

STUDI KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR DARI KEGIATAN RUMAH PEMOTONGAN AYAM (STUDI KASUS PT.X & PT.Y) DI YOGYAKARTA

Ruwinda Okta Pratiwi

15513055

ABSTRACT

Ruwinda Okta Pratiwi. Study of Characteristics of Wastewater in the Leather Tanning Industry and Its Impact on the Environment in Bantul, D.I. Yogyakarta. Supervised by Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M. Eng and Luqman Hakim, S.T., M.Sc.

Ruwinda Okta Pratiwi. Study of Characteristics of Waste Water in the Leather Tanning Industry and Its Impact on the Environment in Bantul, D.I. Yogyakarta. Supervised by Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M. Eng and Luqman Hakim, S.T., M.Sc.

The characteristics of waste in the leather tanning industry are influenced by the type and nature of the skin processed in the process and the technology applied. leather tanning is included in the category of high pollutants, high pollutants derived from the wet process (Beam House) and tanning process. The purpose of this study is to determine the characteristics of liquid waste produced by the leather tanning industry at each stage, identify the impacts that occur due to the tanning industry skin, and Knowing the level of pollution of industrial waste liquid leather in the river water of residents in the vicinity of the industry. Testing is done in two places, namely at PT.X and PT.Y In accordance with DIY Regulation No. 7 of 2016, the test parameters amounted to 10 parameters, namely, BOD, COD, TSS, pH, temperature, sulfide, ammonia, total chromium, and fat oil In these two industries there are differences, wherein PT.X there are only Dyeing and Tanning processes, while at PT.Y there are six processes namely, washing, soaking, liming, deliming, batting, pickling. Laboratory test results show that these two PTs exceeded the quality determined by PERDA DIY No. 7 of 2016. The level of COD in wastewater was very high, respectively at the PT X and PT.Y WWTP inlets were 11875 mg / L and 49750 mg / L. To find out the potential for pollution due to the leather tanning industry COD parameter testing was carried out on rivers around the industry.

Keywords: Characteristics, Wastewater, Tannery

ABSTRAK

RUWINDA OKTA PRATIWI. Studi Karakteristik Limbah Cair dari Kegiatan Penyamakan kulit di Bantul, D.I Yogyakarta (Studi Kasus PT.X Dan Y). Dibimbing oleh Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. dan Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Karakteristik limbah di industri penyamakan kulit dipengaruhi oleh jenis dan sifat kulit yang di proses serta teknologi yang diterapkan. penyamakan kulit termasuk dalam kategori pencemar yang tinggi, limbah pencemar yang tinggi berasal dari proses basah (Beam House) dan proses penyamakan. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui karakteristik limbah cair yang dihasilkan industri penyamakan kulit pada setiap tahapan, mengidentifikasi dampak yang terjadi akibat industri penyamakan kulit, dan serta Mengetahui tingkat pencemaran limbah cair industri pegoonyamakan kulit pada air sungai warga pada sekitar industri. Pengujian dilakukan di dua tempat yaitu pada PT.X dan PT.Y. Sesuai dengan PERDA DIY no.7 Tahun 2016 parameter uji berjumlah 10 parameter yaitu, BOD, COD, TSS, pH, suhu, Sulfida, ammonia, krom total, dan minyak lemak Pada dua industri ini terdapat perbedaan, dimana pada PT.X hanya ada proses Dyieng dan Tanning, sedangkan pada PT.Y terdapat enam proses yaitu, washing, soaking, liming, deliming, batting, pickling. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa pada kedua PT ini melebihi bakumutu yang ditetapkan oleh PERDA DIY no.7 Tahun 2016. Kadar COD pada air limbah terdapat sangat tinggi, secara berturut-turut pada inlet IPAL PT X dan PT.Y adalah 11875 mg/L dan 49750 mg/L. Untuk mengetahui potensi pencemaran akibat industri penyamakan kulit pengujian parameter COD dilakukan pada sungai disekitar industri.

Kata kunci : Karakteristik, Limbah Cair, Industri Penyamakan Kulit

1. PENDAHULUAN

Industri kulit serta produk dari kulit merupakan salah satu industri andalan Nasional. Bahan baku industri ini berbasis kepada sumber daya alam dalam negeri, sehingga memberikan nilai tambah yang cukup tinggi. Kulit dan produk kulit dari Indonesia diminati oleh pasar luar negeri. Produk yang disukai oleh konsumen luar negeri diantaranya adalah produk sarung tangan, alas kaki, pakaian jadi, jaket, dan garmen kulit lainnya. Produk sarung tangan khususnya sarung tangan golf buatan Indonesia sudah dikenal konsumen internasional terutama konsumen di Amerika, Eropa, dan Jepang. Indonesia menguasai 36,3% pangsa pasar dunia untuk sarung tangan kulit, 15% untuk sepatu olahraga, 1 – 2% sepatu non-olahraga, 4,3% produk pakaian jadi,

jaket dan garmen kulit, serta 5% untuk produk tas, dompet, dan ikat pinggang. (Gumilar, Triatmojo, Yusiati, & Metode, 2015)

Di Indonesia kualitas kulit domba berbeda antara berbagai bangsa dan asal kulit. Kulit Domba Garut memiliki kualitas yang baik karena tingkat kecacatannya relatif lebih sedikit, hal ini disebabkan karena sistem pemeliharaan yang dilakukan sangat intensif. Kulit Domba Garut juga memiliki luas yang lebih dibandingkan dengan kulit domba lainnya, hal ini disebabkan karena bobot Domba Garut relatif lebih berat dibandingkan dengan bangsa domba lainnya. Domba dengan bobot potong lebih berat akan menghasilkan berat kulit mentah yang lebih besar dan berat kulit mentah yang besar akan menghasilkan kulit jadi yang lebih besar pula. Kualitas kulit yang lebih baik dan luas kulit yang lebih besar menyebabkan kulit Domba Garut cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk garmen seperti jaket, baju, rok, dan celana panjang. Industri kulit dipandang sebagai industri penting, tetapi masih banyak permasalahan yang masih perlu dibenahi. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh industri ini adalah teknologi produksi, seperti teknologi penyamakan. Berbagai jenis zat kimia digunakan pada proses penyamakan kulit sehingga limbahnya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Isu produksi bersih dan isu lingkungan telah menjadi sorotan utama berbagai pihak. Konsumen luar negeri terutama konsumen Eropa dan Jepang mensyaratkan produk kulit tidak mengandung zat-zat berbahaya dan tidak mencemari lingkungan. (Gumilar et al., 2015)

Beban cemaran pada proses penyamakan kulit dihasilkan dari tiap tahapan proses produksi. Tahapan yang paling banyak menghasilkan limbah adalah tahap pra penyamakan yang menyumbangkan limbah sebanyak 70 – 80%. Pada tahap pra-penyamakan yang paling banyak menghasilkan limbah adalah tahap buang rambut. Penggunaan kapur dan natrium sulfida (Na_2S) menyebabkan peningkatan limbah berupa lumpur kapur dan bubur rambut. Penggunaan natrium sulfida untuk menghancurkan kulit juga menyebabkan timbulnya limbah beracun berupa hidrogen sulfida yang dapat menyerang susunan syaraf manusia (Thanikaivelan *et al.*, 2005).

