

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Industri Tahu X dan Y

Pada proses produksi industri tahu menghasilkan beberapa jenis limbah seperti ampas tahu dan air limbah. Dalam proses produksi tahu menggunakan jumlah air yang banyak di setiap proses produksinya seperti pada proses perendaman, pencucian kedelai, penggumpalan dan pencetakan dimana air limbah ini langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Analisis air limbah pada penelitian ini dilakukan pada dua Industri Tahu yang terpilih yaitu Industri Tahu X dan Industri Tahu Y yang ada di Kota Yogyakarta. Kedua Industri Tahu ini terpilih karena terdapat perbedaan jumlah produksi pada proses produksi tahu.

Industri Tahu X telah beroperasi sejak lama sekitar tahun 60an dan merupakan warisan dari keluarga ini. Produksi Industri Tahu X yaitu sekitar 150 kg per hari. Jadwal produksi Industri Tahu X dilakukan setiap hari kecuali hari minggu. Industri Tahu X memiliki tenaga kerja berjumlah 2 orang dengan bantuan pemilik industri yang sesekali ikut turun tangan dalam proses produksi. Air limbah dari Industri Tahu X akan langsung dibuang ke badan penerima tanpa adanya pengolahan. Berikut ini adalah spesifikasi dari kedua industri tahu yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

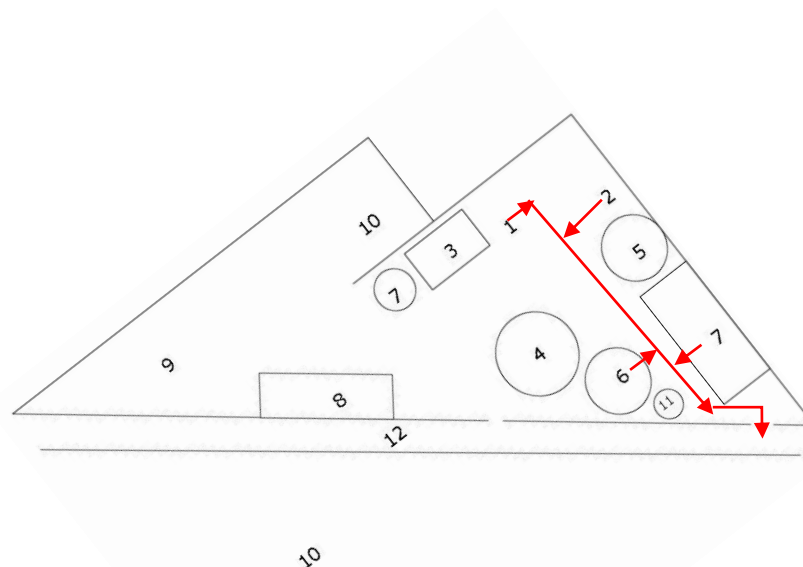
Tabel 4.1. Spesifikasi Industri Tahu X dan Industri Tahu Y

No.	Keterangan	Industri Tahu X	Industri Tahu Y
1.	Lokasi	Yogyakarta	Yogyakarta
2.	Mulai Beroperasi	Tahun 60an	Tahun 2002
3.	Jumlah Produksi	±150 kg	±100 kg
4.	Jadwal Produksi	6 hari	±6 hari



Gambar 4.1. Tata Letak Proses Produksi Industri Tahu X

Sedangkan Industri Tahu Y sudah beroperasi sejak tahun 2002. Jumlah produksi Industri Tahu Y lebih sedikit yaitu sekitar 100 kg per hari. Produksi pada Industri Tahu Y memiliki waktu produksi berbeda karena pada Industri Tahu Y hanya dilakukan pada hari tertentu sesuai dengan waktu kosong dari pemilik Industri Tahu Y. Pekerja pada industri ini terdapat 2 orang termasuk pegawai dan pemilik industri. Air limbah dari Industri Tahu Y juga langsung dibuang ke badan penerima tanpa adanya pengolahan. Tata letak peralatan pada ruang produksi masih kurang baik sehingga pergerakan untuk ruang pergerakan pegawai masih sempit. Pencahayaan dan sirkulasi udara dalam ruang produksi sudah cukup baik. Berikut adalah tata letak proses produksi Industri Tahu Y yang dapat dilihat pada gambar 4.2.



Keterangan:

1. Area Perendaman
2. Area Pencucian
3. Mesin Penggiling
4. Tungku Masak
5. Bak Penampung Air Bersih
6. Bak Penggumpalan
7. Area Pencetakan Tahu
8. Area Penempatan Alat Pencetak
9. Gudang Penyimpanan Kedelai
10. Area Boiler
11. Area Penyimpanan Kayu Bakar
12. Wadah penampung limbah *whey*
13. Sungai

— Aliran Air Limbah

Gambar 4.2. Tata Letak Proses Produksi Industri Y

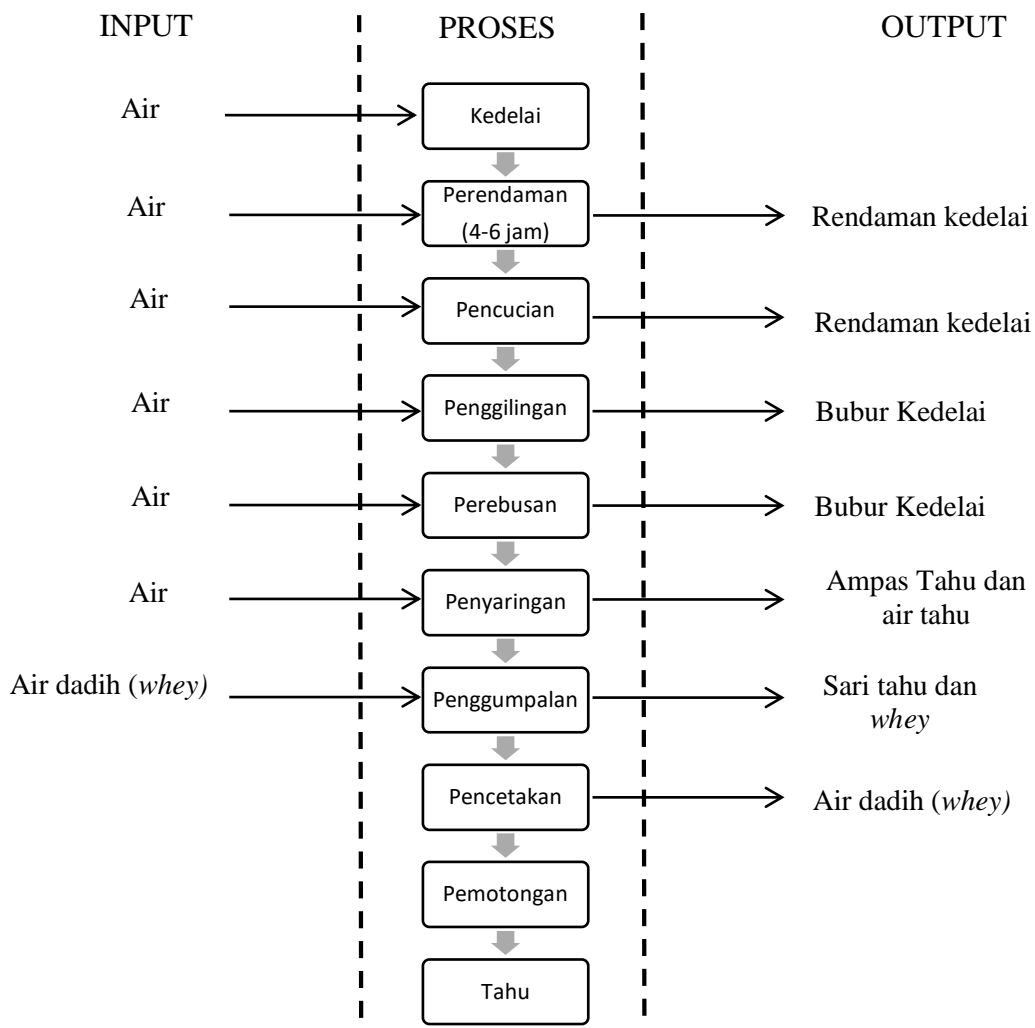
Limbah industri pada pengolahan tahu mengandung sejumlah besar protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan saat pembersihan maupun pengolahan. Adanya kadar bahan organik yang tinggi pada buangan air serta bahan yang terbawa dalam air pada pengolahan industri tahu akan menyebabkan gangguan pada ekosistem lingkungan. Hal tersebut dapat berkelanjutan apabila tidak ada penanganan dan penanggulangan yang baik. Dampak yang paling nyata dengan adanya limbah organik ini adalah timbulnya bau yang menyengat serta air yang keruh (Indrasti, 2009).

