

KONSENTRASI CEMARAN BESI(Fe), MANGAN (Mn) DAN SENG (Zn) PADA AIR KELUARAN IPAL INDUSTRI BISKUIT, MIE DAN SUSU

Elsa Rahmawati¹, Endah Yunari Nugraheni¹ dan Kristianti Utomo¹

¹Dosen Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna

Email : endah.yunari@gmail.com

Abstrak

Suatu industri selain menghasilkan produk jadi, juga menghasilkan produk sisa berupa limbah yang sudah tidak bisa dimanfaatkan. Kajian ini bertujuan mengukur kadar logam besi (Fe), mangan (Mn) dan seng (Zn) pada air limbah industri biskuit, mie dan susu. Kajian ini termasuk pada penelitian dengan metode pendekatan kuantitatif yaitu menganalisis kadar logam yang terdapat dalam sampel air limbah effluent industri pangan biskuit, mie dan susu, dengan total 120 sampel. Limbah industri biskuit memiliki rata-rata konsentrasi tertinggi yaitu kadar Fe 0,069 mg/L, Mn 0,044 mg/L dan Zn 0,055 mg/L. Limbah industri mie memiliki rata-rata kadar Fe 0,142 mg/L, Mn 0,101 mg/L dan Zn 0,109 mg/L. Sedangkan limbah industri susu memiliki rata-rata kadar Fe 0,115 mg/L, Mn 0,084 mg/L dan Zn 0,087 mg/L. Hasil analisis menunjukkan kadar logam Fe, Mn dan Zn masih memenuhi Baku Mutu Lingkungan yang ditetapkan pemerintah yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Kata Kunci : Air limbah industri, kadar logam air limbah, industri pangan

Abstract

An industry besides producing finished products, also produces waste products that can no longer be utilized. This study aims to measure the levels of iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) in the wastewater of the biscuit, noodle and dairy industries. This study included research using a quantitative approach method, namely analyzing the levels of metals contained in effluent samples from the biscuit, noodle and milk food industry, with a total of 120 samples. Biscuit industrial waste had the highest average concentrations of Fe 0.069 mg/l, Mn 0.044 mg/l and Zn 0.055 mg/l. Noodle industry waste has an average content of Fe 0.142 mg/l, Mn 0.101 mg/l and Zn 0.109 mg/l. While the dairy industry waste has an average content of Fe 0.115 mg/l, Mn 0.084 mg/l and Zn 0.087 mg/l. The results of the analysis show that the metal content of Fe, Mn and Zn still meets the Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Keywords: Industrial waste water, metal content of wastewater, food industry

PENDAHULUAN

Limbah adalah bagian yang tidak terlepas dari suatu industri, baik industri besar maupun industri kecil. Dampak dari limbah yang dihasilkan tentu bisa mengganggu keseimbangan lingkungan jika tidak terkelola dengan tepat. Salah satu limbah yang dihasilkan suatu industri dapat berupa limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan oleh suatu industri harus diolah dengan baik agar tidak melampaui batas baku mutu yang telah ditetapkan.

Sebelum membuang limbah cair ke badan air, industri harus memastikan bahwa limbah cair yang dibuang telah aman bagi lingkungan. Salah satu bahan pencemar yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran air adalah cemaran logam berat di dalamnya. Faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi. Penyebaran logam berat di lingkungan sebagian besar disebabkan oleh pembuangan limbah. Polutan yang dihasilkan dari berbagai kegiatan industri dapat menyebar melalui angin, terlarut dalam air apabila dibuang ke perairan, dan dapat mengendap di dasar perairan (sedimen). Paparan kontaminasi logam berat yang hadir, meskipun dalam konsentrasi rendah di lingkungan, dapat menjadi berbahaya bagi kesehatan manusia.

Air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya. Limbah beracun yang dihasilkan industri antara lain dapat berupa logam berat. Menurut beberapa literatur terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat

menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain. Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagaimana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan.