Berbagai upaya dikembangkan oleh peneliti-peneliti di seluruh dunia agar proses pengolahan kulit tidak membahayakan konsumen dan lingkungan. Pendekatan baru diantaranya dikemukakan oleh Thanikaivelan *et al.* (2004) yaitu dengan menghindari sumber polusi agar limbahnya dapat diminimalisasi, sedangkan Kumar *et al.* (2011) mengemukakan konsep *green chemistry* dengan cara meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku, menghindari penggunaan zat kimia berbahaya dan beracun selama proses produksi, serta mengurangi limbah yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilaksanakan ditunjukkan pada **Gambar 2. 1** diagram alir metode penelitian :



Gambar 2. 1 Diagram alir metode penelitian

- Metode Neraca Massa

Metode Neraca Massa yaitu model matematika yang menggunakan perhitungan untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*) yang berasal dari sumber pencemar *point source* dan *non point source* (KepMenLH No.110 Tahun 2003).

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} \quad \dots (1)$$

dimana :

C_R : konsentrasi rata-rata konstituen untuk aliran gabungan

C_i : konsentrasi konstituen pada aliran ke-i

Q_i : laju alir aliran ke-i

- Pengujian Parameter Kimia Air Limbah

Pengujian parameter kimia dilakukan sesuai dengan peraturan yang diacu untuk limbah industri rumah pemotongan unggas tercantum pada Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah dan acuan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Parameter Kimia Uji Limbah RPA

| Parameter | | Satuan | Metode | Acuan |
|-----------|------------------|--------|------------------|---------------------|
| Kimia | BOD | mg/l | Winkler | SNI 6989.72:2009 |
| | COD | mg/l | Refluks Tertutup | SNI 6989.2-2009 |
| | TSS | mg/l | Gravimetri | SNI 06-6989.3-2004 |
| | pH | | pH meter | SNI 06-6989.11-2004 |
| | Minyak dan Lemak | mg/l | Gravimetri | SNI 06-6989.10-2004 |

2.1. Alat Bahan dan Cara Kerja

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sesuai masing-masing parameter yang diuji dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan yang akan dijabarkan dibawah ini.

a. Biological Oxygen Demand (BOD)

Pengujian BOD dilakukan dengan metode winkler menggunakan alat winkler. Pengukuran BOD dilakukan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara biologis dalam air limbah diukur dengan cara melihat pengurangan kadar setelah di inkubasi dengan bakteri dalam inkubator selama 5 hari pada suhu 20°C (SNI 6989.72:2009).

b. Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian COD dilakukan dengan metode refluks tertutup menggunakan alat tabung refluks. Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah secara kimia menggunakan oksidator kuat $K_2Cr_2O_7$ secara spektrofotometri (SNI 6989.2:2009).

c. Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian TSS dilakukan dengan metode gravimetri. Pengukuran TSS dilakukan dengan menyaring contoh uji menggunakan kertas saring sehingga residu tertahan untuk kemudian dikeringkan didalam oven.

d. pH (Derajat Keasaman)

Pengujian pH dilakukan dengan metode pH meter. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter dengan pengamatan langsung dilapangan.

e. Minyak Lemak

Pengujian minyak lemak dilakukan dengan metode gravimetri. Pengukuran minyak lemak dilakukan dengan cara contoh uji di ekstraksi dengan pelarut dalam corong pisah kemudian ekstrak minyak dan lemak dipisahkan untuk di distilasi. Residu yang tertinggal di distilasi selanjutnya di oven dan desikator untuk ditimbang (SNI 6989.10-2004).

f. Amonia

Pengujian ammonia dilakukan dengan metode spektrofotometer secara fenat. Pengukuran dilakukan dengan cara contoh uji dimasukkan dalam Erlenmeyer dengan ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan nitropusid, tutup Erlenmeyer menggunakan plastic paraffin dan ditunggu selama 1 jam untuk pembentukan warna, setelah itu ukur sampel pada spektrofotometer dengan gelombang 640 nm. Pengukuran

g. Sulfida

Pengujian sulfida dilakukan dengan metode iodometri. Pengukuran dilakukan dengan cara larutan iodine dimasukkan dalam Erlenmeyer dengan volume tertentu yaitu sebesar 0,0250 N, tambahkan 2 mL HCL 6N, masukkan contoh uji dengan volume 200 mL, setelah itu titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,0250 N

h. TDS

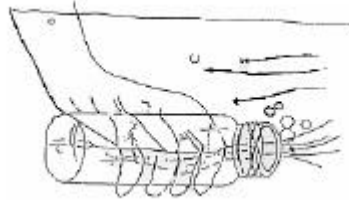
Pengujian TDS dilakukan dengan menggunakan alat TDS meter. TDS meter di celupkan ke sampel contoh uji untuk mengetahui jumlah zat yang terlarut

i. Krom Total

Pengujian krom total dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Pada contoh uji dimasukkan kedalam Erlenmeyer sebanyak 100 mL, setelah itu dilakukan destruksi basah hingga larutan contoh uji menguap dan tersisa kurang lebih 10 mL, setelah itu contoh uji siap diuji dengan menggunakan alat spektrofotometri serapan atom

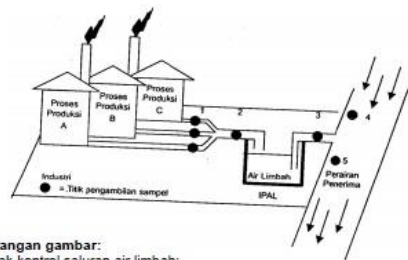
2.2. Pengambilan Sampel Air Limbah

Pengambilan sampel air limbah industri penyamakan kulit di lokasi penelitian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59:2008 tentang metoda pengambilan contoh air limbah. Pengambilan contoh sampel dilakukan dengan menggunakan botol biasa yang berukuran 1 liter secara langsung.



