

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI RUMAH TANGGA DENGAN ADSORPSI DAN PRETREATMENT NETRALISASI DAN KUALULASI DI SUNGAI PEMATANG SIANTAR

¹Mardame Pangihutan Sinaga, S.Pi., M.Si^{1,*}, Ady Frenly Simanullang, S.Pd., M.Si²

^{1,2}Proram Studi Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Perairan
University of HKBP Nommensen Pematangsiantar
Jl. Sangnawaluh No. 4, Kelurahan Siopat Suhu,
Kecamatan Siantar Timur -Sumatera Utara 21139
^{*)}m.pangihutan@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair Industri rumah tangga belum memenuhi baku mutu, sehingga perlu diolah supaya tidak mencemari lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh dosis koagulan Poly Alum Chloride (PAC) terhadap penurunan Pb, Cr, dan TDS; mengkaji kualitas air limbah setelah dinetralisasi, dikoagulasi dan diadsorpsi terutama untuk parameter Pb, Cr, TDS, dan pH. Variabel penelitian yang telah dilaksanakan untuk dosis PAC, yaitu: 150 mg/L, 200 mg/L, dan 250 mg/L. Penelitian dilakukan di rumah tangga dengan sistem kontinyu dengan aliran down flow. Media adsorpsi yang digunakan adalah ijuk, sabut kelapa, karbon aktif, ampas tebu dan zeolit yang disusun bertingkat dalam reaktor dari pipa PVC. Masuknya Pb, Cr, dan TDS ke tubuh manusia dapat melalui makanan dari tumbuhan yang biasa dikonsumsi manusia seperti padi, the, dan sayur-sayuran. Logam Pb masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb, Cr, dan TDS di udara dengan bantuan hujan. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber Pb, Cr, dan TDS ke perairan. Peneliti tertarik untuk meneliti tentang pengolahan limbah cair industri rumah tangga agar bisa dimanfaatkan oleh warga sekitarnya.

Kata kunci: Limbah Rumah Tangga, Koagulan Poly Alum Chloride (PAC), Netralisasi.

ABSTRACT

Domestic industry liquid waste does not meet the quality standards, so it needs to be processed in order not pollute the environment. The purpose of this research was to examine of the effect of Poly Alum Chloride (PAC) coagulant doses on reducing of Pb, Cr, and TDS; assesing the quality of waste water after being neutralized, coagulated, and adsorbed especially for Pb, Cr, TDS, and PH parameters. The research variables that have been carried out for PAC doses are: 150 mg/L, 200 mg/l, and 250 mg/l. The research was conducted in a laboratory with a continuous system with downflow. The adsorption media used were palm fiber, coconut fiber, bagasse-activated carbon, and zeolite which were arranged in stages in a PVC pipe reactor. The entry of Pb, Cr, and TDS into the human body can be through foods from plants that are commonly consumed by humans such as rice, tea, and vegetables. Pb metal enters the waters through the crystallization of Pb, Cr, and TDS in the air with the help of rain. In addition, the certification process of mineral rocks is also one of the entry routes for Pb, Cr, and TDS sources into the waters. Researchers are interested in researching the processing of household industrial wastewater so that it can be used by the surrounding residents.

Keywords: Household Waste, Poly Alum Chloride (PAC) Coagulant, Neutralization.

PENDAHULUAN

Perairan Sungai Pematangsiantar merupakan perairan terbuka yang berhubungan langsung dengan 8 kecamatan. Sungai di Pematangsiantar merupakan salah satu sungai yang membelah Kota Pematangsiantar hingga ke Siantar Utara dan bermuara ke sungai Asahan. Kawasan di sepanjang sungai Pematangsiantar adalah kawasan sungai yang banyak memiliki aktifitas masyarakat sekitarnya seperti kegiatan rekreasi, pemandian, sumber irigasi, pengerukan pasir dan batu, rumah sakit, pabrik es dan aktifitas lainnya. Berbagai jenis kegiatan yang terdapat di sepanjang sungai Pematangsiantar menimbulkan dampak berupa pencemaran dan perusakan lingkungan, baik itu secara langsung maupun tidak langsung, yaitu dengan adanya limbah yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan tersebut. Suatu limbah yang berupa bahan pencemar masuk ke suatu lokasi perairan sungai maka akan terjadi perubahan pada perairan tersebut. Menurut pendapat (Suin, 1994) bahwa, perubahan dapat terjadi pada organisme yang hidup pada lokasi tersebut juga pada lingkungan perairan itu sendiri yaitu berupa faktor fisika dan kimianya. Limbah yang dihasilkan dari berbagai kegiatan rumah tangga maupun industri ini akan dibuang ke badan sungai. Pembuangan limbah secara terus-menerus dalam jumlah yang berlebih tentunya akan mempengaruhi

terhadap kualitas perairan seperti faktor fisik, kimia dan biologi perairan, khususnya ikan.