Beberapa logam berat serta senyawa beracun yang banyak dijumpai di dalam air limbah industri adalah khrom (Cr), Nikel (Ni), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Cadmium (Cd), Perak (Ag), Timbal (Pb) dan Senyawa sianida. Air limbah yang mengandung logam berat termasuk golongan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Air limbah yang mengandung logam berat menjadi isu lingkungan yang telah menyita perhatian banyak pihak, mengingat dampak yang ditimbulkannya dapat berakibat buruk bagi kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia. (Said, 2010)

Zat besi (Fe), Mangan (Mn) dan Seng (Zn) umumnya terkandung dalam tanah secara alamiah karena merupakan mineral tanah. Logam tersebut juga mudah dijumpai pada air tanah. Kadar logam tersebut sering dijumpai dengan kadar yang beragam pada effluent Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), tergantung dari efisiensi pengolahan air limbah tersebut. Untuk mengetahui kandungan logam dalam air limbah dari berbagai jenis industri pangan, maka dilakukan penelitian mengenai analisis logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada efluen IPAL Industri biskuit, mie dan susu.

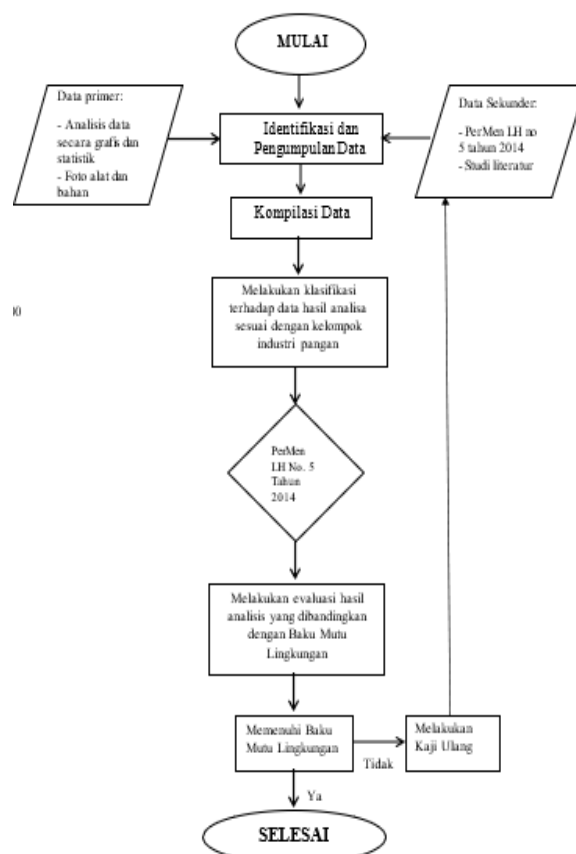
Rumusan masalah dalam kajian ini adalah : apakah air limbah industri pangan biskuit, mie dan susu mengandung logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn)?; berapa kadar logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada air limbah industri pangan biskuit, mie dan susu?

Maksud dan tujuan kajian ini adalah mengukur kandungan logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada air limbah industri pangan biskuit, mie dan susu; melakukan klasifikasi kadar logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada air limbah industri pangan biskuit, mie dan susu; mengevaluasi kadar kadar logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada air limbah industri pangan biskuit, mie dan susu

METODE PENELITIAN

Pada tahap pelaksanaan kajian dilakukan analisis terhadap sampel rutin yang diterima di laboratorium dengan tahapan sebagai berikut yaitu menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, berupa Erlenmeyer 250 ml; Pipet volume 100 ml dan 5 ml; Labu ukur 100 ml; Kertas saring whatman 42; Lampu katoda Fe, Mn dan Zn; Spektrofotometer Serapan Atom (SSA); Kompresor; Sampel air limbah industri pangan; Asam nitrat (HNO_3) pekat; Air bebas analit (aquades); Gas Acetylene.