Gambar 3. 2 Contoh Pengambilan Air Sampel

Titik lokasi pengambilan sampel air limbah diambil pada setiap proses yang menghasilkan limbah cair. Pengambilan sampel dilakukan ketika proses berjalannya proses produksi. Pada industri PT. X, yang menghasilkan limbah cair terdapat pada proses *Tanning* dan *Dyieng*. Sedangkan pada industri PT.Y yang menghasilkan limbah cair yaitu pada *proses washing, soaking, liming, deliming, batting, pickling*. Pada kedua industri ini dilakukan pengujian pada proses akhir/bak penampung akhir yang dimana kedua industri ini telah memiliki IPAL. Pada inlet pengambilan air sampel dilakukan pada titik aliran bertubulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana limbah mengalir pada akhir proses produksi menuju ke IPAL.



Keterangan gambar:

- 1) Bak kontrol saluran air limbah;
- 2) Inlet IPAL;
- 3) Outlet IPAL;
- 4) Perairan penerima sebelum air limbah masuk ke badan air;
- 5) Perairan penerima setelah air limbah masuk badan air.

Gambar 3. 3 Pengambilan sampel pada Inlet IPAL



Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel Pada Tiap Proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan *Chemical Oxygen Demand COD*

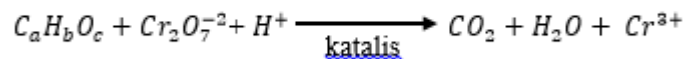
BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991). Ditegaskan lagi oleh Boyd (1990), bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). Mays (1996) mengartikan BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari pengertian ini dapat dikatakan bahwa walaupun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan.

Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relative mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptic atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam cianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relative sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar, sebagai contoh adalah kadar maksimum BOD₅ yang diperkenankan untuk kepentingan air minum dan menopang

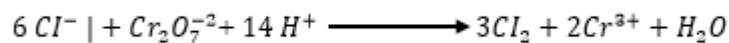
kehidupan organisme akuatik berdasarkan Kep.51/MENKLH/10/1995 nilai BOD5 untuk baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri golongan I adalah 50 mg/L dan golongan II adalah 150mg/L.

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan

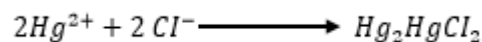
sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikroorganisme dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Oksidasi terhadap bahan organik akan mengikuti reaksi berikut ini:



Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (AgSO₄) untuk mempercepat reaksi. Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur klorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut. Klorida dapat mengganggu karena akan ikut teroksidasi oleh kalium bikromat sesuai reaksi berikut ini:



Apabila dalam larutan air terdapat klorida, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Penambahan merkuri sulfat adalah untuk mengikat ion klor menjadi merkuri klorida mengikuti reaksi berikut ini :



Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Rahmawati, Chadijah, & Ilyas, 2013).

Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum reaksi oksidasi adalah kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium *bichromat* yang dipakai pada reaksi tersebut diatas. Makin banyak kalium *bichromat* yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan banyak

tercemar oleh bahan buangan organik. Dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat ditentukan. (Wardhana, 2001).

Secara umum penjelasan tentang sumber dan manfaat COD dapat dilihat pada parameter BOD, karena kedua parameter ini mempunyai hubungan yang erat, yaitu keduanya berasal dari senyawa organik dan merupakan parameter petunjuk pencemaran oleh limbah organik. Seperti halnya BOD, air dengan nilai COD yang tinggi memberikan dampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem perairan.

Berikut hasil analisis BOD dan COD dari tiap proses produksi penyamakan kulit industri X dan Y yang diujikan di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Tabel 4.3 1 Data Hasil Pengukuran BOD

| PT.X | | | | | | |
|-----------|------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------|------------|
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| BOD | Dyieng | 6450 | 1.440-2750 (mg/l) | 632.2 (mg/l) | 2000 (mg/l) | 150 (mg/l) |
| | Tanning | 5321 | | | | |
| | Inlet Ipal | 2418 | | | | |
| PT.Y | | | | | | |
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| BOD | Washing | 11620 | 1.440-2750 (mg/l) | 632.2 (mg/l) | 2000 (mg/l) | 150 (mg/l) |
| | soaking | 10168 | | | | |
| | Liming | 6782 | | | | |
| | Deliming | 6071 | | | | |
| | Batting | 3395 | | | | |
| | Pickling | 3878 | | | | |
| | Inlet Ipal | 6782 | | | | |

Tabel 4.3 2 Data Hasil Pengukuran COD (mg/l)

| Sampel PT.X | | | | | | |
|-------------|---------|--------------------|------------------|------------|-------------|------------|
| | Unit | Konsentrasi (mg/L) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku mutu |
| COD | Dyieng | 27625 | 2748-3132 (mg/L) | 980 (mg/L) | 4000 (mg/L) | 110 (mg/L) |
| | Tanning | 19000 | | | | |
| | Inlet | 11875 | | | | |
| Sampel PT.Y | | | | | | |
| COD | Washing | 34750 | 2748-3132 (mg/L) | 980 (mg/L) | 4000 (mg/L) | 110 (mg/L) |
| | soaking | 33250 | | | | |
| | Liming | 38750 | | | | |

| | | | | | |
|----------|-------|--|--|--|--|
| Deliming | 40250 | | | | |
| Batting | 44750 | | | | |

Hasil Pengujian BOD yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.1 pada PT.X yang tahapan pengolahannya dimulai dari kulit *pickle* menunjukkan bahwasannya rendahnya bahan organik yang terkandung pada Tahapan proses PT.X . Sedangkan pada PT.Y tahapan proses dimulai dari kulit mentah, yang masih menempelnya sisa sisa darah kambing/domba pada kulit. Sehingga faktor yang mempengaruhi tingginya bahan organik yaitu sisa sisa darah yang terlarut dalam air. Pada tahap akhir proses produksi, diperoleh hasil bahwa kadar BOD PT.X dan PT.Y untuk semua tahapan produksi yang menghasilkan air limbah dan akhir proses produksi belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu 150 mg/l.