Nurhayati, dkk., (2018) mengatakan bahwa, penggunaan bahan-bahan kimia dalam kegiatan praktikum atau penelitian di dalam rumah tangga akan menghasilkan limbah. Limbah rumah tangga dapat berasal dari bahan baku yang telah kadaluarsa, bahan habis pakai, produk proses di rumah tangga, produk upaya penanganan limbah, sisa bahan kimia yang selesai digunakan, air bekas cucian peralatans, dan sisa sampel yang diuji.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengolah limbah cair industri rumah tangga dengan adsorpsi dan pretreatment netralisasi dan koagulasi. Manfaat yang diharapkan, yaitu menjadi informasi dasar bagi peneliti lain dalam penelitian selanjutnya untuk mengetahui pengaruh limbah cair industri rumah tangga dalam jaringan makhluk hidup, sebagai salah satu sumber acuan dalam pengelolaan wilayah Sungai Pematangsiantar yang lebih berwawasan lingkungan dan sebagai informasi bagi pemerintah daerah setempat dan penduduk sekitar yang berada di Sungai Pematangsiantar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 Juni - 28 November 2022. Pengambilan sampel air dilakukan di sungai Bah Bolon Kota Pematang Siantar dan analisis sampel dilakukan di Balai Rumah

tangga Kesehatan Propinsi Sumatera Utara. Peralatan dan bahan di lapangan untuk pengukuran parameter fisika-kimia lingkungan dan peralatan dan bahan yang digunakan di rumah tangga.

Prosedur kerja dalam pengolahan limbah ini dilakukan dengan beberapa metoda, yaitu: metoda sulfida, karbonat dan gabungan. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

A. Metoda Sulfida

Sebanyak 100 ml sampel limbah diambil dari jerigen penyimpanan lalu ditambahkan NaOH 26,36% w/w sampai pH 2 kemudian tambahkan natrium sulfida padatan sampai sampel berwarna kehijauan lalu biarkan semalam dan disaring. Filtrat ditambahkan NaOH 26,36% w/w sampai pH 9 lalu diendapkan semalam dan disaring. Filtrat sisa penyaringan ditambahkan PAC sebanyak 1 gr kemudian dibiarkan mengendap selama beberapa jam lalu disaring. Filtrat ditambahkan lagi 0,25 gr polymer lalu saring kembali. Filtrat yang didapat kemudian ditambahkan HNO₃ 3 tetes lalu dianalisa dengan menggunakan AAS (Ginting, 2008).

B. Metoda Karbonat

Sebanyak 100 ml sampel limbah diambil dari jerigen penyimpanan lalu ditambahkan NaOH 26,36% w/w sampai pH 8 lalu biarkan semalam dan disaring. Filtrat ditambahkan CaCO₃ sampai pH 9 lalu diendapkan semalam dan disaring.

Tambahkan HCl 3 M sampai pH menjadi 3 lalu diendapkan semalam dan disaring. Kemudian Filtrat ditambahkan PAC sebanyak 1 gr kemudian dibiarkan mengendap selama beberapa jam lalu disaring. Filtrat ditambahkan lagi 0,25 gr polymer lalu saring kembali. Filtrat yang didapat kemudian ditambahkan HNO₃ 3 tetes lalu dianalisa dengan menggunakan AAS (Ginting, 2008).