Langkah selanjutnya melakukan persiapan contoh uji untuk sampel air limbah sesuai dengan SNI 6989.84:2019; melakukan analisis terhadap parameter uji yang sudah ditetapkan menggunakan instrumen analitik SSA sesuai prosedur; melakukan klasifikasi hasil analisis sesuai dengan penggolongan jenis industri pangan; membandingkan data hasil analisa dengan baku mutu lingkungan yang berlaku; membuat hasil rangkuman kajian dan menyampaikan hasil kajian, kemudian kajian selesai.



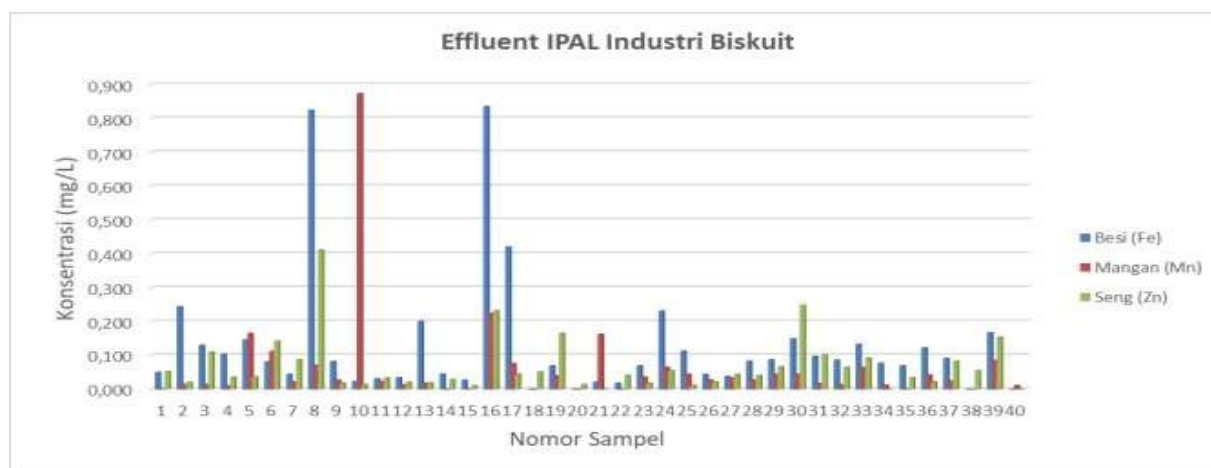
Gambar 1 Tahapan Kajian

ANALISIS & PEMBAHASAN

1. Efluen IPAL Industri Biskuit

Pada penelitian ini, diperoleh 40 data *effluent* dari masing-masing industri pangan yang telah ditentukan jenisnya. Sampel-sampel tersebut sebelum dianalisis telah dipreparasi sesuai SNI 6989.84:2019 tentang Cara Uji Kadar Logam Terlarut Dan Logam Total Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala. Besarnya konsentrasi logam yang terdeteksi oleh SSA berbanding lurus dengan besarnya absorbansi yang terbaca.

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran dengan total 40 data disajikan dalam bentuk grafik dan dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Effluent IPAL Industri Biskuit