Dalam penelitian terdahulu diketahui bahwa penelitian karakteristik air limbah yang dilakukan terbatas, hanya menguji limbah cair pada tahap air proses produksi sebelum dibuang ke lingkungan. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisa

lebih lanjut mengenai kandungan yang terdapat dalam limbah cair Industri Tahu yang disesuaikan dengan Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah terkhusus pada Lampiran I mengenai Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu.

4.2 Proses Produksi Industri Tahu

Proses produksi Industri Tahu terdiri dari beberapa tahapan yaitu, perendaman, pencucian, penggilingan, perebusan, penyaringan, penggumpalan, pengepresan, pencetakan, dan pemotongan. Berikut adalah diagram alir proses produksi di Industri Tahu X dan Y pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Diagram Alir Proses Produksi

Kedelai yang telah ditimbang akan direndam dalam sebuah baskom. Perendaman kedelai dilakukan selama 4-6 jam hingga kedelai mengembang dan terdapat buih di sisi – sisi wadah. Proses perendaman dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Proses Perendaman Industri Tahu X dan Y

Setelah direndam, proses pencucian kedua industri memiliki perbedaan. Pada Industri Tahu X, proses pencucian dilakukan dengan mengalirkan air ke kedelai. Sedangkan, Industri Tahu Y kedelai hasil rendaman ditambahkan air dan didiamkan selama 3 menit. Proses pencucian dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Proses Pencucian Industri Tahu X dan Y

Selanjutnya, kedelai digiling menggunakan mesin penggiling. Tenaga mesin yang digunakan Industri Tahu X yaitu listrik, sedangkan Industri Tahu Y masih menggunakan tenaga diesel dengan bahan bakar solar. Pada saat proses penggilingan, ditambahkan air untuk memudahkan bubur kedelai keluar dan mempermudah pada saat ekstraksi. Kedelai yang telah dilakukan penggilingan akan ditampung dalam ember. Proses penggilingan dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Proses Penggilingan Industri Tahu X dan Y

Bubur kedelai yang telah digiling akan dimasak. Proses perebusan pada Industri Tahu X dilakukan selama 30 menit dengan sistem pemanas uap yang dialirkan melalui pipa baja dari ketel uap dengan bahan bakar kayu. Sedangkan Industri Tahu Y, dilakukan perebusan selama 1 jam dengan sistem pemanas langsung di atas tungku menggunakan bahan bakar kayu. Proses perebusan dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Proses Perebusan Industri Tahu X dan Y

Bubur kedelai yang telah dimasak kemudian dipindahkan ke bak penyaringan. Bubur kedelai kemudian disaring dengan menggunakan kain sifon. Jenis kain yang digunakan pada kedua industri berbeda. Industri Tahu Y menggunakan kain teflon berwarna putih dan Industri Tahu X menggunakan kain sifon berwarna putih. Proses penyaringan ini bertujuan untuk memisahkan antara ampas dan sari kedelai. Pada proses penyaringan diberikan tambahan air hingga sari tahu yang masih menyatu dengan sari kedelai terpisah.



Gambar 4.8. Proses Filtrasi Industri Tahu X dan Y

Proses penggumpalan sari kedelai didiamkan selama 10 – 15 menit dengan penambahan air dadih (*whey*). Menurut Herlambang (2002) bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak adalah yang jumlahnya paling besar. Protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10%. Tujuan penambahan asam cuka (*whey*) dalam proses pembuatan tahu untuk mengembangkan pati, membuat tahu semakin padat, dan mempersatukan pati (Kafadi, 1990). Air asam yang telah terpisah dimasukkan kedalam wadah agar dapat digunakan untuk proses penggumpalan lainnya.



Gambar 4.9. Proses Penggumpalan Industri Tahu X dan Y

Sari kedelai yang telah menggumpal dimasukkan kedalam cetakan yang dialasi kain sifon, kemudian dilakukan pengepresan untuk mengeluarkan air asam yang masih tersisa dalam gumpalan tahu. setelah dicetak dan dipres, kemudian

dipotong sesuai dengan ukuran pesanan. Tahu merupakan salah satu sumber makanan yang berasal dari kedelai yang mengandung protein tinggi, dimana dalam 100 g tahu mengandung 68 g kalori, protein 7,8 g, lemak 4,6 g, hidrat arang 1,6 g, kalsium 124 g, fosfor 63 mg, besi 0,8 mg, vitamin B 0,06 mg, air 84,8 g (Partoatmojo,S. 1991).



Gambar 4.10. Proses Pengepresan Industri Tahu X dan Y



Gambar 4.11. Proses Pencetakan Industri Tahu X dan Y

Tahu yang telah siap cetak ditampung di wadah diberikan air sehingga tidak menyatu dan dipasarkan esok hari.

4.3 Hasil Pengujian dan Analisa Limbah Cair Industri Tahu Pada Tahap Akhir Produksi

Dalam Industri Tahu X dan Industri Tahu Y terdapat 6 parameter yang akan diuji yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), suhu dan pH. Hasil uji laboratorium yang diperoleh akan dibandingkan dengan Peraturan Daerah DIY

Nomor 7 Tahun 2016 khususnya pada Lampiran I tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Industri Tahu dan beberapa penelitian terdahulu. Pada pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia terhadap sampel air limbah pada tahap akhir proses produksi Industri Tahu X dan Industri Tahu Y diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Uji Industri Tahu Pada Tahap Akhir Produksi

Parameter	Satuan	Industri Tahu X	Industri Tahu Y	Referensi I (*)	Referensi II (**)	Referensi III (***)	Baku Mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016
BOD ₅	mg/l	1693.9	1210.1	3475	2326.4 & 2794.4	1875	150
COD	mg/l	1807.5	1325.0	6197	5133.2 & 5726.65	10327.9	300
TSS	mg/l	378.0	252.0	678		688	200
TDS	mg/l	1530.0	707.0			9128	2000
Suhu	°C	31.6	32.3	50			3°C terhadap suhu ruangan
pH		6.0	6.0	5.09	4.52 & 4.45	3.66	6.0-9.0
Keterangan:							
<i>Referensi I</i> : Kuswinarni, Fibria (2007)							
<i>Referensi II</i> : Mahmud, Fatmawaty (2013)							
<i>Referensi III</i> : Jaya, Jaka Darma., Lestari, Ema., & Wicaksono, Riddy Yanuar (2018).							

Dari hasil data diatas menunjukkan bahwa pengujian terhadap limbah cair pada tahap akhir proses produksi Industri Tahu terdapat beberapa parameter yang berada di atas baku mutu yang tercantum dalam Peraturan Daerah DIY No.7 Tahun 2016 untuk parameter BOD, COD, dan TSS. Untuk parameter TDS, suhu dan pH berada di antara baku mutu yang ada.

