology
- Saleh, A. A. 2014. *Electroplating Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik*. Bandung : Yrama Widya
- Sarudji, D. 2015. *Kesehatan Lingkungan*. Sidoarjo : Media Ilmu
- Sastroasmoro, et.al. 2014. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis Edisi 5*. Jakarta: Sagung Seto

- Singarimbun, M. dan Sofian, E. 2006. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta : LP3ES
- Siregar, Y. I dan Edward, J. 2010. Faktor Konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn Dalam Sedimen Perairan Pesisir Kota Dumai Pekanbaru. *Jurnal*. Maspari 01 (2010) 01-10
- Situmorang, M. 2017. *Kimia Lingkungan*. Depok : Rajagrafindo Persada
- Soeparman dan Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja & Limbah Cair*. Jakarta: EGC
- Suarsana, K.I. 2008. Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan. *Jurnal*. Teknik Mesin. Volume 2:1
- Sumiyati, S, Viobeth, B.R dan Sutrisno, E. 2012. Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*). *Jurnal*. Teknik UNPAD
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suryana, R.H. 2013. *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar*. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin
- Tumanggors, D. 2012. Pengaruh Pengerukan Pasir terhadap Kualitas Perairan Sungai Tanjung Kabupaten Batubara. USU Press. Medan. Vol 1 No.2: 23-37
- Undang-Undang Republik Indonesia No 32. 2009. Kesehatan. Jakarta : Lembaran Republik Indonesia
- Universitas Jember. 2015. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Viobeth, B.R, Sumiyati, S, Sutrisno, E. 2012. Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*). *Jurnal*. Teknik Lingkungan
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang : UMM Press
- Widowati, W., Sastiono, A., & Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: ANDI.

**Lampiran A. Lembar Persetujuan**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat :

Bersedia sarana sumur gali saya menjadi obyek penelitian dari

Nama : Lisa Puspita Sari

NIM : 132110101131

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Peminatan : Kesehatan Lingkungan

Judul Penelitian : Analisis Kandungan Nikel (Ni) Pada Limbah Cair Dan Air Sumur Gali Serta Keluhan Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru )

Dengan ini saya menyatakan secara sadar dan sukarela untuk mengijinkan limbah cair dan sumur gali saya menjadi objek penelitian ini.

Jember , 18 Maret 2018

---

(Nama Terang )

**Lampiran B. Lembar Wawancara Penelitian untuk Pemilik Industri****PANDUAN WAWANCARA PEMILIK INDUSTRI**

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	

Keterangan pemilik industri	
Nama pemilik	
Alamat	

**A. Industri Pelapisan Logam**

1. Kapan industri milik bapak/ibu ini mulai berdiri?
2. Berapakah jumlah pekerja yang bekerja di industri ini?
3. Pada hari apa saja industri ini beroperasi?
4. Pada pukul berapa industri ini mulai beroperasi?
5. Apakah industri ini telah mendapatkan izin usaha?
6. Jika iya, pada tahun berapa industri ini mulai mendapat izin?
7. Berapakah jumlah nikel (Ni) yang digunakan dalam sehari?
8. Apa saja jenis produk yang dihasilkan?
9. Apakah terdapat target produksi pada setiap harinya?

**Lampiran C. Lembar Wawancara Penelitian untuk Karyawan****PANDUAN WAWANCARA KARYAWAN**

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	

Keterangan karyawan industri	
Nama karyawan	
Umur	

**A. Proses Pelapisan Logam**

No.	Tahapan Proses	Alat	Bahan	Proses/Prosedur Kerja
1.				
2.				
3.				
dsb.				

**Lampiran D. Lembar Wawancara Penelitian untuk Responden****PANDUAN WAWANCARA RESPONDEN**

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	

Keterangan responden	
Nama responden	
Alamat responden	
Umur responden	

Petunjuk pengisian:

Berilah tanda centang pada jawaban yang diyakini kebenarannya, sesuai dengan observasi dilapangan. Responden dengan batasan umur 17 Tahun.