C. Metoda Gabungan

Sebanyak 100 ml sampel limbah diambil dari jerigen penyimpanan lalu ditambahkan NaOH 26,36% w/w sampai pH 2 kemudian tambahkan natrium sulfida padatan sampai sampel berwarna kehijauan lalu biarkan semalam dan disaring. Filtrat ditambahkan NaOH 26,36% w/w sampai pH 8 lalu diendapkan semalam dan disaring. Tambahkan CaCO₃ pada filtrat sampai mencapai pH 9 biarkan semalam dan disaring. Tambahkan HCl 3 M sampai pH menjadi 3 lalu diendapkan semalam dan disaring. Filtrat sisa penyaringan ditambahkan PAC sebanyak 1 gr kemudian dibiarkan mengendap selama beberapa jam lalu disaring. Filtrat ditambahkan lagi 0,25 gr polymer lalu saring kembali. Filtrat yang didapat kemudian ditambahkan HNO₃ 3 tetes lalu dianalisa dengan menggunakan AAS.

Analisa sampel telah dilakukan di Balai Rumah Tangga Kesehatan Provinsi, Sumatera Utara dengan menggunakan sistem kontinu. Variasi konsentrasi koagulan PAC

yang digunakan dalam penelitian ini adalah 150 Mg/L, 225 Mg/L, dan 300 Mg/L. Air limbah yang digunakan adalah air limbah cair industri rumah tangga tanpa dilakukan pengenceran.

Analisa data dilakukan dengan menggunakan program software SPSS versi 12.0 untuk mengetahui pengaruh pengolahan limbah dengan metoda presipitasi sulfida, karbonat dan gabungan antara konsentrasi awal polutan yang terdapat dalam air limbah terhadap konsentrasi akhir polutan yang terdapat dalam air limbah akhir setelah pengolahan limbah.

Dari data yang diperoleh akan dibuat grafik pengaruh pengolahan limbah dengan metoda presipitasi sulfida, karbonat dan gabungan antara konsentrasi awal polutan yang terdapat dalam air limbah terhadap konsentrasi akhir polutan yang terdapat dalam air limbah akhir setelah pengolahan limbah.

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan memenuhi standar mutu dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, tentang baku mutu air limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Limbah Cair Industri Rumah Tangga

Karakteristik awal air limbah industri rumah tangga dapat dilihat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD air limbah cair industri rumah tangga yang tinggi,

karena air limbah sangat tercemar oleh zat organik. Hal ini sejalan dengan pendapat Susana (2009) mengatakan bahwa, angka COD air limbah lebih besar daripada BOD, karena zat kimia yang dioksidasi secara kimia lebih besar daripada yang dioksidasi secara biologis. Nilai pH 2,15 keadaan ini menunjukkan air limbah sangat asam. Air limbah yang sangat asam bersifat korosif oleh karena itu jika langsung dibuang ke lingkungan dapat merusak material dan mengganggu mikroorganisme. Pada $pH < 4$, sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah.

Pencemaran air limbah logam berat sangat membahayakan lingkungan perairan karena bersifat racun (toksik) sehingga dapat mempengaruhi siklus hidup mikroorganisme dan mengganggu keberlangsungan hidup manusia karena sangat membahayakan kesehatan tubuh. Daya toksik logam berat ini akan menghalangi cara kerja suatu enzim, sehingga mengganggu proses metabolisme tubuh manusia yang menyebabkan alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen sehingga menyebabkan kematian (Adam, 2015 dalam Nugroho, dkk., 2022). Jalur masuk logam berat ke tubuh manusia melalui kulit, pernapasan, dan pencernaan (Said, 2010 dalam Nugroho, dkk., 2022). Untuk mengatasi masalah pencemaran limbah logam berat tersebut, IPAL dapat mereduksi konsentrasi logam berat pada air limbah yang dihasilkan oleh

suatu industri (Shrestha *et al.*, 2021).

Tabel 1. Karakteristik Awal Air Limbah Cair M Industri rumah tangga Balai Cair industri rumah tangga Kesehatan Propinsi Sumatera Utara.

| No. | Parameter | Satuan | Hasil Lab | Baku Mutu* |
|-----|-----------|--------|-----------|------------|
| 1 | BODs | mg/L | 15.545 | 150 |
| 2 | COD | mg/L | 40.205 | 300 |
| 3 | pH | mg/L | 2,15 | 6-9 |
| 4 | TDS | mg/L | 15.250 | 4000 |
| 5 | TSS | mg/L | 345 | 400 |
| 6 | Cr Total | mg/L | 75,85 | 1 |
| 7 | Pb | mg/L | 8,99 | 1 |

*) Baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

TDS menyatakan jumlah zat padat yang terlarut (Irwan dan Afdal, 2016). Padatan tersuspensi menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Kadar TSS air limbah sudah memenuhi baku mutu tetapi kadar TDSnya tinggi dan melebihi dari baku mutu. Kadar TDS limbah cair dalam industri rumah tangga yang diperoleh adalah sangat tinggi karena sumber pencemar dalam limbah cair industri rumah tangga berasal dari produk-produk upaya penanganan limbah, sisa bahan kimia yang selesai digunakan, air bekas cucian peralatan, dan sisa sampel uji yang cenderung mudah larut di dalam air.