Kadar BOD yang tinggi menunjukkan tingginya kandungan pencemar dan berdampak buruk bagi ekosistem dan biota perairan makin banyak kandungan zat organik juga membuat konsentrasi BOD semakin tinggi. Tingginya kadar BOD akan membuat oksigen terlarut yang terkandung dalam perairan akan menurun sehingga kehidupan biota perairan yang membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya akan terganggu (Mbuligwe, 2011).

Hasil Pengujian COD yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.2 menunjukkan kadar COD pada PT.Y lebih tinggi daripada kadar PT.X pada tahapan produksi. Hal ini disebabkan pada PT.Y banyaknya bahan organik pada limbah yang mengakibatkan oksigen terlarut dalam air sangat rendah yang Pada tahap akhir proses produksi, diperoleh hasil bahwa kadar COD PT.X dan PT.Y untuk semua tahapan produksi yang menghasilkan air limbah dan akhir proses produksi belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu 110 mg/l.

4.3.1 pH dan Suhu

Parameter pH dan suhu merupakan parameter penting dalam analisis karena dapat memperlihatkan aktivitas kimiawi dan biologis dalam limbah tersebut. Hasil pengukuran parameter suhu, pH, pada sampel dapat dilihat pada tabel 4.3.5 dan tabel 4.3.6.

Tabel 4.3 3 Hasil Pengukuran pH dan Suhu PT.X

| PT.X | | | | |
|------|-----------|---------|--------|------------|
| No | Parameter | Tanning | Dyeing | Inlet ipal |
| 1 | pH | 5,5 | 4,5 | 6 |
| 2 | Suhu | 31 | 35 | 30 |

Tabel 4.3 4 Hasil Pengukuran pH dan Suhu PT.Y

| PT.Y | | | | | | | | |
|------|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|----------|------------|
| No | Parameter | Washing | Soaking | Liming | Deli ming | Batting | Pickling | Inlet lpal |
| 1 | pH | 7.5 | 8.5 | 9 | 9.5 | 6.5 | 3.5 | 6.5 |
| 2 | Suhu | 31 | 28 | 23 | 25 | 24.1 | 22 | 31.2 |

Pengukuran parameter suhu pada sampel limbah dilakukan menggunakan thermometer dan diukur secara langsung (*insitu*). Suhu diukur pada setiap tahapan proses yang menghasilkan limbah serta pada bak penampung akhir. Berdasarkan tabel, suhu pada sampel air limbah Penyamakan Kulit pada kedua industri belum memenuhi standar baku mutu air limbah untuk kegiatan industri penyamakan kulit $\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap suhu udara ($24^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$)

Limbah cair yang dibuang harus memiliki suhu $\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap suhu udara. Suhu limbah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan pada biota. Selain itu, adanya peningkatan suhu pada air limbah dapat menurunkan kemampuan air untuk mengikat oksigen sehingga tingkat kejenuhan oksigen di dalam air juga akan menurun. (Afrianto & Liviawati, 1992).

Pengukuran pH dilakukan dengan indikator universal dan diukur secara langsung (*insitu*). Pada hasil analisis dapat diketahui bahwa hampir pada semua tahapan limbah memiliki pH yang memenuhi dari baku mutu Perda DIY Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air.

4.3.2 Total Dissolve Solid (TDS)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai *Total Dissolved solid* (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak terlihat oleh mata telanjang (Situmorang, 2007).

Total zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek padatan terlarut ataupun padatan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut (Slamet, 1994).

Pengukuran parameter TDS pada sampel limbah dilakukan menggunakan TDS Meter dan diukur secara langsung (*insitu*). TDS diukur pada setiap tahapan proses yang menghasilkan limbah serta pada bak penampung akhir. Hasil pengukuran TDS dapat dilihat pada tabel 4.3.7.

Tabel 4.3.5 Hasil Pengukuran TDS PT.X dan PT.Y

| PT.X | | | |
|-------------|----------|-------------|-----------|
| No | Tahapan | Konsentrasi | Baku Mutu |
| 1 | Tanning | 3850 | 2000 |
| 2 | Dyeing | 3420 | |
| 3 | Inlet | 3230 | |
| PT.Y | | | |
| No | Tahapan | Konsentrasi | Baku Mutu |
| 1 | Washing | 9000 | 2000 |
| 2 | Soaking | 8800 | |
| 3 | Liming | 5500 | |
| 4 | Deliming | 5800 | |
| 5 | Batting | 3160 | |
| 6 | Pickling | 5100 | |
| 7 | Inlet | 6950 | |

Pada hasil pengukuran di kedua PT, diketahui bahwa konsentrasi TDS pada setiap tahapan di kedua PT melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Perda DIY No.7 Tahun 2016 hal ini disebabkan pada sampel air limbah masih terdapat padatan terlarut yang berasal dari bahan kimia yang digunakan pada tahapan produksi penyamakan kulit.

Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, maka nilai kekeruhan juga semakin tinggi. Kekeruhan pada perairan yang tergenang (lentik) seperti danau lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi yang berupa koloid dan partikel-partikel halus, sedangkan kekeruhan pada sungai yang sedang banjir disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar yang berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air pada saat hujan (Effendi, 2003).

4.3.3 Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya (Nasution, 2008). Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μ m) yang tertahan pada saringan *milli-pore* dengan diameter pori 0.45 μ m (Effendi, 2003).

Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Tarigan dan Edward, 2003). Hasil pengukuran parameter TSS pada sampel dapat dilihat pada tabel 4.3.8

Tabel 4.3.6 Data Hasil Pengukuran TSS (mg/l)

| PT.X | | | | | | |
|-----------|----------|--------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| TSS | Dyiang | 274.5 | 569 (mg/l) | 590 (mg/l) | 2000 (mg/l) | 50 (mg/l) |
| | Tanning | 430 | | | | |
| | Inlet | 179 | | | | |
| PT.Y | | | | | | |
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| TSS | Washing | 520 | 569 (mg/l) | 590 (mg/l) | 2000 (mg/l) | 50 (mg/l) |
| | soaking | 400 | | | | |
| | Liming | 1240 | | | | |
| | Deliming | 1040 | | | | |
| | Batting | 1280 | | | | |
| | Pickling | 1060 | | | | |
| | Inlet | 780 | | | | |

Berdasarkan hasil pengujian TSS kedua industri menunjukkan bahwa kedua PT tersebut memiliki kadar TSS yang tinggi melebihi baku mutu pada setiap tahapan proses,tingginya angka TSS pada air limbah dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik yang tinggi pada air limbah dan masih terdapat banyaknya padatan yang belum mengendap.Pada penelitian terdahulu hasil dari TSS juga melebihi baku mutu yaitu sebesar 50 mg/l.