No	Aspek yang Diobservasi	Ya (0)	Tidak (1)
1.	Pengguna air sumur gali		
	a. Apakah anda menggunakan air sumur gali $\geq$ 1 tahun untuk memehuni kebutuhan sehari-hari anda hingga sampai saat ini?		
	b. Apakah anda menggunakan air sumur gali untuk dikonsumsi MCK ?		
	c. Apakah anda menggunakan air sumur gali untuk dikonsumsi dan MCK?		
2.	Keluhan masyarakat tentang air sumur		
	a. Apakah air sumur gali dirumah anda berbau?		
	b. Apakah air sumur gali dirumah anda berasa?		
	c. Apakah air sumur gali dirumah anda berwarna?		

No	Aspek yang Diobservasi	Ya (0)	Tidak (1)
2.	<p data-bbox="351 398 821 432">Keluhan kesehatan pada masyarakat</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="351 439 1013 528">a. Apakah anda memiliki riwayat alergi kulit akibat perhiasan?</li><li data-bbox="351 544 1013 633">b. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti kulit kemerahan pada jari-jari?</li><li data-bbox="351 649 1013 801">c. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti seperti kulit kemerahan pada tangan?</li><li data-bbox="351 817 1013 969">d. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti seperti kulit kemerahan pada pergelangan tangan serta lengan?</li><li data-bbox="351 985 1013 1070">e. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti seperti gatal-gatal pada jari-jari?</li><li data-bbox="351 1086 1013 1171">f. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti seperti gatal-gatal pada tangan?</li><li data-bbox="351 1187 1013 1350">g. Apakah andah pernah mengalami gejala pada kulit seperti seperti gatal-gatal pada pergelangan tangan serta lengan?</li></ul>		

**Lampiran E. Lembar Observasi Penelitian****LEMBAR OBSERVASI**

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	
Waktu pengumpulan data	

**A. Hasil Observasi Proses Pelapisan Logam**

<b>No</b>	<b>Aspek yang Diobservasi</b>	<b>Tidak Memenuhi (0)</b>	<b>Memenuhi (1)</b>
1.	Volume Limbah Cair/ sekali proses produksi		

**Lampiran F. Lembar Observasi Penelitian****LEMBAR OBSERVASI**

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	
Waktu pengumpulan data	

**A. Hasil Observasi Kualitas Fisik Air Sumur Gali**

No	Aspek yang Diobservasi	Ya (0)	Tidak (1)
1.	Bau		
2.	Rasa		
3.	Warna		

## Lampiran G. Dokumentasi Penelitian

### A. Proses Pelapisan Logam



Gambar 1. Bahan baku yang telah dipoles guna memperhalus dan pemerataan permukaan bahan



Gambar 2. Bahan Baku dimasukkan ke dalam larutan HCL



Gambar 3. Bahan baku dimasukkan ke dalam larutan asam sulfat



Gambar 4. Kemudian masukkan kedalam larutan soda api



Gambar 5. Membersihkan bahan baku dengan sabun cuci piring



Gambar 6. Melapisi bahan baku dengan Nikel selama 20 menit



Gambar 7. Melapisi bahan baku dengan Kromium dan membilasnya dengan air

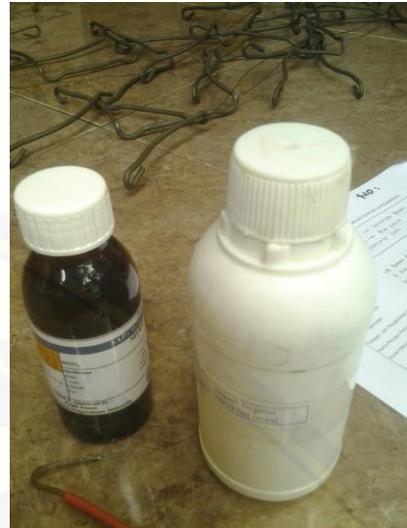


Gambar 8. Mengeringkan dengan bantuan sinar matahari

## B. Pengambilan Sampel Air Limbah



Gambar 9. Proses penampungan limbah cair



Gambar 10. Memasukkan limbah cair kedalam botol dan memberi pengawet  $\text{HNO}_3$