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan bahan-bahan padatan dapat terlarut dalam air yang terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik baik berupa air mineral dan garam-garamnya. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar TDS (*Total Dissolved Solid*), yaitu metode

gravimetri dengan prinsip zat padat terlarut akan lolos melalui saringan membran berdiameter 47 mm, kemudian dikeringkan pada suhu 180-185 °C selama minimal 1 jam hingga diperoleh berat tetap (APHA, 2017). (Asrini, dkk., 2017) mengatakan bahwa, nilai pH sangat erat hubungannya dengan bahan pencemar yang terdapat pada air sungai, semakin banyak bahan pencemar akan mengakibatkan rendahnya nilai pH. Fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh adanya buangan limbah organik dan 15 anorganik ke sungai. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki nilai pH sekitar 6,5-7,5.

Pada Tabel 1 diperoleh bahwa kadar ion Cr dan Pb dalam air limbah melebihi baku mutu disebabkan oleh reagen yang mengandung ion krom lebih banyak digunakan dalam kegiatan praktikum dan penelitian seperti K_2CrO_4 digunakan dalam analisis klorida dan $K_2Cr_2O_7$ digunakan dalam analisa COD.

Logam Cr tidak toksik tapi senyawa Cr sangat iritan dan bersifat korosif, dapat menimbulkan ulcus yang dalam pada kulit dan selaput lender. Inhalasi krom dapat menimbulkan kerusakan pada hidung. Di paru-paru krom dapat menimbulkan kanker (Said, 2010).

Pb merupakan racun sistemik. Keracunan Pb akan menimbulkan gejala seperti rasa logam di mulut garis hitam pada

gusi, muntah-muntah, perubahan kepribadian, kelumpuhan, dan kebutaan (Said, 2010).

Kontaminan anorganik seperti Pb(II) dan Cr(III) sukar didegradasi sehingga di dalam lingkungan dapat terakumulasi sehingga menjadi konsentrasi yang bersifat toksik dan berbahaya bagi makhluk hidup (Utomo *et al.*, 2009).

Kualitas limbah cair rumah tangga seperti BOD, COD, TDS, pH, Cr Total, dan Pb tidak memenuhi baku mutu limbah sehingga perlu dilakukan pengolahan supaya kualitas air limbahnya tidak mencemari lingkungan. Limbah cair dengan kadar polutan yang sangat tinggi, maka pengolahan limbah yang cocok dengan pengolahan kimia diantaranya dengan netralisasi, koagulasi dan adsorpsi.

2. Pretreatment dengan Netralisasi

Penetralisasikan air limbah dilakukan dengan penambahan NaOH 5 N, yaitu dengan cara menetralkan 500 ml air limbah diperlukan $\pm 0,022$ ml NaOH 5 N. Pada awal proses netralisasi air limbah, kenaikan pH nya tidak signifikan karena air limbah mengandung buffer yang sangat kuat. Munculnya pH buffer karena di dalam limbah terdapat ion-ion logam seperti Fe²⁺, K⁺, Ag⁺, yang merupakan reagen dan sering digunakan dalam praktikum. Hal ini sesuai dengan pendapat Said (2010) bahwa, penambahan NaOH akan menyebabkan kenaikan pH yang signifikan setelah kapasitas buffer. Kondisi buffer juga menyebabkan pH setelah

mengalami kenaikan akan mengalami penurunan kembali walaupun tidak signifikan.

Pada akhir proses netralisasi diperoleh nilai pH 6,5. Akhir proses diperoleh bahwa parameter pH sesuai dengan baku mutu limbah cair dan PP Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

Kenaikan pH akan mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur dan terjadi perubahan warna larutan menjadi kehitaman.