Tingginya kandungan parameter TSS, TDS, BOD, dan COD yang dibuang ke badan air penerima tanpa pengolahan terlebih dahulu akan membahayakan lingkungan. Oleh sebab itu, sebaiknya dilakukan pengolahan untuk menurunkan

kadar TSS, TDS, BOD, dan COD yang tinggi pada tahap akhir proses produksi ini dengan cara sebagai berikut :

1. Untuk menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair tahu dapat dilakukan dengan waktu perendaman yang singkat. Menurut Sundarsih (2009) semakin lamanya perendaman, proses dispersi protein dalam air semakin maksimal (semakin banyak protein dalam kedelai yang berpindah ke air). Hal ini menyebabkan protein yang tertinggal di dalam ampas semakin sedikit. Hal ini menunjukkan kandungan protein dalam air akan mengakibatkan kadar BOD, COD dan TSS tinggi karena mengandung bahan organik yang tinggi.
2. Menurunkan kadar BOD, COD dan SS menggunakan sistem biofilter anaerob-aerob dengan media plastik sarang tawon. Efisiensi penurunan kadar BOD pada limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan reaktor biofilter anaerobik-aerobik bermedia plastik sarang tawon sebesar 89,4%, kadar COD mencapai 88,2% dan kadar SS sebesar 94%. Implementasi pemanfaatan reaktor biofilter anaerob-aerobik dapat dilakukan dengan memanfaatkan bahan-bahan yang murah dan mudah diperoleh seperti plastik, pompa, penyangga, pipa PVC, batu apung dan lain lain. (Said, Nusa Idaman & Heru Dwi Wahjono, 2003)
3. Menurunkan kadar TSS dan BOD menggunakan sistem aerasi dan filtrasi (media limbah rambut dan media arang tempurung kelapa). Untuk menurunkan kadar TSS dan BOD paling efektif dilakukan 6 kali pengulangan dengan rata-rata persentase penurunan kadar TSS setelah perlakuan aerasi dan filtrasi (media limbah rambut dan media arang tempurung kelapa) yaitu sebesar 83,82% dan rata-rata persentase penurunan kadar BOD yaitu sebesar 77,59. (Tedy, Dian P., Suharno & Apriansyah, 2018)

4.4 Hasil Pengujian dan Analisa Limbah Cair Industri Tahu Pada Setiap Tahap Produksi

Pada kegiatan Industri Tahu terdapat beberapa proses yang menghasilkan limbah cair. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap seluruh kegiatan proses produksi yang menghasilkan limbah cair untuk mengetahui potensi pencemaran yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar.

4.4.1 Suhu dan pH

Pengujian suhu menggunakan termometer sesuai acuan yaitu acuan SNI 06-6989.23-2005. Untuk pengujian derajat keasaman (pH) pada air limbah di lapangan menggunakan alat ukur berupa pH universal sesuai acuan yaitu SNI 06-6989.11-2004. Hasil pengukuran suhu dan pH di Industri Tahu X dan Industri Tahu Y setiap tahapan proses produksi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil pengujian suhu dan pH seluruh proses produksi

Parameter	Proses	Industri Tahu X	Industri Tahu Y	Referensi 1 (*)	Referensi 2 (**)	Referensi 3 (***)	Baku Mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016
Suhu	Perendaman	29.4	29.0				3°C terhadap suhu udara
	Pencucian	30.1	30.5				
	Penggumpalan	55.0	51.6				
	Pencetakan	46.0	43.4				
	Outlet	31.6	32.3	50			
pH	Perendaman	6.0	6.0				6,0-9,0
	Pencucian	7.0	7.0				
	Penggumpalan	4.0	5.5				
	Pencetakan	5.0	5.0				
	Outlet	6.0	6.0	5.09	4.52 & 4.45	3.66	
Keterangan:							
<i>Referensi I</i> : Kuswinarni, Fibria (2007)							
<i>Referensi II</i> : Mahmud, Fatmawaty (2013)							
<i>Referensi III</i> : Jaya, Jaka Darma., Lestari, Ema., & Wicaksono, Riddy Yanuar (2018).							

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, temperatur yang tinggi terdapat pada proses penggumpalan dan pencetakan. Hal ini terjadi karena limbah cair dari kedua proses ini berasal dari proses perebusan sehingga memiliki

temperatur tinggi. Menurut (Purnama, 2007; Yulianti, 2001) salah satu ciri-ciri limbah cair tahu yaitu limbah cair tahu pada umumnya berada pada kondisi temperatur tinggi. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembuatan tahu selalu pada kondisi panas, baik pada saat penggumpalan atau pada saat penyaringan yaitu pada suhu 60–80°C. Pencucian dengan menggunakan air dingin selama proses berjalan tidak mampu menurunkan suhu limbah cair tersebut. Limbah cair tahu berwarna kuning muda dan disertai adanya suspensi berwarna putih.

Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu 40°C-46°C. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan (Kaswinarni, F, 2007).

Dari hasil pengukuran nilai pH menunjukkan bahwa nilai pH Industri Tahu X dan Industri Tahu Y cenderung normal serta masih memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan di beberapa proses produksi terkecuali pada proses penggumpalan dan pencetakan di kedua industri tersebut. Konsentrasi pH berada diantara 4-5 disebabkan karena adanya penambahan *whey* (cairan yang mengandung asam) sehingga menyebabkan kualitas limbah cair memiliki sifat asam. Nilai pH pada pembuangan akhir (outlet) memenuhi baku mutu karena limbah cair yang dibuang dari proses sebelumnya telah berakumulasi dengan limbah cair yang berasal dari pencucian alat dan tangan tenaga kerja selama proses produksi.

Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Nilai pH yang berada di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang memiliki sifat sangat toksik bagi organisme. (Barus, 2004).

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

Menurut Fachrurozi (2010), BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah total oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang ada di dalam air. Pernyataan tersebut juga diperjelas oleh pendapat Hammer (1997), yang juga mengatakan bahwa BOD

(Biological Oxygen Demand) adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik terlarut dan tersuspensi dalam keadaan aerobik. Uji BOD digunakan secara luas untuk menentukan kekuatan pencemaran dari limbah domestik dan limbah industri, dalam arti oksigen yang akan dibutuhkan bila limbah tersebut dibuang ke air lingkungan dalam kondisi aerobik. Pengujian sampel BOD dilakukan menggunakan metode winkler tertutup sesuai SNI 6989.72:2009.

Menurut Alaertz dan Santika (1984) COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk meengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air. *Chemical oxygen demand* (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi (Andara et al., 2014). Pengujian sampel COD menggunakan metode refluks tertutup sesuai dengan SNI 6989.2:2009. Hasil pengujian parameter BOD dan COD dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil pengujian BOD dan COD seluruh proses produksi

Parameter	Proses	Industri Tahu X	Industri Tahu Y	Referensi 1 (*)	Referensi 2 (**)	Referensi 3 (***)	Baku Mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016
BOD	Perendaman	242.4	339.7	-	-	-	150 mg/l
	Pencucian	484.3	484.3	-	-	-	
	Penggumpalan	2903.5	2419.7	-	-	-	
	Pencetakan	1935.8	1452.0	-	-	-	
	Outlet	1693.9	1210.1	3475	2326.4 & 2794.4	1875	
COD	Perendaman	695.0	437.5	-	-	-	300 mg/l
	Pencucian	1167.5	875.0	-	-	-	
	Penggumpalan	4347.5	4450.0	-	-	-	
	Pencetakan	4081.3	3125.0	-	-	-	
	Outlet	1807.5	1325.0	6197	5133.2 & 5726.65	10327.9	
Keterangan:							
<i>Referensi I</i> : Kuswinarni, Fibria (2007)							
<i>Referensi II</i> : Mahmud, Fatmawaty (2013)							
<i>Referensi III</i> : Jaya, Jaka Darma., Lestari, Ema., & Wicaksono, Riddy Yanuar (2018).							

Dapat dilihat pada tabel 4.4. hasil pengujian BOD dan COD, hasil konsentrasi BOD Industri Tahu X lebih tinggi daripada konsentrasi BOD Industri Tahu Y karena jumlah produksi pada Industri Tahu X lebih banyak dibandingkan Industri Tahu Y. Konsentrasi BOD tertinggi terdapat pada proses penggumpalan baik di Industri Tahu X maupun Industri Tahu Y. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan *whey* yang digunakan berulang-ulang dalam proses produksi tahu. Menurut Herlambang (2002) bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak adalah yang jumlahnya paling besar. Protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10%. Komponen terbesar dari limbah cair tahu (*whey*) yaitu protein sebesar 226,06-434,78 mg/l, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan konsentrasi BOD dan COD di perairan tersebut karena mengandung bahan organik yang tinggi. Pada tahap akhir proses produksi, diperoleh hasil bahwa konsentrasi BOD kedua industri ini tidak memenuhi baku mutu disesuaikan dengan Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu 150 mg/l. Konsentrasi BOD pada proses produksi pencetakan dan pembuangan akhir mengalami penurunan karena pada kedua proses ini tidak ada lagi penambahan *whey* yang menyebabkan kadar BOD tinggi melainkan hanya sisa limbah cair *whey* dari proses penggumpalan sebelumnya. Selain itu, limbah cair dari penggumpalan akan meresap ke dalam tahu ketika dipres pada proses pencetakan sehingga jumlah volume dari limbah cair ini juga akan berkurang dan berpengaruh terhadap konsentrasi BOD di proses pencetakan dan pembuangan akhir. Tingginya konsentrasi BOD pada proses produksi tahu juga dikarenakan waktu perendaman yang lama. Menurut Sundarsih (2009) semakin lamanya perendaman, proses dispersi protein dalam air semakin maksimal (makin banyak protein dalam kedelai yang berpindah ke air) yang berarti bahan organik dalam air akan semakin meningkat. Hal ini juga berlaku terhadap konsentrasi COD.