## C. Pengambilan Sampel Air Sumur Gali



Gambar 11. Memasukkan sampel air sumur gali kedalam botol



Gambar 12. Memeriksa pH air sumur gali



Gambar 13. Memeriksa kualitas fisik air sumur gali



Gambar 14. Wawancara dengan responden



Gambar 15. Memeriksa sampel ke Laboratorium

## Lampiran H. Surat Ijin Penelitian dari Bakesbangpol Kab. Sidoarjo



**PEMERINTAH KABUPATEN SIDOARJO**  
**BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK**  
 Jl. Raya A. Yani No. 4 Telp./Fax. 031 8921954  
 S I D O A R J O - 61211  
 www.bakesbangpol.sidoarjokab.go.id

---

Sidoarjo, 11 Desember 2017

Kepada  
 Yth. 1. Sdr. KEPALA DINAS PEKERJAAN UMUM  
 DAN PENATAAN RUANG KABUPATEN SIDOARJO  
 2. Sdr. KEPALA DINAS PERUMAHAN DAN PEMUKIMAN  
 KABUPATEN SIDOARJO  
 3. Sdr. CAMAT W A R U

Nomor : 072/ 1031 /404.6.5/2017  
 Sifat : Penting  
 Lampiran : -  
 Perihal : Rekomendasi Penelitian/Survey/Kegiatan  
 An. Sdr. LISA PUSPITA SARI

di-  
**SIDOARJO**

Berdasarkan Surat dari Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Provinsi Jawa Timur Nomor : 070 / 14665 / 209.4 / 2017 Tanggal 11 Desember 2017 Perihal Permohonan Ijin Penelitian / Survey / Kegiatan / PKL / Research, maka bersama ini kami hadapkan :

Nama : LISA PUSPITA SARI  
 Tempat/Tgl Lahir : Jakarta, 22 Agustus 1994  
 Pekerjaan : Mahasiswi  
 Alamat : PERUM TNI –AL BLOK C9 – 14  
 Kel/Ds. Kedung Kendo RT. 025 – RW. 008 Kec. Candi Kab. Sidoarjo  
 Instansi/Fak/Jurusan : UNIVERSITAS JEMBER / FAK. KESEHATAN MASYARAKAT  
 NIM/NIS/NIP/NIK : 132110101131 NIK 35150726208930003  
 Judul : ANALISIS KANDUNGAN NIKEL ( Ni ) PADA LIMBAH CAIR DAN AIR SUMUR GALI SERTA KELUHAN KESEHATAN PADA MASYARAKAT SEKITAR INDUSTRI LOGAM  
 ( STUDI DI UD. AJI BATARA PERKASA MANDIRI ( ABP ) DESA NGINGAS KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO )  
 Pembimbing : 1. RAHAYU SRI PUJIATI, SKM., M.Kes  
 2. ANITA DEWI MOELYANINGRUM, SKM., M.Kes  
 Bidang : Kesehatan Lingkungan  
 Tujuan : Pengumpulan Data & Wawancara Keperluan Skripsi  
 Lama Survey : 12 Desember 2017 s/d 12 Maret 2018  
 Telepon - Hp : 0857 8500 7475

Untuk melakukan penelitian/survey/PKL/KKn/Magang di Instansi/Wilayah Saudara guna kepentingan studi, dengan syarat-syarat/ketentuan sebagai berikut :

1. Berkewajiban menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib di daerah setempat lokasi penelitian/survey/PKL/KKn/Magang.
2. Pelaksanaan penelitian agar tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kesetabilan keamanan dan ketertiban didaerah/lokasi.
3. Yang bersangkutan diberi tugas sesuai relevansinya dengan mata kuliah / pelajaran di sekolah / perguruan tinggi.
4. **Wajib melaporkan hasil penelitian ke Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Kabupaten Sidoarjo dalam kesempatan pertama.**
5. Surat Keterangan ini akan dicabut/tidak berlaku apabila yang bersangkutan tidak memenuhi syarat-syarat serta ketentuan seperti tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.