Menurut pendapat Said (2010) dalam Nurhayati, dkk., (2018) bahwa, netralisasi limbah cair selain menyebabkan kenaikan pH juga menyebabkan terjadinya presipitasi logam. Kelarutan logam sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Kenaikan pH akan menurunkan kelarutan logam, kecuali logam Ag.

3. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Kualitas Air Limbah

Kualitas air limbah cair industri rumah tangga setelah dinetralisasi dan dikoagulasi dapat dilihat dalam Tabel 2. Proses koagulasi limbah cair industri rumah tangga dengan menggunakan PAC dapat menurunkan kadar Pb, Cr total, dan TDS. Pada dosis koagulan PAC 150 Mg/L, 225 Mg/L dan 300 Mg/L semua menghasilkan air limbah dengan kadar Pb yang sudah memenuhi baku mutu sedangkan kadar Cr total dan TDS belum

memenuhi baku mutu. Secara fisik, limbah cair industri rumah tangga setelah koagulasi berwarna kuning, bau khas asam menurun, timbul endapan di lapisan bawah, dan lapisan atas jernih.

Tabel 2. Kualitas Air Limbah setelah dilakukan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi menggunakan PAC (*Poly Alum Chloride*)

| No. | Parameter | Satuan | Hasil Analisis | | | | Baku Mutu |
|-----|-----------|--------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| | | | Awal | PAC 150 mg/L | PAC 225 mg/L | PAC 300 mg/L | |
| 1 | Pb | ppm | 8,99 | 0,43 | 0,27 | 0,48 | 1 |
| 2 | Cr Total | ppm | 75,85 | 8,65 | 8,15 | 6,38 | 1 |
| 3 | pH | - | 2,15 | 6,8 | 7,10 | 7,10 | 6-9 |
| 4 | TDS | ppm | 15.250 | 13.136 | 11.400 | 11.400 | 4.000 |

Pada proses netralisasi dengan penambahan NaOH sudah dapat mengendapkan ion logam berat karena adanya penambahan PAC maka logam berat diikat oleh koagulan sehingga terjadi penurunan konsentrasi logam berat. Turunnya pH juga akan menyebabkan ion-ion logam berat mudah larut kembali ke dalam perairan.

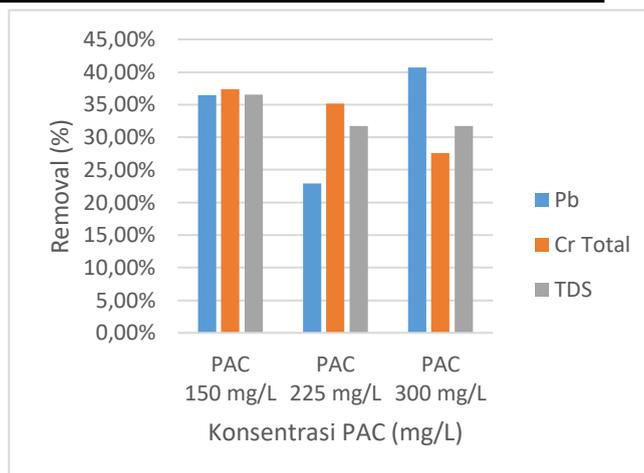
Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa dosis PAC berpengaruh terhadap efisiensi penurunan Pb, Cr, dan TDS. Semakin besar Hosis PAG maka semakin besar pula efisiensi penurunan Pb, Cr total, dan TDS. Efisiensi penurunan Pb paling tinggi sebesar 40,68%, penurunan Cr total paling tinggi sebesar 37,32%, dan penurunan TDS paling tinggi sebesar 31,72%. Karamah dan Bismo (2008) mengatakan bahwa, penurunan tertinggi untuk semua parameter Pb, Cr Total dan TDS terjadi pada proses koagulasi dengan penambahan PAC 300 Mg/L. Karena keadaan ini semakin tinggi dosis PAC yang

ditambahkan, maka semakin tinggi juga persentase pemisahan logamnya. Kenaikan ini disebabkan semakin banyak PAC yang ditambahkan maka semakin banyak juga flok yang terbentuk.