Nilai COD juga memiliki konsentrasi tertinggi pada tahap proses penggumpalan. Sedangkan pada outlet dari kedua industri memiliki konsentrasi

lebih rendah dibanding proses penggumpalan. Jika dibandingkan dengan studi literatur yang ada, konsentrasi air limbah Industri Tahu X dan Industri Tahu Y lebih rendah dari studi literatur. Konsentrasi pada outlet di kedua industri rendah disebabkan karena air limbah dari proses penggumpalan dan proses lainnya seperti pencucian alat dan tangan tenaga kerja telah tercampur yang kemudian dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan serta jumlah produksi yang lebih sedikit dibanding studi literatur. Untuk hasil pengujian COD, juga menunjukkan bahwa nilai COD Industri Tahu X dan Industri Tahu Y untuk semua tahapan proses produksi yang menghasilkan air limbah dan pembuangan akhir (outlet) belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu 300 mg/l.

Tabel 4.5. Rasio BOD/COD

No.	Proses	Rasio BOD/COD	
		Industri Tahu X	Industri Tahu Y
1.	Perendaman	0.35	0.78
2.	Pencucian	0.42	0.56
3.	Penggumpalan	0.71	0.54
4.	Pencetakan	0.45	0.46
5.	Outlet	0.94	0.91

Salah satu indikator untuk melihat dampak adanya zat organik dalam air limbah adalah rasio BOD/COD. Rasio BOD/COD didapat dengan membagi konsentrasi BOD dan konsentrasi COD (Putri R.A. dkk, 2013). Dampak BOD dan COD yang tinggi pada badan air akan menyebabkan penurunan kualitas perairan, terjadinya eutrofikasi yang dapat menjadi racun bagi organisme akuatik yang hidup didalamnya, dapat merusak tempat pembibitan organisme serta terjadinya kepunahan spesies tertentu. (Yaakob M.M dkk, 2015)

4.4.3 Total Suspended Solid (TSS) dan Total Disolved Solid (TDS)

Pengujian TSS pada air limbah di lapangan menggunakan metode Gravimetri sesuai acuan yaitu acuan SNI 06-6989.3-2004. Untuk pengujian TDS, menggunakan metode gravimetri dengan acuan SNI 06-6989.27-2005. Hasil

pengukuran TSS dan TDS di Industri Tahu X dan Industri Tahu Y setiap tahapan proses produksi dapat dilihat Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil pengujian TSS dan TDS seluruh proses produksi

Parameter	Proses	Industri Tahu X	Industri Tahu Y	Referensi 1 (*)	Referensi 2 (**)	Referensi 3 (***)	Baku Mutu Perda DIY No. 7 Tahun 2016
TSS	Perendaman	196.0	134.0				200 mg/L
	Pencucian	143.0	129.0				
	Penggumpalan	1046.0	942.0				
	Pencetakan	696.0	524.0				
	Outlet	378.0	252.0	678		688	
TDS	Perendaman	361.0	213.5				2000 mg/L
	Pencucian	187.0	111.1				
	Penggumpalan	2070.0	1065.5				
	Pencetakan	1459.5	522.0				
	Outlet	1530.0	707.0			9128	
Keterangan:							
<i>Referensi I</i> : Kuswinarni, Fibria (2007)							
<i>Referensi II</i> : Mahmud, Fatmawaty (2013)							
<i>Referensi III</i> : Jaya, Jaka Darma., Lestari, Ema., & Wicaksono, Riddy Yanuar (2018).							

Untuk TSS, hasil dari pengujian menunjukkan bahwa nilai TSS Industri Tahu X dan Industri Tahu Y untuk beberapa tahapan produksi belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu 300 mg/l. Karakteristik COD, BOD, suhu, pH dan Total Padatan Tersuspensi (TSS) memiliki konsentrasi cukup tinggi pada proses penggumpalan, pencetakan dan pengepresan limbah cair yang dibuang disebabkan karena airnya sudah mengandung kadar asam (whey) serta berbau tidak sedap, sehingga harus segera di olah di IPAL (Kaswinarni, F, 2007). Nilai TSS Industri Tahu Y lebih rendah daripada Industri Tahu X, referensi 1, dan referensi 2 disebabkan karena jumlah produksi Industri Tahu Y lebih rendah dari yang lainnya.

Kadar TSS yang tinggi dalam air dapat menyebabkan beberapa masalah lingkungan seperti meningkatkan kekeruhan air, mengurangi penetrasi dan transmisi cahaya matahari sehingga menghambat proses fotosintesis tanaman air mengakibatkan produksi oksigen terganggu. Jika kandungan oksigen terlarut dalam

air rendah, menyebabkan organisme dalam air mati karena kekurangan oksigen. (Tarigan M.S, dkk, 2003)

Hasil pengujian untuk parameter TDS menunjukkan nilai kadar yang tinggi. Kadar TDS masih berada dibawah baku mutu terkecuali pada tahapan proses produksi penggumpalan di Industri Tahu X memiliki kadar TDS sebesar 2070 mg/l. Kadar tinggi yang melebihi baku mutu ini disebabkan karena pada proses penggumpalan terdapat partikel padat yang dapat larut dalam air sebanding dengan banyaknya jumlah produksi di Industri Tahu X. Nilai konsentrasi TDS yang tinggi akan mengurangi kejernihan air dan berakibat buruk pada tanaman air untuk melakukan fotosintesis. Hal ini disebabkan oleh hasil pembuangan limbah cair industri tahu yang mengandung bahan organik dan nitrogen.

Sesuai regulasi dari Enviromental Protection Agency (EPA), menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500 mg/liter (500 ppm). Kini banyak sumber-sumber air yang mendekati ambang batas ini. Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000 mg/L maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, khlorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (short-term effect), tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah, arsenik, kadmium, nitrat) banyak juga yang terlarut di dalam air (Marwan, 2007).

4.5 Rekapitulasi Hasil Pengujian dan Analisa Limbah Cair Industri Tahu Pada Seluruh Tahapan Proses Produksi

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi konsentrasi dari keseluruhan parameter yang diuji dari semua proses produksi yang menghasilkan limbah cair yang dapat dilihat pada tabel 4.7.