**Tembusan :**  
 Yth. 1. Sdr. Kepala Bappeda Kabupaten Sidoarjo  
 2. Sdr. Kepala Desa Ngingas Kecamatan Waru  
 3. Sdr. Pimpinan UD. Aji Batara Perkasa Mandiri  
 Desa Ngingas Kecamatan Waru  
 4. Sdr. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
 Universitas Jember di Jember  
 5. Sdr. Yang Bersangkutan



AN. KEPALA BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK  
 KABUPATEN SIDOARJO  
 SEKRETARIS  
**ZAINUL ARIFIN, SH**  
 Pembina Tk. I  
 NIP. 19630421 198603 1015

**Lampiran I. Surat Ijin Penelitian dari Kantor Kepala Desa Ngingas**

PEMERINTAH KABUPATEN SIDOARJO  
KECAMATAN WARU  
**KANTOR KEPALA DESA NGINGAS**

Jl. Ngingas Selatan No. 01 Telp. (031) 8535447 Kode Pos 61256

**SURAT KETERANGAN**

Reg.No : 866 /404.8.6.4 /XII/ 2017

Berdasarkan Surat Permohonan Ijin Penelitian Nomor 072/1031/404.6.5/2017 Universitas Jember Tanggal 11 Desember 2017 perihal tersebut pada pokok surat, maka bersama ini kami memberi ijin penelitian kepada :

Nama : LISA PUSPITA SARI  
NIM : 132110101131  
Program Studi : S1 Kesehatan Masyarakat

Untuk melakukan penelitian dengan judul :  
ANALISA KANDUNGAN NIKEL (Ni) PADA LIMBAH CAIR DAN AIR SUMUR GALI SERTA  
KELUHAN KESEHATAN PADA MASYARAKAT SEKITAR INDUSTRI LOGAM  
Lokasi Penelitian : Kelurahan Desa Ngingas Sidoarjo  
Waktu : 12 Desember 2017 s/d 12 Maret 2018

Demikian surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ngingas, 19 Desember 2017  
Kepala Desa Ngingas

H. SAMI'AN S/Pd

## Lampiran J. Hasil Pengujian Limbah Cair

No : 28.2/FPP  
Revisi : 1



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jl. Wisata Menanggal 38 SURABAYA Telp. (031) 8541807 Fax. (031) 8530482



Sertifikat pengujian ini hanya berlaku untuk jenis dan kode contoh uji yang tertera serta tidak boleh digunakan kecuali seluruhnya tanpa persetujuan dari laboratorium

**SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN**  
NO : 660 / 2786 / 111.6 / 2017

**I. LUMUM**

1 Kode Laboratorium : ALI/XII/2017/2786  
 2 Nama Industri : UD. BATARA AJI PERKASA MANDIRI (ABP)  
 3 Alamat : Jl. Kolonel Sugiono RT. 03 RW. 01, Ngingas - Sidoarjo  
 4 Telp / Fax : -  
 5 Jenis Industri/kegiatan Usaha : Elektroplating  
 6 Jenis Contoh Uji : Air Limbah Industri  
 7 Rentang Pengujian : 21-Des-17 s/d 02-Jan-18

**II. DATA PENGIRIM CONTOH UJI**

1 Instansi : UD. BATARA AJI PERKASA MANDIRI (ABP)  
 2 Alamat : Jl. Kolonel Sugiono RT. 03 RW. 01, Ngingas - Sidoarjo  
 3 Petugas Pengambil Contoh : Lisa Puspita Sari  
 4 Tanggal / Jam pengambilan : 21 Desember 2017 / 11:15  
 5 Tanggal / Jam diterima Laboratorium : 21 Desember 2017 / 12:52  
 6 Lokasi / Titik pengambilan contoh uji : Outlet  
 7 Metode Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008  
 8 Data Lapangan  
 \* Debit rata-rata limbah cair selama pemantauan : - M<sup>3</sup>/hari  
 \* Produksi/Penggunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan : - M<sup>3</sup>/hari  
 \* pH pada waktu pengambilan : 7,0 °C \*)