Pada proses koagulasi penyisihan Cr lebih kecil daripada Pb, hal ini karena presipitasi Cr dan Pb sangat dipengaruhi oleh pH. Penyisihan Cr paling baik pada kondisi pH 10, dan kelarutan Cr akan meningkat lagi pada peningkatan pH. Tingkat penyisihan tertinggi logam Cr (97%) dicapai pada pH 10 (Suprihatin dan Indrasti, 2010). Penggunaan Cr banyak dipakai sebagai reagen dalam praktikum di laboratorium Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Perairan Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, yaitu kalium dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$). Said (2010) mengatakan bahwa sebelum diendapkan dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$) harus direduksi dulu menjadi Cr^{3+} , biasanya dilakukan pada pH 3. Pengendapan Cr yang direduksi dapat dilakukan sebagai hidroksida pada pH 8 - 9.

Menurut Said (2010) dalam Nugroho, dkk., (2018), beberapa logam berat dapat diendapkan dengan pH yang berbeda. Cu dapat diendapkan dengan pembentukan hidroksida dengan pH 8,5-9,5, Pb dengan sulfida pada pH 7,5-8,5, Ni dengan kapur (*lime*) pada pH 9-11, dan Zn dengan hidroksida NaOH atau CaOH pada pH 6,8-9,5. Dengan konten logam berat yang beragam pada air limbah tersebut, maka terdapat kesulitan dalam mengatur pH yang sesuai agar dapat mengendapkan logam berat dari air limbah.

Turunnya pH juga akan menyebabkan ion-ion logam mudah larut kembali ke dalam perairan. Nugraheni, dkk., (2012) mengatakan bahwa, keberhasilan penyisihan ion-ion logam dengan koagulasi dipengaruhi oleh pH. Proses koagulasi dalam penelitian ini dilakukan pada pH 7,1. Pada kondisi nilai pH 7,1 tidak semua ion logam dapat mengalami presipitasi. Ion logam yang tidak mengalami presipitasi akan tetap larut di dalam air sehingga menyebabkan TDS masih tinggi. Penambahan PAC akan menyebabkan penurunan pH larutan dan semakin banyak PAC yang ditambahkan maka semakin besar pula penurunan pHnya.



Gambar 1. Pengaruh Dosis PAC Terhadap Removal TDS, Pb, dan Cr.

4. Penyisihan Cr, Pb, dan TDS dengan Proses Adsorpsi.

Penyisihan logam CR, Pb, dan TDS dilakukan dengan cara menggunakan adsorpsi dan diperoleh cukup signifikan, yaitu 40,684% untuk Pb dan 37,324% untuk Cr, sedangkan untuk penyisihan TDS hanya 31,72%. Setelah proses adsorpsi diperoleh bahwa konsentrasi Cr 2,98 ppm dan TDS 11.835 ppm melebihi baku mutu sehingga masih diperlukan pengolahan lanjutan 'untuk menyisihkan paramet air limbah yang masih tinggi. Proses adsorpsi dapat menurunkan TDS dan Cr total pada menit ke 15, mulai menit ke-30 konsentrasi TDS dan Cr mengalami kenaikan yang signifikan. Pada menit ke-15 untuk konsentrasi parameter dari TDS, Cr dan Ph sudah memenuhi baku mutu air limbah.

Pada menit ke-15, proses adsorpsi dapat menyisihkan TDS sebesar 87% dengan konsentrasi akhir 2.810 mg/L. Di menit ke-30, kadar TDS mengalami kenaikan dan konsentrasinya melebihi baku mutu. Pada

menit ke-60 kadar TDS melebihi kadar TDS awal. Nilai TDS semakin naik disebabkan oleh media adsorpsi yang digunakan telah jenuh sehingga proses penyerapan zat pencemar menjadi berkurang. Selain itu, sampel limbah rumah tangga tidak dilakukan pengenceran sehingga beban pencemarnya tinggi.

Handayani, dkk., (2012) mengatakan bahwa, pengolahan limbah dengan cara adsorpsi dapat menurunkan konsentrasi krom sebesar 33,3% pada menit ke-15. Pada menit ke-30 sampai menit ke-120 krom juga mengalami kenaikan yang signifikan. Kondisi ini mengalami kejenuhan, dimana karbon aktif telah dipenuhi oleh ion logam Cr sehingga karbon aktif tidak mampu mengadsorpsi kembali ion logam Cr. Semakin pendek waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben, maka semakin tinggi pula laju reaksinya.