Kadar TSS yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya terhadap semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Kematian dari organisme ini mengganggu ekosistem akuatik. Apabila materi tersuspensi mengendap, pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran (Wardhana, 1995).

4.3.4 Minyak dan Lemak

Penggunaan minyak pada industri penyamakan kulit sangat diperlukan untuk melembakan kulit jadinya. Di dalam bahan baku kulit juga terdapat minyak alami dan lemak yang akan dikeluarkan pada proses penglahan agar tidak mengganggu bahan lain untuk bereaksi dengan serat-serat kulit. Timbulnya partikel lemak/minyak yang mengambang pada permukaan memperlihatkan warna air menjadi buram dan apabila berikatan dengan bahan lain maka berpotensi menjadi kelompok. Bila permukaan air mengandung minyak dan lemak maka akan menghambat penetrasi oksigen dari atmosfer. Minyak teremulsi memerlukan oksigen dalam jumlah yang banyak untuk biodegradasinya. Hasil pengukuran parameter Lemak pada sampel dapat dilihat pada tabel 4.3.9

Tabel 4.3 7 Data Hasil Pengukuran Minyak Lemak (mg/l)

| PT.X | | | | | | |
|--------------|----------|--------------------|--------------|--------|------------|-----------|
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Minyak Lemak | Dyiang | 7.7 | 100-171 mg/l | 4 mg/l | 130 (mg/l) | 5 (mg/l) |
| | Tanning | 7.5 | | | | |
| | Inlet | 3.7 | | | | |
| PT.Y | | | | | | |
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Minyak Lemak | Washing | 16.3 | 100-171 mg/l | 4 mg/l | 130 (mg/l) | 5 (mg/l) |
| | soaking | 14.1 | | | | |
| | Liming | 5.1 | | | | |
| | Deliming | 5.3 | | | | |
| | Batting | 2.2 | | | | |
| | Pickling | 2.3 | | | | |
| | Inlet | 4.9 | | | | |

Hasil pengujian minyak lemak pada PT.X dan PT.Y di setiap proses melebihi baku mutu Perda DIY no.7 Tahun 2016 yaitu sebesar 5 mg/l, Akan tetapi pada inlet kadar minyak lemak memenuhi bakumutu, pada inlet kadar minyak dan lemak lebih kecil dibandingkan dengan tahapan proses

dikarenakan adanya penambahan tawas yang menyebabkan partikel-partikel minyak dan lemak bertumbuhan membentuk partikel besar dan dapat mengendap. Sedangkan pada

Minyak dan lemak yang tinggi akan mengganggu perairan dengan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air masuk karena tertutup oleh lapisan minyak yang berada di atas permukaan air sehingga jumlah oksigen terlarut didalam air menjadi berkurang (Indrayani, 2018).

4.3.5 Amonia

Beberapa komponen air limbah industri penyamakan kulit terisi nitrogen sesuai dengan susunan kimia kulit. Amonia berasal dari protein kulit, apabila air limbah yang mengandung polutan organik yang tidak terurai akan berdampak meningkatnya kadar ammonia. Hasil pengukuran parameter Amonia pada sampel dapat dilihat pada tabel 4.3.10

Tabel 4.3 8 Data Hasil Pengukuran Amonia (mg/l)

| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
|-------------|----------|--------------------|------------|-----------|-------|------------|
| Amonia | Dyiang | 3.21 | 17.92 mg/l | 62.5 mg/l | (-) | 0.5 (mg/l) |
| | Tanning | 5.77 | | | | |
| | Inlet | 3.9 | | | | |
| PT.Y | | | | | | |
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Amonia | Washing | 3.94 | 17.92 mg/l | 62.5 mg/l | (-) | 0.5 (mg/l) |
| | soaking | 4.51 | | | | |
| | Liming | 5.4 | | | | |
| | Deliming | 5.65 | | | | |
| | Batting | 6.46 | | | | |
| | Pickling | 6.86 | | | | |
| | Inlet | 7.76 | | | | |

Hasil pengujian kadar ammonia pada setiap proses tahapan dikedua PT ini didapatkan bahwasanya kadar ammonia melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Perda DIY No.7 Tahun 2016 sebesar 0.5 mg/l.

Penelitian yang dilakukan oleh Arwood dan Ward (1985) menyatakan banyak terjadinya kematian akibat menghirup ammonia. Pada umumnya kematian tersebut adalah akibat paparan akut gas ammonia. Pekerja dapat terpapar dengan ammonia dengan cara terhirup gas ataupun uapnya, tertelan, ataupun dengan kulit, pada umumnya adalah melalui pernafasan(dihirup). Amonia dalam bentuk gas sangat ringan, lebih ringan dari udara sehingga dapat naik dalam bentuk uap, lebih berat dari

udara, sehingga tetap berada dibawah. Gejala yang ditimbulkan akibat terpaparnya dosis dan lama pemaparannya. Gejala-gejala yang dialami dapat berupa mata berair serta gatal, hidung iritasi serta gatal dan sesak, iritasi tenggorokan, kerongkangan, dan jalan pernafasan terasa panas dan kering serta timbulnya batuk-batuk. Pada dosis tinggi dapat mengakibatkan kebutaan, kerusakan paru-paru, bahkan kematian, Amonia juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit (Hutabarat, 2007)

4.3.6 Sulfida

Limbah cair sulfida dalam industri penyamakan kulit berasal dari sodium sulfida atau sodium hidrosulfid yang terdapat pada proses *Pickling*. Pengujian sulfide dilakukan pada sampel tahapan Inlet ipal. Hasil pengujian sulfida pada PT. X dan Z dapat dilihat pada tabel 4.3.11

Tabel 4.3 9 Data Hasil Pengukuran Minyak Sulfida (mg/l)

| PT.X | | | | | | |
|-----------|----------|--------------------|-------------|------------|----------|------------|
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Sulfida | Dyiang | 6.752 | 51-110 mg/l | 0.014 mg/l | 160 mg/l | 0.5 (mg/l) |
| | Tanning | 5.888 | | | | |
| | Inlet | 2.432 | | | | |
| PT.Y | | | | | | |
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Sulfida | Washing | 3.94 | 51-110 mg/l | 0.014 mg/l | 160 mg/l | 0.5 (mg/l) |
| | soaking | 4.51 | | | | |
| | Liming | 5.4 | | | | |
| | Deliming | 5.65 | | | | |
| | Batting | 6.46 | | | | |
| | Pickling | 6.86 | | | | |
| | Inlet | 7.76 | | | | |

Hasil pengukuran kadar sulfide pada PT. X dan Z ini diatas bakumutu yang ditetapkan yaitu 0.5, dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa air limbah pada 2 industri penyamakan kulit telah terkontaminasi sulfida.