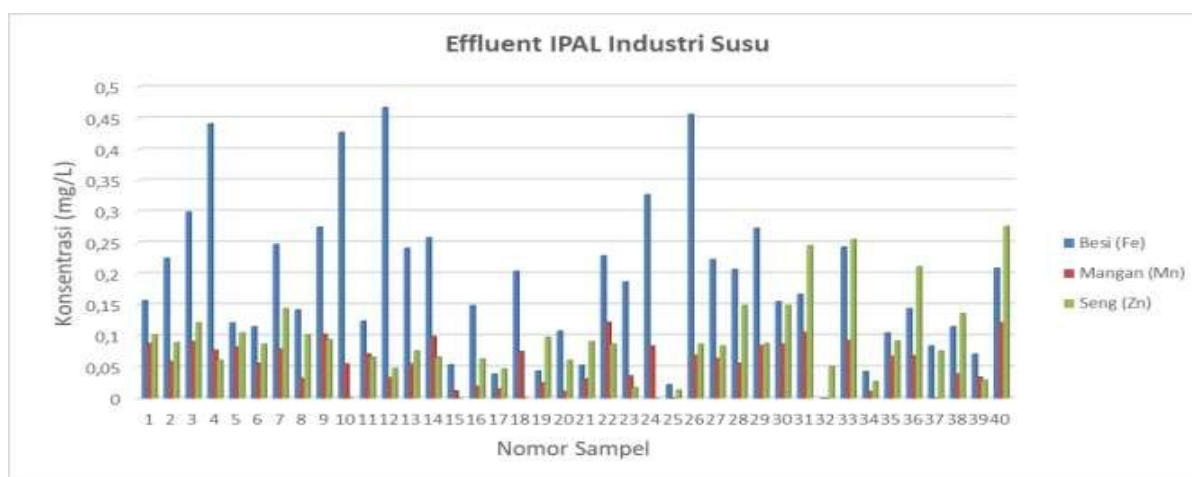
Berdasarkan Gambar 2, grafik sampel air limbah effluent industri biskuit menunjukkan kadar Fe tertinggi terdapat pada sampel nomor 16 dengan konsentrasi 0,835 mg/L. Kadar Mn tertinggi terdapat pada sampel nomor 10 dengan konsentrasi 0,873 mg/L. Kadar Zn tertinggi terdapat pada sampel nomor 8 dengan konsentrasi 0,411 mg/L.

Menurut *U.S. Department Of Agriculture Food Data Central*, fakta nutrisi mengenai biskuit dalam jumlah per 100 gram memiliki komposisi protein yang terkandung sebesar 7 gram yang mencakup vitamin C 0,2 mg, zat besi 2,9 mg, vitamin B6 0 mg, magnesium 18 mg, kalsium 235 mg, vitamin D 0% dan vitamin B12 0,1 µg. Nutrisi yang terkandung dalam bahan baku pembuatan

biskuit tersebut yang menyebabkan air limbah yang dihasilkan pun mengandung logam-logam yang dapat terdeteksi oleh SSA.

Hasil analisis sampel air limbah industri biskuit menunjukkan konsentrasi yang fluktuatif. Air limbah telah melalui proses pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri. Rata-rata konsentrasi yang dihitung secara statistik deskriptif dengan mengambil dari nilai modus yaitu logam Fe 0,069 mg/l, logam Mn 0,027 mg/l dan 0,044 mg/l serta logam Zn 0,014 mg/l, 0,018 mg/l, 0,021 mg/l, 0,022 mg/l dan 0,055 mg/l.

Hasil analisis sampel effluent IPAL industri mie dengan total 40 sampel dapat dilihat pada grafik pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Effluent IPAL Industri Mie