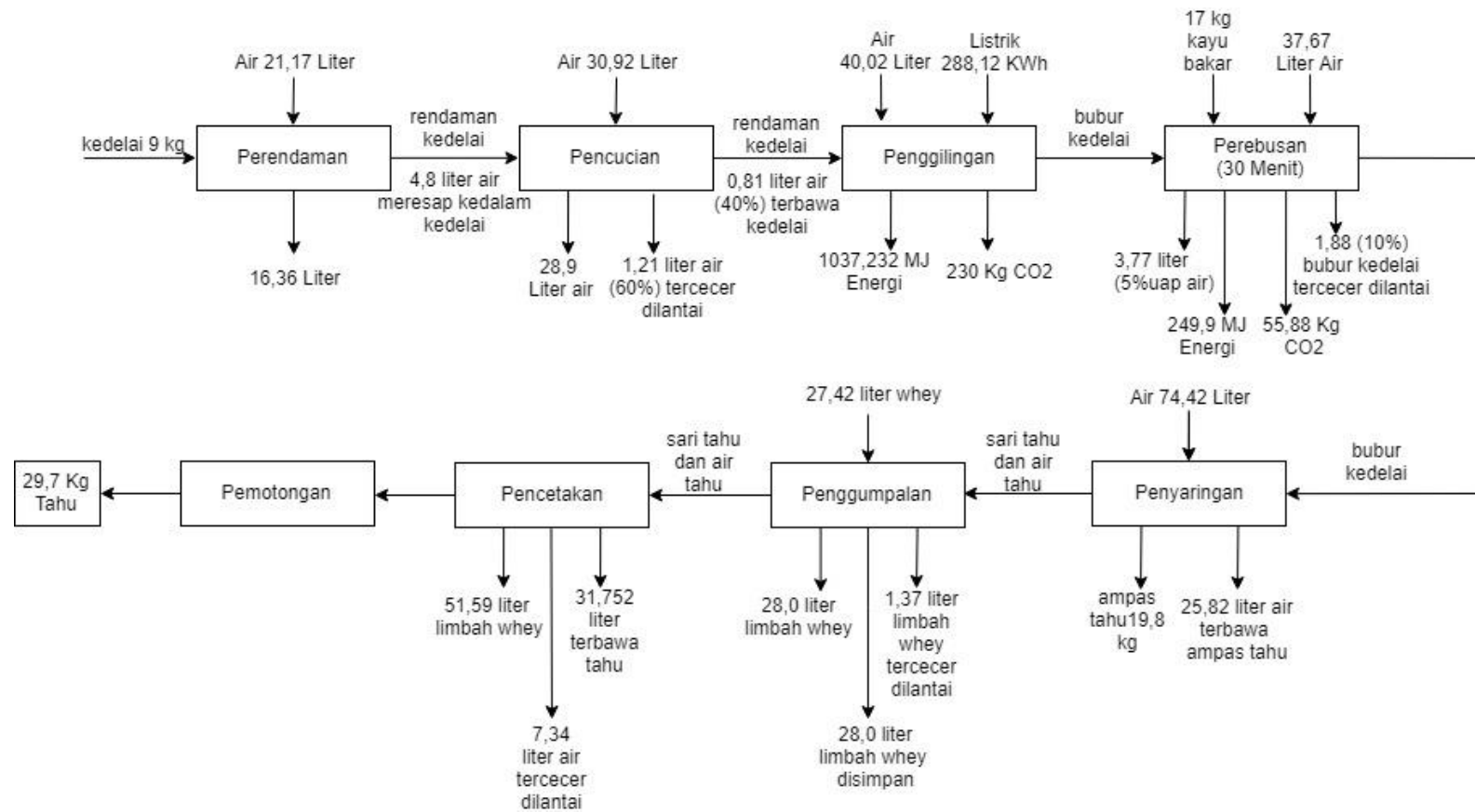
Tabel 4.7. Rekapitulasi seluruh parameter dan tahapan proses produksi

Parameter	Satuan	Perendaman	Pencucian	Penggumpalan	Pencetakan	Outlet
BOD X	mg/l	242.4	484.3	2903.5	1935.8	1693.9
BOD Y		339.7	484.3	2419.7	1452.0	1210.1
COD X	mg/l	695.0	1167.5	4347.5	4081.3	1807.5
COD Y		437.5	875.0	4450.0	3125.0	1325.0
TSS X	mg/l	196.0	143.0	1046.0	696.0	378.0
TSS Y		134.0	129.0	942.0	524.0	252.0
TDS X	mg/l	361.0	187.0	2070.0	1459.5	1530.0
TDS Y		213.5	111.1	1065.5	522.0	707.0
Suhu X	°C	29.4	30.1	55.0	46.0	31.6
Suhu Y		29.0	30.5	51.6	43.4	32.3
pH X		6.0	7.0	4.0	5.0	6.0
pH Y		6.0	7.0	5.5	5.0	6.0

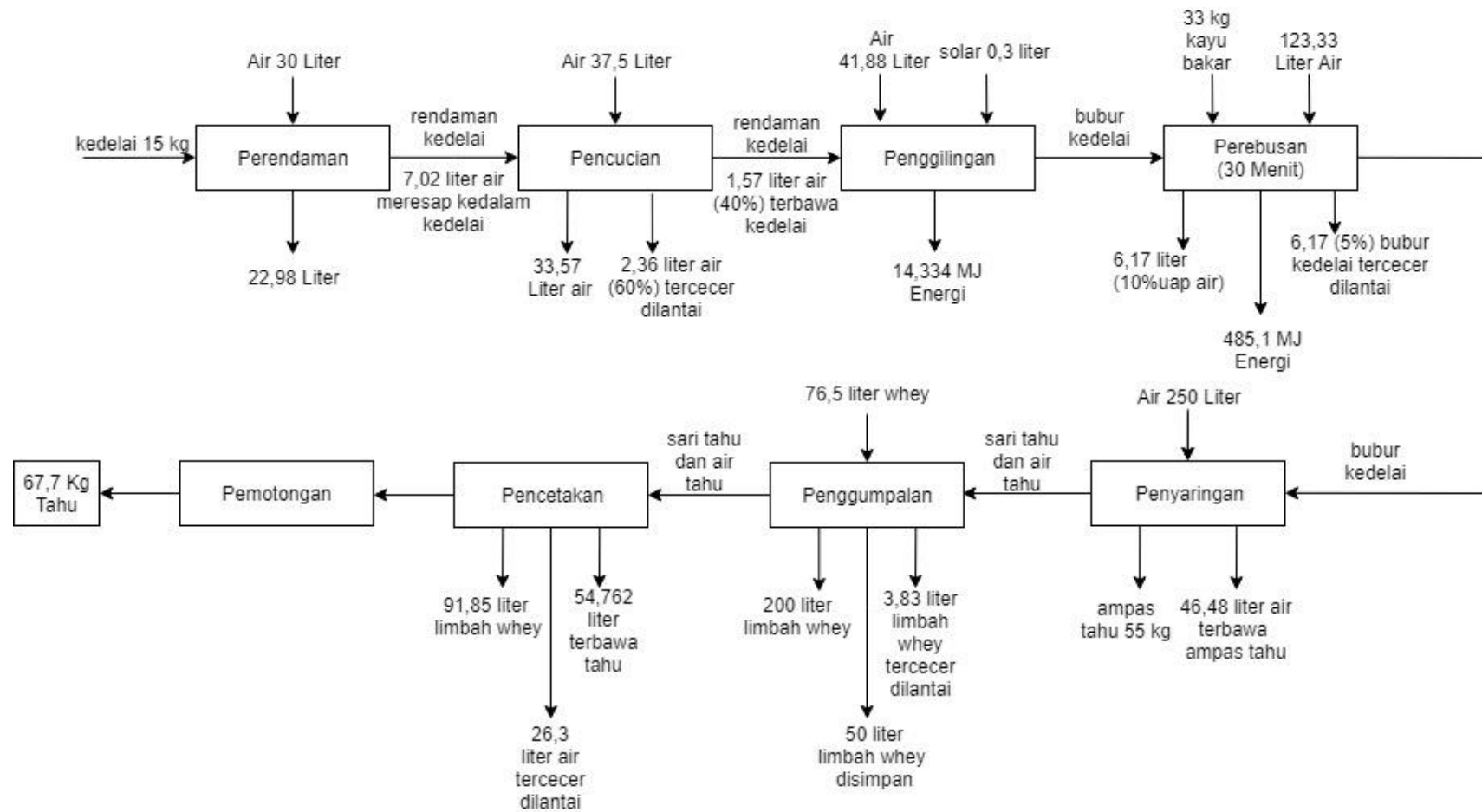
Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa konsentrasi tertinggi yang melebihi baku mutu diantara 6 parameter yang diuji yaitu konsentrasi COD. Konsentrasi COD tertinggi terdapat pada proses penggumpalan baik di Industri Tahu X dan Y. Tingginya konsentrasi COD ini disebabkan oleh karena tingginya kadar bahan organik yaitu protein yang berasal dari adanya penambahan limbah cair tahu (*whey*). Dengan adanya penambahan *whey*, kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik di dalam air akan semakin tinggi. Bahan organik yang tidak dapat diuraikan secara biologis akan diuraikan secara kimiawi. Oleh sebab itu, konsentrasi COD akan meningkat.