Hidrogen sulfida merupakan gas yang tidak berwarna, sangat beracun, mudah terbakar dan memiliki karakteristik bau telur busuk. Sekalipun gas ini bersifat iritan bagi paru-paru, tetapi ia digo-longkan ke dalam *asphyxiant* karena efek utamanya adalah melumpuhkan pusat pernafasan (Soemirat, 2009)

Pada berbagai konsentrasi hidrogen sulfida memberikan dampak bagi kesehatan manusia yaitu pada konsentrasi 2,8 mg/m³ dapat meningkatkan gangguan pernapasan pada penderita asma; 5,0 mg/m³ meningkatkan gangguan pada mata; 7-14 mg/m³ peningkatan konsentrasi laktat dalam darah dan penurunan penyerapan oksigen; 5-29 mg/m³ menyebabkan iritasi pada mata; 28 mg/m³ kelelahan, kehilangan nafsu makan, sakit kepala; > 140 mg/m³ kelumpuhan indra penciuman; > 560 mg/m³ gangguan sistem pernapasan dan pada konsentrasi \geq 700 mg/m³ dapat menyebabkan kematian. (World Health Organisation, 2003)

4.3.7 Krom Total

Dalam proses produksi penyamakan kulit, penggunaan bahan penyamak merupakan salah satu elemen penting. Limbah krom berasal dari proses tanning, dan dyeing. Pengujian sulfida dilakukan pada sampel tahapan Inlet ipal. Hasil pengujian sulfida pada PT. X dapat dilihat pada table 4.3.12

Tabel 4.3 10 Data Hasil Pengukuran Minyak Sulfida (mg/l)

| PT.X | | | | | | |
|------------|---------|--------------------|-------------|------------|-------|------------|
| Parameter | Sampel | Konsentrasi (mg/l) | ref 1 | ref 2 | ref 3 | Baku Mutu |
| Krom Total | Dyiang | 2.18 | 51-110 mg/l | 0.014 mg/l | (-) | 0.5 (mg/l) |
| | Tanning | 26.273 | | | | |
| | Inlet | 19.892 | | | | |

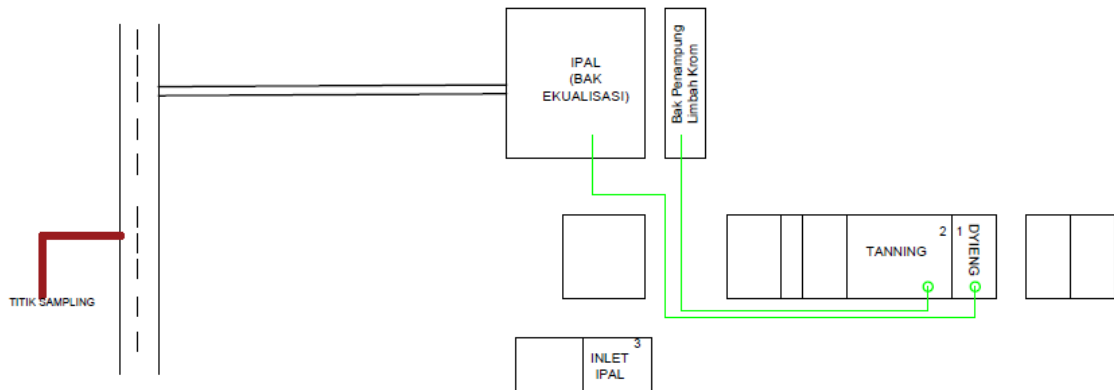
Hasil pengukuran kadar krom total pada PT. X dapat dilihat dari tabel diatas bahwa pada setiap proses tahapan mempunyai kadar sangat tinggi, yang mana sangat melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu sebesar 0.5 mg/L. Selanjutnya pada PT.Y krom total tidak terdeteksi, dikarenakan pada industri tersebut tidak adanya proses Tanning krom dan tidak menggunakan bahan kimia Krom.

Krom (Cr) di alam berada pada valensi 3 (Cr³⁺) dan valensi 6 (Cr⁶⁺). Cr⁶⁺ lebih toksik dibandingkan dengan Cr³⁺, karena sifatnya yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan (Rahman *et al.*, 2007). Melalui rantai makanan Kromium dapat terdeposit pada bagian tubuh makhluk hidup yang pada suatu ukuran tertentu dapat menyebabkan racun (Mulyani, 2004). Terakumulasinya krom dalam jumlah besar di tubuh manusia jelas-jelas mengganggu kesehatan karena krom memiliki dampak negatif terhadap organ hati, ginjal serta bersifat racun bagi protoplasma makhluk hidup. Selain itu juga bersifat karsinogen (penyebab kanker), teratogen (menghambat pertumbuhan janin) dan mutagen Dampak Kromium (Cr) yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis, Kromium (Cr) dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang

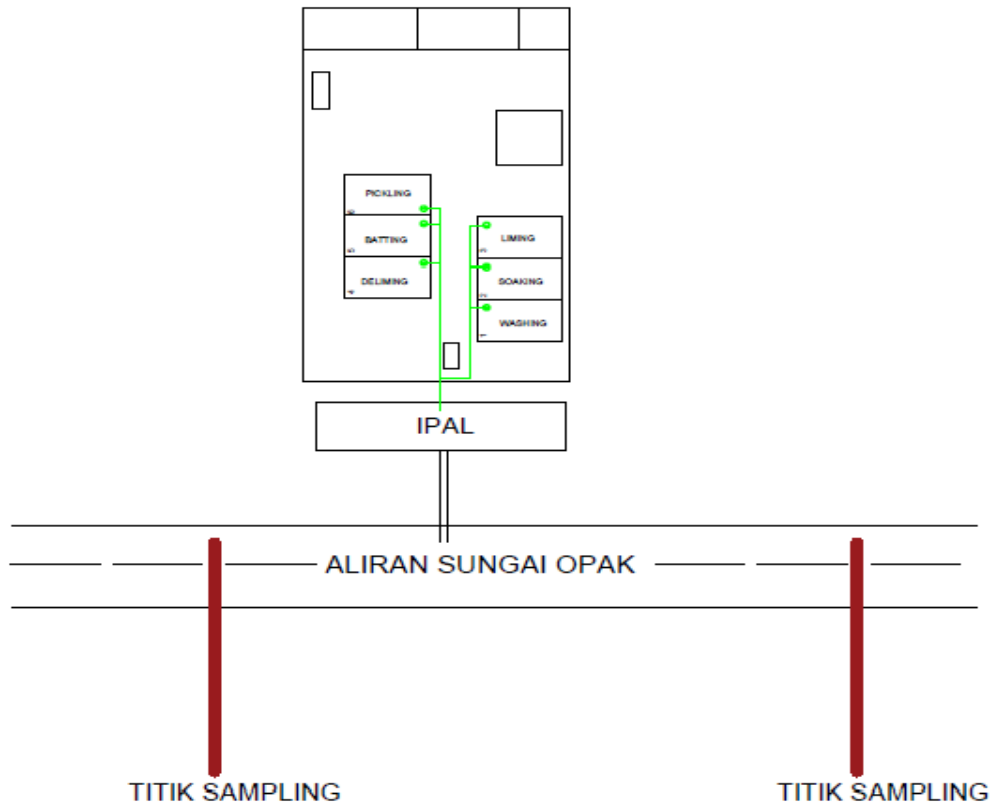
akhirnya mengakibatkan kematian organisme. Akumulasi logam berat Kromium (Cr) dapat menyebabkan kerusakan terhadap organ respirasi dan dapat juga menyebabkan timbulnya kanker pada manusia (Suprpti, 2012)

3.2 Identifikasi Potensi Pencemaran Limbah Terhadap Badan Air Penerima

Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan penyamakan kulit dari setiap proses produksi, selanjutnya akan dialirkan melalui pipa ke sungai yang menyatu dengan limbah domestik dari warga sekitar. Pada limbah cair terdapat air limbah dari proses produksi. Limbah cair yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan bila dibuang langsung ke badan air penerima. Dalam hal ini, penguji melakukan pengujian terhadap sungai. Prosedur pengambilan sampel disesuaikan dengan SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Lokasi pengambilan air diambil pada 3 tempat yaitu : 1) lokasi perairan penerima sebelum air limbah masuk atau belum terjadi pencemaran, 2) lokasi perairan penerima yang menerima air limbah. Lokasi pengambilan air dapat dilihat pada Gambar 4. 5.



Gambar 3. 5 Lokasi Titik Sampling PT.X



Gambar 3. 6 Lokasi pengambilan titik sampling PT.Y

Tabel 3. 4 Hasil pengujian sampel air selokan

Sampel yang diambil dari air sungai kemudian dilakukan pengujian terhadap parameter yang memiliki kadar paling tinggi didalam air limbah dari hasil uji setiap proses produksi, yaitu parameter COD. Hasil yang diperoleh dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5.1.

Tabel 4.5 1 Hasil pengujian kadar COD di sungai PT.X

| Sampel Sungai PT.X | | | |
|--------------------|----------------|-------------|------------------|
| Sampel | Titik Sampling | Konsentrasi | Baku mutu (mg/L) |
| 1 | Outlet | 525 | 110 mg/L |
| 2 | Titik Sampel | 536 | 110 mg/L |

Tabel 4.5 2 Hasil pengujian kadar COD di sungai PT.X

| Sampel Sungai PT.Y | | | |
|--------------------|----------------|-------------|------------------|
| Sampel | Titik Sampling | Konsentrasi | Baku mutu (mg/L) |
| 1 | Upstream | 146 | 110 mg/L |
| 2 | Downstream | 403 | 110 mg/L |

Dari hasil pengujian kadar COD pada Tabel 4.8, diketahui bahwa konsentrasi COD sampel di upstream dan downstream melebihi baku mutu, adanya . Secara keseluruhan sampel tersebut tergolong dalam air kelas IV berdasarkan Peraturan Gubernur DIY Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang Studi Karakteristik Limbah Cair Dari Kegiatan Rumah Penyamakan Kulit (Studi Kasus PT.X & PT.Y) di Yogyakarta diperoleh kesimpulan, yaitu :

1. Telah diketahuinya karakteristik limbah cair penyamakan kulit.dan kadar konsentrasi yang didapatkan pada inelt IPAL PT.X yaitu BOD 5321 mg/L,COD 11875 mg/L,pH 6,suhu 30C,TDS 3230 mg/L,TDS 3230 mg/L,Amonia 3.9 mg/L,Minyak lemak 3.7 mg/L,Sulfida 4.16 mg/L,dank krom total 19.89 mg/L.Sedangkan pada PT.Y BOD 6782 mg/L,COD 49750 mg/L,pH 6.5,suhu 32C,TDS 6950 mg/L,TSS 780 mg/L,Amonia 7.8 mg/L,Minyak lemak 4.9 mg/L,Sulfida 7.040 mg/L ,akan tetapi pada PT.Y tidak terdeteksi dikarenakan tidak adanya pemakaian bahan kimia krom .Kandungan dalam parameter suhu,pH,dan minya lemak telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Perda DIY no.7 Tahun 2016.
2. Pada hasil analisis,diketahui Konsentrasi COD pada PT.X dan PT.Y sangat tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu PERDA DIY No.17 tahun 2016,dalam tahapan akhir diketahui bahwa konsetrasi COD pada PT.X dan PT.Y sebesar 11875 mg/l dan 41250 mg/l
3. Limbah cair dari Kegiatan penyamakan kulit PT.X dan PT.Y selanjutnya dibuang ke sungai setelah dilakukan pengolahan air melalui IPAL.Untuk mengetahui potensi

pencemaran, dilakukan pengujian pada air sungai. Dari hasil pengujian terdapat bahwa adanya potensi pencemaran dilihat dari hasil COD yang diuji. Tingginya konsentrasi COD pada sungai terdapat beberapa faktor, adanya campuran limbah dari industri yang lain, serta beberapa warga disana masih menggunakan air sungai tersebut untuk cuci kakus