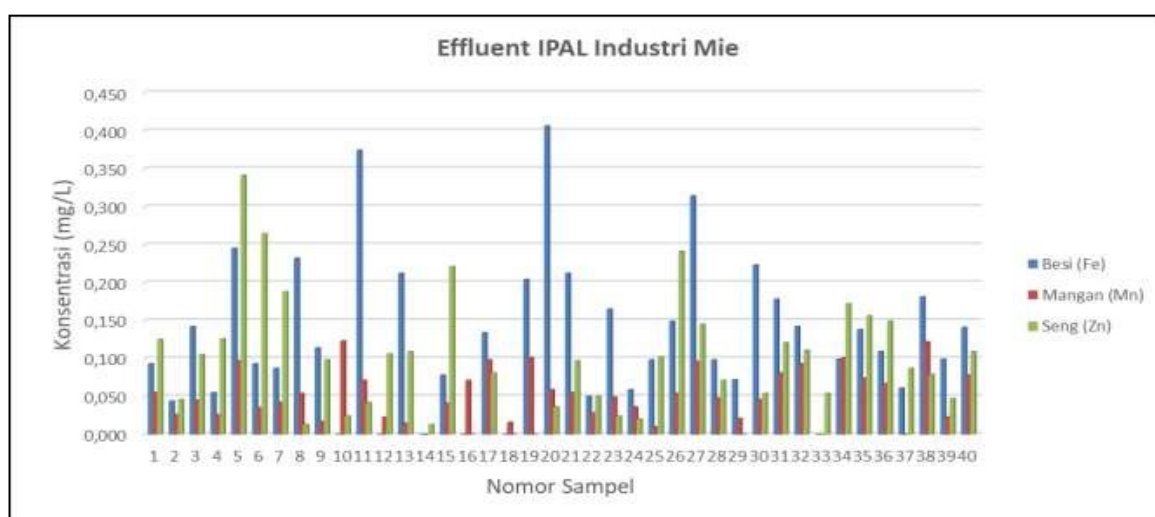
Aktivitas kegiatan bidang perindustrian dipengaruhi antara lain oleh faktor jenis bahan baku yang diolah, jenis atau bahan jadi yang dihasilkan, kapasitas produksi, teknik proses produksi yang diterapkan. Jenis aktivitas utama yang menghasilkan limbah dan sifat pencemaran yang potensial. Salah satu sumber polutan logam yang terkandung dalam air limbah bersumber dari bahan baku. Pada industri mie, bahan baku utama pembuatannya adalah tepung terigu dari jenis gandum lunak. Biji gandum memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, diantaranya karbohidrat 60-80%, protein 10-20%, lemak 2-2,5%, mineral 4-4,5% dan sejumlah vitamin lainnya (Pomeranz 1971, Šramková et al. 2009). Rodriguez et al. (2011) menginformasikan bahwa biji gandum memiliki kandungan mineral fosfor (2370 ± 333 mg/kg), natrium (102 ± 52 mg/kg), kalium (4363 ± 386 mg/kg), kalsium (351 ± 62 mg/kg), magnesium (1163 ± 155 mg/kg), besi ($40,0 \pm 5,5$ mg/kg), tembaga ($2,68 \pm 0,93$ mg/kg), seng ($32,1 \pm 2,9$ mg/kg), mangan ($22,1 \pm 3,5$ mg/kg), dan selenium ($67,7 \pm 40,4$ mg/kg).

Grafik 3 menunjukkan kadar logam Fe tertinggi pada sampel nomor 20 sebesar 0,406 mg/L. Kadar logam Mn tertinggi terdapat pada sampel nomor 10 dengan konsentrasi

0,123 mg/L. Sedangkan kadar tertinggi logam Zn pada sampel nomor 5 sebesar 0,341 mg/L. Dilihat dari hasil analisis, konsentrasi logam bervariasi dalam setiap sampel. Konsentrasi polutan yang terdeteksi dalam air limbah *effluent* tergantung dari keberhasilan pengolahan pada IPAL industri tersebut. Polutan logam yang masih dapat terdeteksi dalam air limbah tidak berbahaya untuk lingkungan jika masih memenuhi nilai ambang batas yang telah ditentukan. Oleh karena itu, perlu dipastikan setiap pengolahan air limbah memiliki efisiensi yang tepat dalam menghilangkan polutan-polutan pengganggu yang berbahaya bagi lingkungan sebelum air tersebut dibuang ke badan air. Rata-rata konsentrasi logam Fe pada air limbah *effluent* sebesar 0,093 mg/l, 0,098 mg/l, 0,099 mg/l, dan 0,142 mg/l. Konsentrasi logam Mn sebesar 0,023 mg/l, 0,026 mg/L, 0,054 mg/l, 0,055 mg/l, 0,071 mg/l dan 0,101 mg/l. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam Zn sebesar 0,013 mg/l, 0,024 mg/l, 0,054 mg/l dan 0,109 mg/l.