Pada proses adsorpsi, ion logam Pb mengalami penurunan di menit ke-15. Kadar Pb akhir melebihi kadar awal. Penyebab semakin lama waktu adsorpsi maka proses penyisihan semakin kecil adalah kadar polutan dalam air limbah sangat tinggi sehingga adsorben menjadi cepat jenuh. Adsorben yang jenuh tidak dapat berfungsi sebagai adsorben dan harus dilakukan regenerasi.

Setelah proses adsorpsi selama 120 menit selesai dilakukan, konsentrasi TDS dan Pb melebihi konsentrasi awal. Hal ini terjadi,

karena zeolit yang digunakan tidak diaktivasi, kemungkinan zeolit sudah teradsorpsi oleh ion Pb dan zat-zat yang lain. Pada proses adsorpsi, tidak terjadi penyisihan ion Pb justru sebaliknya, ion Pb yang ada pada zeolit terlepas dan kembali ke air limbah.

Asmadi dan Suharno (2012) mengatakan bahwa, proses adsorpsi mengakibatkan penurunan pH air limbah. pH sebelum proses adsorpsi sebesar 7,1 dan sudah memenuhi baku mutu, setelah proses adsorpsi pH akhir menjadi 4,25-4,57 sehingga tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan. Penurunan nilai pH disebabkan dalam proses adsorpsi diawali dengan proses koagulasi dengan PAC. Penambahan PAC akan menyebabkan penurunan pH larutan dan semakin banyak PAC yang ditambahkan maka semakin besar pula penurunan pHnya. Penelitian ini sesuai dengan pendapat Nugraheni, dkk., (2012) bahwa, terjadi penurunan pH limbah cair Batik Sasirangan setelah dilakukan koagulasi dengan PAC mengalami penurunan pH 16,614 dari 8,73 menjadi 7,28.

Keberhasilan proses adsorpsi untuk penurunan Pb dan TDS pada limbah cair industri ramah tangga disebabkan adanya efek inhibisi ion-ion logam. Cr relatif lebih mudah teradsorpsi oleh karbon aktif dibandingkan logam Ag dan fenomena adsorpsi suatu jenis logam dipengaruhi oleh keberadaan jenis logam lain. Menurut pendapat Suprihatin dan

Indrasti (2010) bahwa, efisiensi penurunan logam sangat dipengaruhi oleh jenis logam Cr dan Pb dapat disisihkan dengan mudah apabila dalam sistem ion tunggal dan ion ini memiliki efek inhibisi pada penyisihan lainnya.

Penyisihan logam Pb dapat juga dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif, tetapi proses ini kurang efektif untuk konsentras Pb yang tinggi (Said, 2010 dalam Hartini dan Yuantari, 2011). Adsopsi dgan Pb(II) mencapai maksimum pada pH 4. Sedangkan Cr(III) adsopsi maksimum pada pH 6. Kemampuan

adsorpsi ion logam juga dipengaruhi oleh pH karena adanya protonasi gugus ionic. Pada pH rendah konsentrasi ion H⁺ sangat tinggi sehingga terjadi tolak menolak atau kompetisi antara ion H⁺ dengan ion logam terhadap situs petukaran kation yang bermuatan positif, sehingga adsorpsi menjadi kecil. Adsorpsi logam akan mengalami peningkatan dengan naiknya pH dan pada pH tertentu yang lebih tinggi justru mengalami penurunan akibat terbentuknya endapan logam hidroksida (Handayani, dkk., 2012). Detail data terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Air Limbah Rumah Tangga Setelah Proses Adsorpsi.

| Parameter | Satuan | Kadar pada menit ke- | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 |
| TDS | Mg/L | 14.900 | 2.810 | 9.000 | 9.567 | 9.868 | 10.036 | 10.546 | 10.736 | 11.835 |
| Cr Total | Mg/L | 4,38 | 0,38 | 1,26 | 2,27 | 2,85 | 3,95 | 3,26 | 3,10 | 2,98 |
| Pb | Mg/L | 0,36 | 0,22 | 0,28 | 0,39 | 0,46 | 0,80 | 0,93 | 1,14 | 1,16 |
| pH | - | 5,25 | 4,42 | 4,25 | 4,36 | 4,55 | 4,51 | 4,52 | 4,55 | 4,57 |