5 DAFTAR PUSTAKA

- Ade Darian Pedana. (2018). Kajian Pencemaran Lingkungan Sungai Gandong Akibat Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, 9(1), 188–191.
- Andara, D. R., Haeruddin, & Suryanto, A. (2014). Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand dan Chemical Oxygen Demand Serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan di Kawasan Industri Candi, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(3), 177–187.
- ASTDR. (2004). Toxicological Profile for Ammonia. *Federal Register*, (September) 269. Retrieved from <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp126.pdf>
- Buck, R., Rondinini, S., Covington, A., Baucke, F., Brett, C., Camões, M., ... Wilson, G. (2010). Measurement of pH Definition, Standards, and Procedures. *Handbook of Biochemistry and Molecular Biology, Fourth Edition*, 74(11), 675–692. <https://doi.org/10.1201/b10501-77>
- Chou, S., Ogden, J. M., Phol, H. R., Scinicariello, F., Ingerman, L., Barber, L., & Citra, M. (2016). Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry Report*, (November). Retrieved from <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>
- Dinarjati Eka Puspitasari. (2009). Dampak Pencemaran Air terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Mimbar Hukum*, 21(1), 23–34. <https://doi.org/10.22146/jmh.16254>
- Epa, U., & Risk Information System Division, I. (2003). Hydrogen sulfide (CASRN 7783-06-4) | IRIS | US EPA, 1–17. Retrieved from https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0061_summary.pdf
- Estikarini, H., Hadiwidodo, M., & Luvita, V. (2016). Penurunan kadar cod dan tss pada limbah tekstil dengan metode ozonasi, 5(1), 1–11.

- Fachrurozi, M. (2010). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia stratiotes* L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Tahu, *4*(1), 1–75.
- Febrita, J., & Roosmini, D. (2013). Uji Toksisitas Akut Efluen IPAL Industri Pelapisan Logam Menggunakan *Daphnia Magna* sebagai Evaluasi Kinerja IPAL, 1–10.
- Giacinta, M., Salimin, Z., & Junaidi. (2013). Pengolahan logam berat krom (Cr) pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan proses koagulasi dan presipitasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *2*(2), 1–8.
- Giannini Ludrya Putri. (2007). Kadar Hidrogen Sulfida Dan Keluhan Pernapasan Pada Petugas Di Pengolahan Sampah Super Depo Sutorejo Surabaya, 211–219.
- Ginting, N. (2007). *Penuntun praktikum teknologi pengolahan limbah peternakan*. Sumatera Utara.
- Gumilar, J., Triatmojo, S., Yusiati, L. M., & Metode, M. (2015). Pengaruh Penggunaan Enzim Keratinase dari Bakteri *exiguobacterium* sp . Dg1 Pada Proses Buang Rambut Ramah Lingkungan Terhadap Kualitas Limbah Cair Used In Environmentally Friendly Dehairing Process To Liquid Waste Quality), *15*(1), 22–29.
- Hardiana, S. (2014). Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak dan Lemak Pada Contoh Uji Air, *1*(3), 270–276.
- Marwati, S., Padmaningrum, R. T., & Marfuatun. (2008). Karakterisasi Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Industri Elektroplating, 1–15.
- Nurfitriyani, A., Wardhani, E., & Dirgawati, M. (2013). Penentuan Efisiensi penyisihan Kromium Heksavalen (Cr6 +) dengan Adsorpsi menggunakan Tempurung Kelapa secara kontinyu, *1*(2), 1–12.
- Paul et al. (2018). Chrome Tanned Leather Waste Dechroming Optimization for Potential Poultry Feed Additive Source : A Waste to Resources Approach of Feed for Future, *1*(1), 16–18.
- Putri, A. R., Samudro, G., & Handayani, D. S. (2012). Penentuan Rasio BOD / COD optimal pada reaktor Aerob , Fakultatif dan Anaerob, 1–5.
- R.Jaka susila, Y. S. (2005). Pengaruh Kualitas Air Limbah Sentra Industri penyamakan Kulit.
- Rahmawati, Chadijah, & Ilyas, A. (2013). Analisa Penurunan Kadar Cod Dan Bod Limbah Cair Laboratorium Biokimia Uin Makassar Menggunakan Fly Ash (Abu Terbang) Batubara. *Al-*

Kimia, 64–75.

Rozali, Mubarak, & Nurrachmi. (2016). *Patterns of distribution total suspended solid (tss) in river estuary kampar pelalawan*. Universitas Riau.

Sasongko. (1990). *Beberapa Parameter Kimia Sebagai Analisa* (keempat). Semarang: Reaktor.

Setiyono, & Yudo, S. (2014). Daur Ulang Air Limbah Industri Penyamakan Kulit, 12–21.

Sianipar, R. H. (2009). Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida Pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009, 1–75.

Siswanto, A. D. (2010). Analisa Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten B. *Jurnal Kelautan*.

Suprpti, N. H. (2012). Kandungan Chromium pada Perairan, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Wilayah Pantai Sekitar Muara Sungai Sayung Desa Morosari Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.14710/bioma.10.2.36-40>

Suryawanshi, et al. (2013). Solid and Liquid Wastes: Avenues of Collection and Disposal. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(3), 74–77.

Syafridiman. (2009). *Teknik Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perikanan Pada Era Industrialisasi pro Ato Pengukuhan Guru Besar Tetap*. Pekanbaru.

Titiresmi dan Sopiah. (2006). Teknologi Biofilter untuk Pengolahan Limbah Amonia. *Jurnal Teknik Lingkungan.*, 7(2), 173–179.

Verma, Y. (2007). Toxicity Evaluation of Effluents from Dye and Dye. *The Internet Journal of Toxicology*, 4(2), 1–7.

Wahaab, R. A., Moawad, A. ., Taleb, E. A., Ibrahim, H. S., & El-Nazer, H. A. . (2010). Combined Photocatalytic Oxidation and Chemical Coagulation for Cyanide and Heavy Metals Removal from Electroplating Wastewater. *Pollution Research*, 8(4), 462–469.

World Health Organisation. (2003). World Health Organisation: HYDROGEN SULFIDE: HUMAN HEALTH ASPECTS. Retrieved from <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf>

Wu, C., Zhang, W., Liao, X., Zeng, Y., & Shi, B. (2014). Transposition of chrome tanning in leather making. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 109(6), 176–183.