3. Industri Susu

Hasil analisis sampel *effluent* IPAL industri susu yang menunjang untuk penelitian ini dapat dilihat pada grafik gambar 4 berikut



Gambar 4. Grafik Effluent IPAL Industri Pangan Susu

Semua jenis industri yang menghasilkan limbah industri bertanggung jawab mengelola limbah tersebut agar tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan sekitar. Setiap industri perlu memahami karakteristik limbah yang dihasilkan untuk mengetahui jenis pengolahan air limbah yang sesuai. Kondisi dan sistem pengolahan air limbah pada IPAL masing-masing industri tentu berbeda-beda. Gambar 4 merupakan grafik perbandingan sampel air limbah effluent industri susu menunjukkan kadar logam Fe tertinggi pada sampel nomor 12 sebesar 0,467 mg/l, kadar logam Mn tertinggi pada sampel nomor 22 yaitu sebesar 0,122 mg/l dan kadar logam Zn tertinggi pada sampel nomor 40 sebesar 0,276 mg/l. Sedangkan rata-rata yang diperoleh dari hasil perhitungan statistic deskriptif, logam Fe memiliki rata-rata sebesar 0,115 mg/l, logam Mn sebesar 0,011 mg/l, 0,055 mg/l, 0,056 mg/l dan 0,084 mg/l dan logam Zn memiliki rata-rata sebesar 0,087 mg/l. Logam Fe dijumpai pada air limbah industri pangan karena bahan baku industri pangan sebagian banyak mengandung logam Fe. Seperti contoh pada industri susu, menggunakan bahan kimia $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang memiliki manfaat sebagai sediaan zat besi dalam tubuh. Oleh sebab itu, kadar logam besi (Fe) umum dijumpai hampir di semua air limbah dengan berbagai konsentrasi.

Pada air limbah effluent industri susu, terdapat pula kandungan logam Mn dan

Zn. Hal ini bisa disebabkan karena bahan tambahan produksisusu menggunakan mineral ZnSO_4 yang merupakan senyawa anorganik (Sanam, dkk. 2014). ZnSO_4 adalah mineral alami yang penting untuk pertumbuhan dan digunakan sebagai suplemen untuk mengatasi kekurangan seng pada tubuh manusia. Fakta lain mengatakan menurut website Frisian flag, kandungan mineral dalam susu yang banyak dijumpai yaitu kalsium, fosfor, selenium, mangan, magnesium dan seng. Selain dari bahan baku yang digunakan, sumber logam yang terdeteksi oleh alat dapat bersumber dari air bersih yang digunakan pada proses produksi. Karena sifat logam-logam terlarut dalam air.

4. Perbandingan Konsentrasi Air Limbah Industri Biskuit, Mie dan Susu

Pada grafik yang disajikan dalam Gambar 5, industri mie memiliki rata-rata konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan industri susu ataupun industri biskuit.. Meskipun kadar logam masih dapat terdeteksi di effluent IPAL, tetapi konsentrasi tersebut masih dalam Nilai Ambang Batas yang ditetapkan

Berdasarkan dari data yang telah disajikan dengan total 120 data, adapun perbandingan rata-rata konsentrasi tertinggi yang diambil dari nilai modus pada perhitungan statistik deskriptif dari semua sampel yang dianalisis dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Perbandingan Rata-Rata Konsentrasi Air Limbah Effluent

Hasil pengolahan data tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu sesuai peraturan perundangan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh pemerintah dan yang masih berlaku. Peraturan yang mengatur baku mutu air limbah yang berlaku saat ini secara nasional adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah. Baku mutu yang dipakai pada penelitian ini yaitu lampiran XLVII tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditetapkan, terdapat pada Lampiran 1. Secara keseluruhan, konsentrasi logam Fe, Mn dan Zn pada sampel-sampel tersebut tidak melebihi persyaratan yang telah ditetapkan

KESIMPULAN

Konsentrasi logam besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) pada air limbah effluent industri pangan sebagai berikut: Limbah industri biskuit memiliki rata-rata konsentrasi logam Fe 0,069 mg/l, Mn 0,044 mg/l dan Zn 0,055 mg/l; Limbah industri mie memiliki rata-rata kadar Fe 0,142 mg/l, Mn 0,101 mg/l dan Zn 0,109 mg/l; Limbah industri susu memiliki rata-rata kadar 0,115 mg/l, Mn 0,084 mg/l dan Zn 0,087 mg/l.