KESIMPULAN

Pengolahan air limbah industri yang menghasilkan logam berat harus di monitor dengan sangat ketat. Dengan metode pengolahan fisik-kimia yang menggunakan *pretreatment tank, equalization basin, neutralization basin and coagulation tank, flocculation tank, clarifier tank, intermediated basin*, dan *sand filter/carbon filter* pada konsentrasi Pb, Ni, Zn dan Cu tidak dapat direduksi sesuai dengan standar baku mutu. Optimasi reduksi konsentrasi logam berat harus dilakukan untuk mengurangi resiko

pencemaran lingkungan, karena air limbah logam berat bersifat tidak bisa didegradasi (*non-biodegradable*) dan memiliki *long biological half-life*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M. A. 2015. Evaluasi pengoptimalan instalasi pengolahan air limbah terhadap pencemaran Sungai Wangi di Pasuruan. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 2(1), 1-5.
- Asrini, N. K., Adnyana, I. W. S., dan Rai, I. N. 2017. Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Jurnal ECOTROPHIC* Vol. 11 Nomor

- 2 Tahun 2017. 7 hal.
- El-Gaayda, J., F. E. Titchou, R. Oukhrib, P. S. Yap, T. Liu, M. Hamdani, and R. Ait Akbour. 2021. Natural flocculants for the treatment of wastewaters containing dyes or heavy metals: A state-of-the-art review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 9, no. 5: Article number 106060. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.10.6060>.
- Ginting, F. D. 2008. Pengajuan Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan menggunakan Metanol 1000 ml sebagai Refrigeran. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Jakarta*.
- Handayani, D. S., Jumina, Siswanta, D., Mustofa. 2012. Adsorpsi Ion logam Pb(II), Cd(II) dan Cr(III) oleh Poli 5 Allil Kaliks (4) Arena Tetraester, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 3(19), pp. 218 - 225.
- Hartini, E., Yuantari, M. G. C. 2011. Pengolahan Air Limbah Rumah tangga dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat Dan Poly Alum Chloride di Rumah tangga Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang, *Jurnal Dian*, 2(11), pp. 150 - 159.
- Irwan, F., Afdal. 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air, *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), pp. 85-93.
- Nugraheni, I. K., Umi, B., Utami, I. 2012. Aplikasi Arang Akif Cangkang Kelapa Sawit Terlapis Kitosan sebagai Filter dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan setelah Koagulasi dengan Poly Aluminium Chloride, *Jurnal Teknologi dan Industri*, 2 (1), pp. 9-18.
- Nugroho, Y. B., Yulistiyorini, A dan Mujiyono. 2022. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (WKHK) Tangerang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 23 No. 2 (Juli 2022) 172-179. 8 hal.
- Nurhayati, I., Sutrisno, J., Zainudin, S. 2018. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Fungsinya Sebagai Adsorben Limbah Cair industri rumah tangga, *Waktu*, 16 (1), pp. 62-71. *Jurnal Teknik UNIPA*.
- Said, N. I. 2010. Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di Dalam Air Limbah Industri, *JAI (Jurnal Air Indonesia)*, 2(6), pp. 136 - 148.
- Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Tiwari, A. P., & Joshi, M. K. 2021. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105688.
- Suprihatin dan Indrasti, N. S. 2010. Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Rumah tangga Dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi, *Makara Journal of Science*, 1(14), pp. 44 - 50.
- Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5 (2), pp. 33 - 39.
- Utomo, S. B., Jumina., Wahyuningsih, T. D. 2009. The Adsorption Of Pb(II) and Cr(III) By Polypropylcalix[4]Arene

Polymer, Indonesian Journal of Chemistry, 9 (3), pp. 437 - 444.

APHA. 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23rd Edition. America Public Health Association. [Book]. Published by: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. Hal: 8-57.

Asmadi., Suharno. 2012. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Gosyen Publishing, Indonesia. [Buku].

Karamah, E.F., Bismo, S. 2008. Pengaruh Dosis Koagulan PAC dan Surfaktan SLS Terhadap Kinerja Proses Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Logam Besi (Fe), Tembaga (Cu), dan Nikel (Ni) Dengan Flotasi Ozon. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan* (pp C-05-1 – C-05-6). Jakarta: Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Suin, M. Nurdin. 1994. Dampak pencemaran pada Ekosistem Pengairan. Prosiding Penataran Pencemaran Lingkungan Dampak dan Penanggulangannya. Pemda Kodya TK. II. Padang.