**III. HASIL PENGUJIAN**

NO	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	MDL	HASIL UJI	ACUAN METODE	KETERANGAN
	Volume Limbah Cair per satuan produk	L per m <sup>3</sup> produk yang dilapisi	20	-	-	-	
1	Zn	mg/l	1,0	0,00988	0,935	APHA 3111 B - 2012	
2	Ni	mg/l	1,0	0,0132	7,19	APHA 3111 B - 2012	Melebihi

**IV. INTERPRETASI HASIL PENGUJIAN**  
Kualitas limbah cair tersebut :



**Drs. E. SUHARYONO BASUKI, MM**  
NIP. 19611220 198608 1 001

Surabaya, 03 Januari 2018

Manajer Teknis  
  
**WAHYU NUGROHO**

LAB. LINGKUNGAN JAWA TIMUR

Hal 1 dari 1

Lampiran K. Hasil Pengujian Air Sumur Gali



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR**  
**DINAS LINGKUNGAN HIDUP**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS LABORATORIUM LINGKUNGAN**  
 Jl. Wisata Menanggal 38 SURABAYA Telp. (031) 8541807 Fax. (031) 8530482



No - 26.2/FPP  
Revisi -1

*Sertifikat pengujian ini hanya berlaku untuk jenis dan kode contoh uji yang tertera serta tidak boleh digandakan keuahi seluruhnya tanpa persetujuan dari laboratorium*

**SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN**  
NO : 660 / 2901 / 111.6 / 2017

**I. U M U M**

1 Kode Contoh Uji : AB/XII/2017/2901  
 2 Nama : AIR SUMUR GALI MILIK WARGA DESA NGINGAS  
 3 Alamat : JL. KALIMANTAN 37, UNEJ KAMPUS TEGAL BOTO, SUMBERSARI JEMBER  
 4 Telp / Fax : 085785007475  
 6 Jenis Contoh Uji : Air Bersih  
 7 Rentang Pengujian : 29-Des-17 s.d 05-Jan-18

**II. DATA PENGIRIM CONTOH UJI**

1 Nama / Instansi : LISA PUSPITA SARI  
 2 Alamat : JL. KALIMANTAN 37, UNEJ KAMPUS TEGAL BOTO, SUMBERSARI JEMBER  
 3 Petugas Pengambil Contoh : Lisa Puspita Sari

**Rekapitulasi Hasil Pengujian Parameter Nikel (Ni)  
Pada Air Sumur Gali**

No	Tanggal Pengambilan	Waktu Pengambilan	Kode Lab	Titik Pengambilan	Metode Deteksi Limit	Hasil Uji	Keterangan
1.	22 Desember 2017	06.30	Timur 1	Kran Halaman Depan Rumah	0,0132	0,0143	Ada Kandungan Nikel

2.	22 Desember 2017	06.58	Timur 2	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0222	Ada Kandungan Nikel
3.	22 Desember 2017	07.20	Timur 3	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,110	Ada Kandungan Nikel
4.	22 Desember 2017	07.42	Timur 4	Kran Bagian Samping Rumah	0.0132	0,0583	Ada Kandungan Nikel
5.	22 Desember 2017	08.05	Timur 5	Kran Bagian Belakang Rumah	0.0132	0,0261	Ada Kandungan Nikel
6.	22 Desember 2017	08.25	Timur 6	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,114	Ada Kandungan Nikel
7.	22 Desember 2017	08.53	Timur 7	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0369	Ada Kandungan Nikel
8.	22 Desember 2017	09.18	Timur 8	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0773	Ada Kandungan Nikel
9.	22 Desember 2017	09.41	Barat 1	Kran Bagian Samping Rumah	0.0132	0,106	Ada Kandungan Nikel
10.	22 Desember 2017	10.00	Barat 2	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0465	Ada Kandungan Nikel
11.	23 Desember 2017	07.00	Barat 3	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,113	Ada Kandungan Nikel
12.	23 Desember 2017	07.31	Barat 4	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0440	Ada Kandungan Nikel
13.	23 Desember 2017	08.00	Barat 5	Kran Bagian Samping Rumah	0.0132	0,0492	Ada Kandungan Nikel
14.	23 Desember 2017	08.29	Selatan 1	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0217	Ada Kandungan Nikel
15.	23 Desember 2017	08.50	Selatan 2	Kran Halaman Depan Rumah	0.0132	<0,0132	Tidak Ada Kandungan Nikel
16.	23 Desember 2017	09.02	Selatan 3	Kran Bagian Belakang Rumah	0.0132	0,0217	Ada Kandungan Nikel
17.	23 Desember 2017	09.16	Selatan 4	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0217	Ada Kandungan Nikel