4.6 Identifikasi Potensi Pencemaran Limbah Terhadap Sekitarnya Dari Kegiatan Industri Tahu

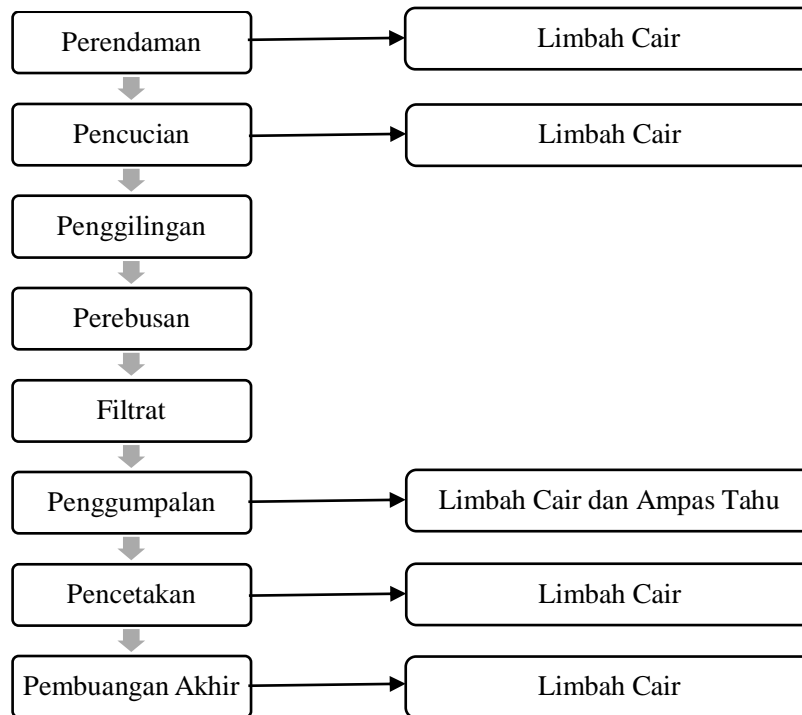
Kegiatan proses produksi Industri Tahu yang diamati di lokasi penelitian, menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah yang dihasilkan memiliki potensi pencemaran terhadap terlihat bahwa terdapat beberapa limbah yang dihasilkan selain limbah cair, yaitu limbah padat berupa ampas tahu. Limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan dapat berpotensi menjadi pencemar terhadap sekitarnya. Berikut ini adalah diagram neraca massa pada proses produksi Industri Tahu X dan Y meliputi penggunaan bahan yang digunakan yang dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Diagram neraca massa Industri Tahu X



Gambar 4.13. Diagram Neraca Massa Industri Tahu Y



Gambar 4.14. Seluruh tahapan proses produksi dan limbah yang dihasilkan

4.6.1 Sifat dan Bahaya Bahan Pencemar

Berdasarkan Gambar 4.14. dapat dilihat bahwa kegiatan proses produksi menghasilkan limbah cair dan limbah padat yang memiliki potensi untuk mencemari sekitar Industri Tahu. Limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan Industri Tahu memiliki bahaya yang dapat ditimbulkan apabila secara terus-menerus jika dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengelolaan terlebih dahulu. Berikut sifat dan bahaya bahan pencemar dari proses produksi Industri Tahu dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Potensi pencemaran dari kegiatan Industri Tahu

No	Bahan Pencemar	Sifat dan Bahaya
1	Limbah Cair	<ul style="list-style-type: none"> - TSS yang tinggi dalam air dapat menyebabkan beberapa masalah lingkungan seperti meningkatkan kekeruhan air, mengurangi penetrasi dan transmisi cahaya matahari sehingga menghambat proses fotosintesis tanaman air mengakibatkan produksi oksigen terganggu. Jika kandungan oksigen terlarut dalam air rendah, menyebabkan organisme dalam air mati karena kekurangan oksigen. (Tarigan M.S, dkk, 2003). - BOD dan COD yang tinggi pada badan air akan menyebabkan penurunan kualitas perairan, terjadinya eutrofikasi yang dapat menjadi racun bagi organisme akuatik yang hidup didalamnya, dapat merusak tempat pembibitan organisme serta terjadinya kepunahan spesies tertentu. (Yaakob M.M dkk, 2015)
2	Ampas Tahu	Limbah ini berbentuk padat dan berasal dari proses penggumpalan. Salah satu sifat dari ampas tahu ini adalah mempunyai sifat yang cepat tengik (basi dan tidak tahan lama) dan menimbulkan bau busuk kalau tidak cepat dikelola. Pengeringan merupakan salah satu jalan untuk mengatasinya. Pengeringan juga mengakibatkan berkurangnya asam lemak bebas dan ketengikan ampas tahu serta dapat memperpanjang umur simpan.

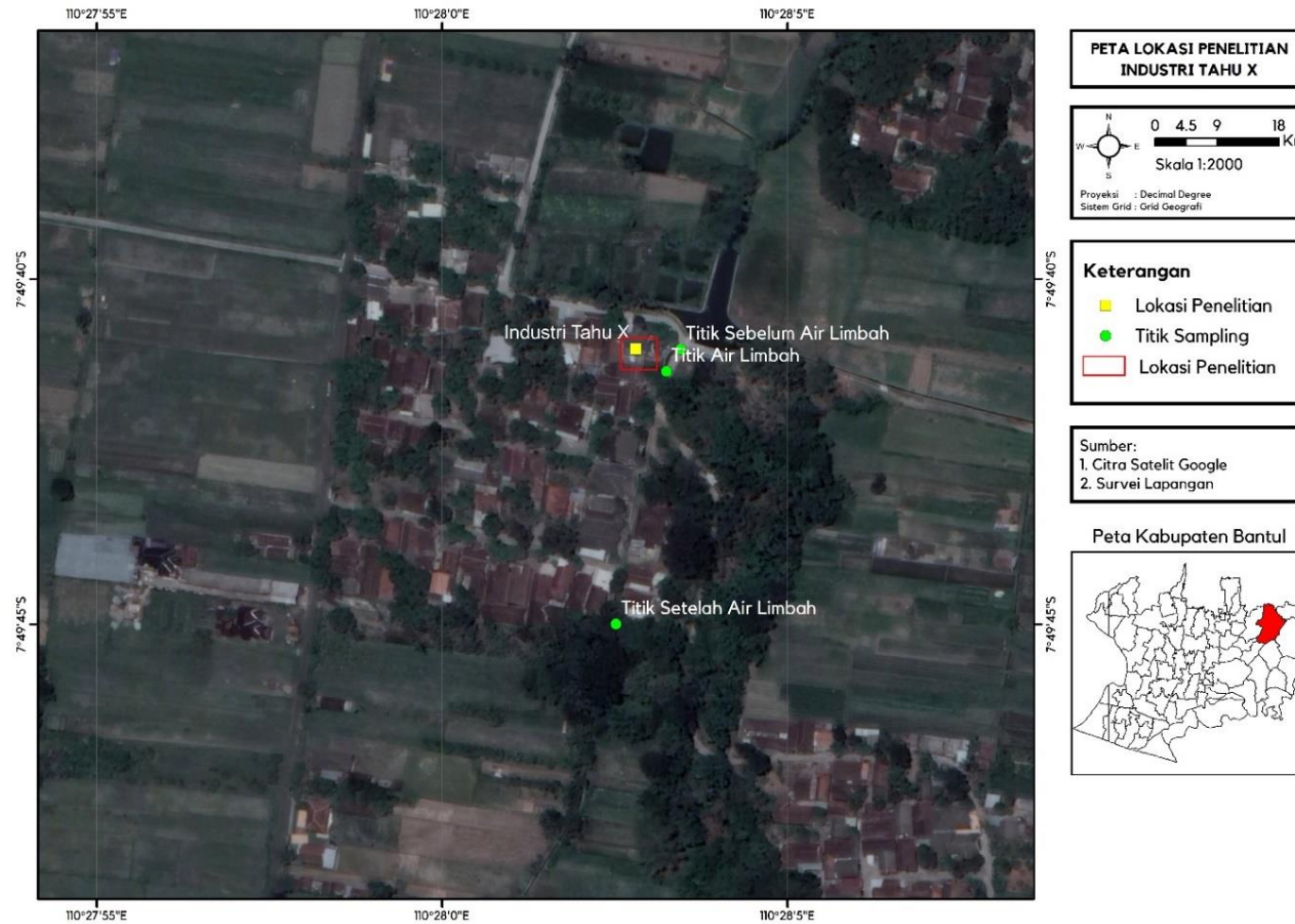
Dari hasil pengamatan di lokasi Industri Tahu X dan Y, pada proses produksi terdapat limbah berupa ampas tahu dan limbah cair. Ampas tahu merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake

(Subekti, 2011). Pada Industri Tahu X dan Industri Tahu Y, ampas tahu dari proses produksi biasanya dijual kepada para peternak seharga Rp 8.000/ember. Para peternak akan mengambil sendiri ampas tahu ke Industri Tahu X dan Industri Tahu Y.