Dari hasil analisis yang didapatkan tersebut menunjukkan bahwa efluen IPAL dari keseluruhan sampel yang dianalisis, tidak melebihi kadar maksimum air limbah industri sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 lampiran XLVII yaitu untuk Fe 5 mg/l, Mn 2 mg/l dan Zn 5 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

Adiguna, Sarmauli H, 2019, Analisis Kadar Besi (Fe) dan Seng (Zn) Dalam Air Limbah Industri Di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas I Medan, Tugas Akhir, Fakultas

MIPA. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Anggriana, Dwi, 2011, Analisis Cemar Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Air Sumur di Kawasan PT. Kima Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Skripsi, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.

Annisa, Nurul, 2021, Analisis Logam Berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd) Dan Cromium (Cr) Di Sungai Way Tiplek Tanjung Bintang Lampung Selatan, Skripsi, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung.

Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: UI Press.,

Hammer, J. M., 2008, *Water and Wastewater Technology*, Pearson Education International. New Jersey.

Hettich, Drs. B. Simon, dkk. 2001, *Environmental Health Criteria 212: Zinc (Part 3)*, Geneva: World Health Organization.

Kristanto, P. (2004), *Ekologi Industri*, Yogyakarta: Andi.

Mangundap, Intan Y. et all. 2019., Pengelolaan Air Limbah Pada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk Di Kota Bitung, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado.

Manurung, Eka. A. S., 2019, Penentuan Kadar Logam Seng (Zn) Dan Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom, Laporan Tugas Akhir, Program Studi D3-Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Metcalf & Eddy., 2003, *Wastewater Engineering: Treatment and Reus.* 4th ed. Newyork: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Said, N. L., Wahyu, W., 2019, Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biolfilter Anaerob-Aerob, Jakarta, BPPT.
- Sawyer, C. N., Mc Carty, P. L., dan Parkin, G. F. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science.* 5th ed. Boston: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Simangunsong, Dedy Christoper., 2016, Analisa Kadar Logam Dalam Buangan Air Limbah Industri PT Inalum (Persero) Dengan Parameter Besi (Fe), Seng (Zn), Tembaga (Cu) Menggunakan Metode AAS (*Atomic Absorption Spektrofotometer*, Karya Ilmiah, Program Studi D-3 Kimia. Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sri Laksmi, Betty. *Teknik Penanganan Limbah Industri Pangan.*
- Sugiharto. 2008. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sutrisno, C.T., 2004, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Svehla, G. 1990, Buku Teks Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi Kelima, Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka
- Syuhada, M. Nur. 2018, Penentuan Kadar Ion Logam Besi (Fe), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Timbal (Pb), Dan Zink (Zn) Pada Air Dan Sedimen (Padatan Total) Yang Berada Di Sungai Pasca Erupsi Gunung Sinabung Di Desa Perbaji Kabupaten Karo, Sumatera Utara Dengan Metode *Inductively Coupled Plasma* (ICP), Skripsi. Program Studi S1 Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Syamsidar, Nur., 2016, Analisis Kandungan Logam Berat Pada Tanah Pembuangan Limbah Industri Non-Pangan di Kabupaten Gowa. Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Syam, L. 2004, Analisis Kadar Besi (Fe) Pada Kedelai dengan Pengompleks Fenantrolin, Skripsi, UNTAD Press, Palu.
- Van Loon, J.C, 1980, *Analytical Atomic Absorbtion Spectroscopy.* Departemen Of Geologi and Chemistry, Universitas Toronto, Canada.
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: Andi.
- Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam. Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran.* Bandung: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Wiley, J.M., L.M. Sherwood, and C.J Woolverton. 2008. *Prescott, Haley, and Klein's Microbiology.* 7th ed. Boston: McGraw-Hill Companies, Inc.