18.	23 Desember 2017	09.35	Selatan 5	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0813	Ada Kandungan Nikel
19.	23 Desember 2017	09.45	Selatan 6	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0158	Ada Kandungan Nikel
20.	23 Desember 2017	09.59	Selatan 7	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0671	Ada Kandungan Nikel
21.	23 Desember 2017	10.12	Selatan 8	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,114	Ada Kandungan Nikel
22.	23 Desember 2017	10.30	Selatan 9	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,116	Ada Kandungan Nikel
23.	23 Desember 2017	10.47	Selatan 10	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,105	Ada Kandungan Nikel
24.	23 Desember 2017	11.02	Selatan 11	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,125	Ada Kandungan Nikel
25.	23 Desember 2017	11.32	Selatan 12	Kran Tempat Cuci Piring	0.0132	0,0389	Ada Kandungan Nikel
26.	23 Desember 2017	11.53	Selatan 13	Kran Bagian Samping Rumah	0.0132	0,0166	Ada Kandungan Nikel

Surabaya, 08 Januari 2018


  
 Kepala UPT Laboratorium Pengukuran/  
 Manajer Mutu  
Drs. Ec. SUHARYONO BASUKI, MM  
 NHR. 19410271980081001

Manajer Teknis

  
WAIYANDUGROHO

**Lampiran L. Hasil SPSS**

a. Kandungan Nikel pada Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan

**Case Processing Summary**

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
kandungannikel * keluhankesehatan	26	100,0%	0	0,0%	26	100,0%

**kandungannikel \* keluhankesehatan Crosstabulation**

		keluhankesehatan		Total
		ya	tidak	
kandungannikel	Ada	Count 7	Count 18	Count 25
		% of Total 26,9%	% of Total 69,2%	% of Total 96,2%
	tidakada	Count 0	Count 1	Count 1
		% of Total 0,0%	% of Total 3,8%	% of Total 3,8%
Total		Count 7	Count 19	Count 26
		% of Total 26,9%	% of Total 73,1%	% of Total 100,0%

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,383 <sup>a</sup>	1	,536	1,000	,731
Continuity Correction <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,642	1	,423		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	,368	1	,544		
N of Valid Cases	26				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,27.

b. Computed only for a 2x2 table

## b. Penggunaan Air Sumur Gali dengan Keluhan Kesehatan

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
penggunaairsumur * keluhankesehatan	78	100,0%	0	0,0%	78	100,0%

penggunaairsumur \* keluhankesehatan Crosstabulation

		keluhankesehatan		Total	
		ya	tidak		
penggunaairsumur	KonsumsidanMCK	Count	2	24	26
		% of Total	2,6%	30,8%	33,3%
	MCK	Count	5	47	52
		% of Total	6,4%	60,3%	66,7%
Total		Count	7	71	78
		% of Total	9,0%	91,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,078 <sup>a</sup>	1	,779		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,080	1	,777		
Fisher's Exact Test				1,000	,571
Linear-by-Linear Association	,077	1	,781		
N of Valid Cases	78				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,33.

b. Computed only for a 2x2 table