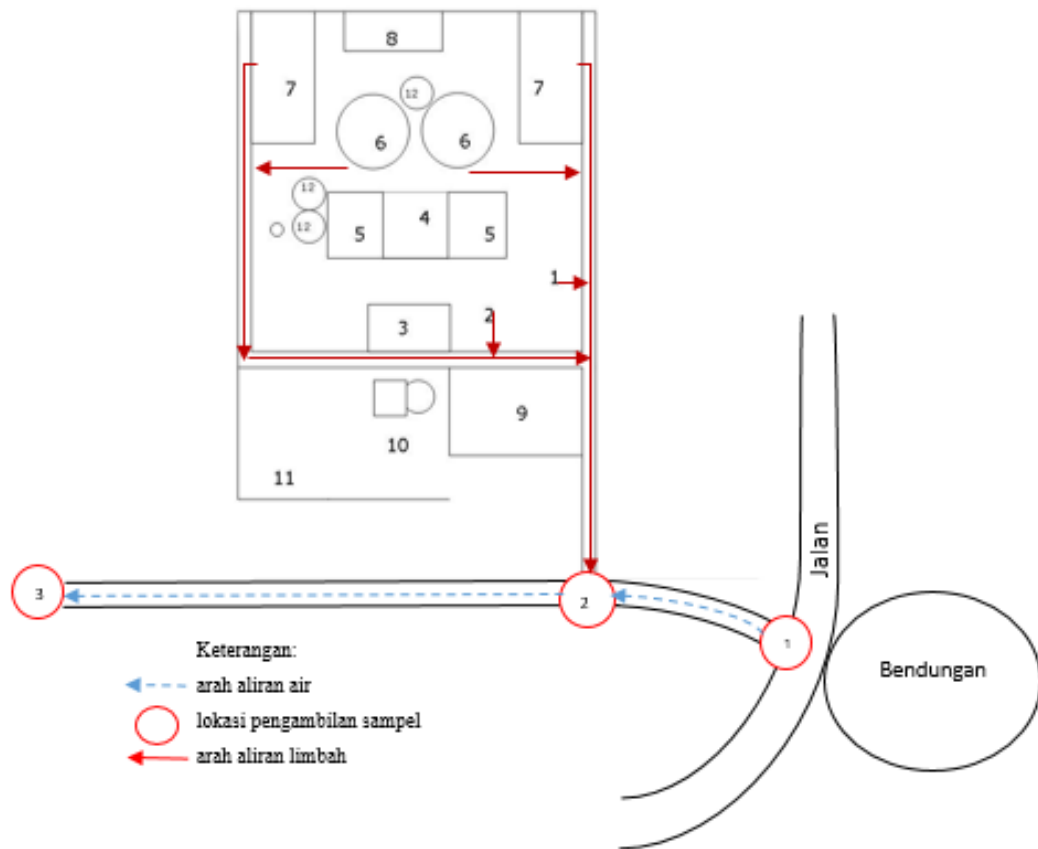
Dari kegiatan Industri Tahu juga dihasilkan limbah cair. Pada limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi akan langsung dibuang ke lantai yang menyebabkan ruang kerja proses produksi terdapat banyak genangan air. Genangan air di lantai tentu membahayakan para pekerja dimana pekerja berpotensi tergelincir ketika bekerja. Oleh sebab itu, para pekerja di Industri Tahu X dan Industri Tahu Y menggunakan sepatu boot dan wearpack. Limbah cair yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan apabila dibuang langsung ke badan penerima.

4.6.2 Identifikasi Potensi Pencemaran Air Limbah Terhadap Badan Air Penerima

Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan Industri Tahu X dan Industri Tahu Y dari setiap proses produksi, selanjutnya akan dialirkan melalui pipa ke selokan (badan air penerima) 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 badan air penerima berupa selokan. Prosedur pengambilan sampel disesuaikan dengan SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Lokasi pengambilan air pada Industri Tahu X 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, 3) lokasi air menuju aliran selanjutnya. Lokasi pengambilan air dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Tata letak lokasi pengambilan sampel sekitar Industri Tahu X



Gambar 4.16. Skema Tata Letak Lokasi Pengambilan Sampel Industri X



Gambar 4.17. Lokasi badan air penerima yang telah menerima limbah

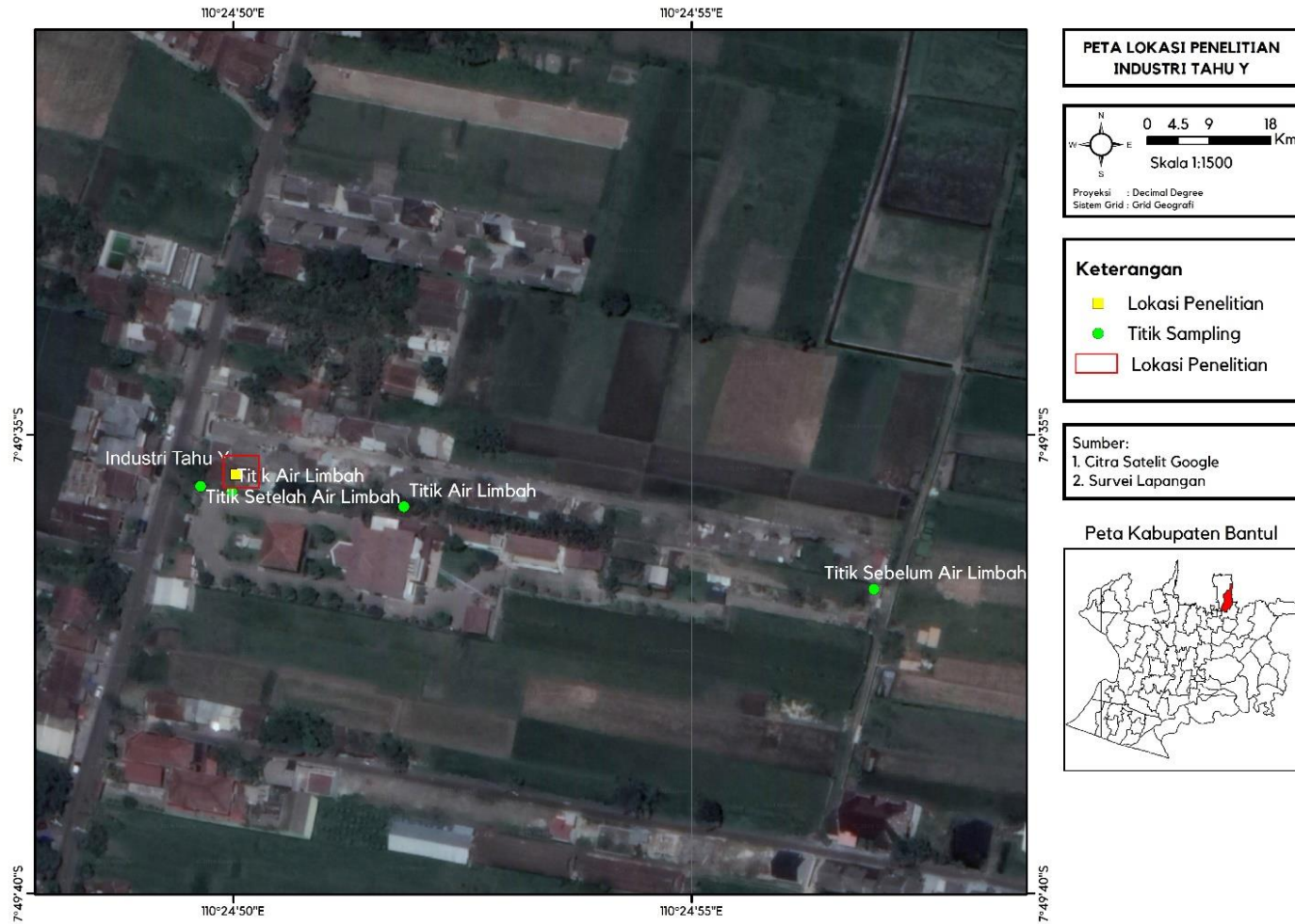


Gambar 4.18. Lokasi badan air penerima sebelum menerima limbah

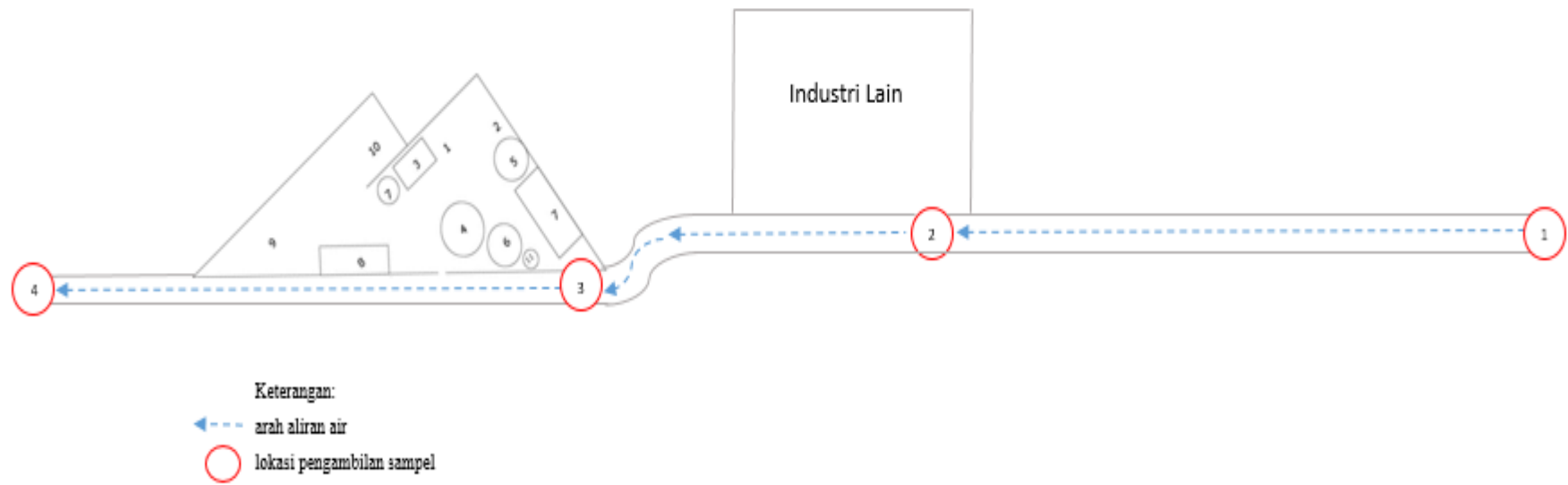


Gambar 4.19. Lokasi badan air penerima aliran lanjutan

Sedangkan lokasi pengambilan air untuk Industri Tahu Y diambil pada 4 tempat yaitu : 1) lokasi perairan penerima sebelum air limbah masuk atau belum terjadi pencemaran, 2) lokasi perairan penerima yang menerima air limbah berasal dari Industri Tahu lain, 3) lokasi perairan penerima yang menerima air limbah berasal dari Industri Tahu Y 4) lokasi air menuju aliran selanjutnya. Lokasi pengambilan air dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Tata letak lokasi pengambilan sampel sekitar Industri Tahu Y



Gambar 4.21. Skema Tata Letak Lokasi Pengambilan Sampel Industri Y



Gambar 4.22. Lokasi badan air penerima yang telah menerima limbah dari Industri Tahu Y



Gambar 4.23. Lokasi badan air penerima sebelum menerima limbah



Gambar 4.24. Lokasi badan air penerima aliran lanjutan

Sampel yang diambil dari air selokan 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 untuk Industri Tahu X dapat dilihat pada Tabel 4.9. dan Industri Tahu Y pada tabel 4.10.

Tabel 4.9. Hasil pengujian sampel air selokan sekitar Industri Tahu X

No. Sampel	Sampel Air	Kadar COD (mg/l)
1.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima sebelum masuk air limbah atau belum terjadi pencemaran (<i>upstream</i>)	28
2.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah	80
3.	Sampel air selokan di lokasi aliran air lanjutan (<i>downstream</i>)	173

Tabel 4.10. Hasil pengujian sampel air selokan sekitar Industri Tahu Y

No. Sampel	Sampel Air	Kadar COD (mg/l)
1.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima sebelum masuk air limbah atau belum terjadi pencemaran (<i>upstream</i>)	23
2.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah dari Industri Tahu lain	48
3.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah dari Industri Tahu Y	53
4.	Sampel air selokan di lokasi aliran air lanjutan (<i>downstream</i>)	163

Dari hasil pengujian kadar COD pada Tabel 4.9, diketahui bahwa pada Industri Tahu X konsentrasi COD sampel 1 diketahui lebih rendah dibanding yang lain sebab diambil pada air selokan sebelum masuk air limbah sebagai kontrol atau pembanding. Konsentrasi COD sampel 2 diketahui tinggi dibandingkan dengan sampel 1 sebab diambil pada air selokan menerima air limbah meskipun tidak melebihi baku mutu, hal ini disebabkan terjadinya pengenceran karena air selokan yang cukup deras. Konsentrasi COD sampel 3 diketahui lebih tinggi karena diambil pada aliran air lanjutan. Untuk Industri Tahu Y konsentrasi COD sampel 1 diketahui lebih rendah dibanding yang lain sebab diambil pada air selokan sebelum masuk air limbah sebagai kontrol atau pembanding. Konsentrasi COD sampel 2 diketahui tinggi dibandingkan dengan sampel 1 sebab diambil pada air selokan menerima air limbah dari Industri Tahu lain meskipun tidak melebihi baku mutu, hal ini disebabkan terjadinya pengenceran karena aliran air selokan yang cukup deras. Konsentrasi COD sampel 3 diketahui tinggi dibandingkan dengan sampel 1 dan 2 sebab diambil pada air selokan menerima air limbah dari Industri Tahu Y meskipun tidak melebihi baku mutu, hal ini disebabkan terjadinya pengenceran karena air selokan yang cukup deras dan akumulasi dari konsentrasi COD sebelumnya. Konsentrasi COD sampel 4 diketahui lebih tinggi karena diambil pada aliran air lanjutan. Secara keseluruhan 4 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.

4.6.3 Beban Pencemaran Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air, beban pencemaran air adalah jumlah suatu unsur pencemar terkandung dalam air atau air limbah. Dalam menetapkan beban pencemaran air digunakan metoda perhitungan yang telah teruji secara ilmiah salah satunya yaitu metode neraca massa. Metode neraca massa digunakan untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*).

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

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 kadar COD dan pengukuran debit aliran air dilakukan untuk keperluan menghitung beban pencemaran yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.11. Hasil pengukuran kadar COD dan debit aliran air selokan pada Industri Tahu X

No.	Sampel Air	Kadar COD (mg/l)	Debit (m ³ /s)
1.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima sebelum masuk air limbah atau belum terjadi pencemaran (<i>upstream</i>)	28	0,01352
2.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah	80	0,05112

Tabel 4.12. Hasil pengukuran kadar COD dan debit aliran air selokan pada Industri Tahu Y

No.	Sampel Air	Kadar COD (mg/l)	Debit (m ³ /s)
1.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima sebelum masuk air limbah atau belum terjadi pencemaran (<i>upstream</i>)	23	0,11371
2.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah dari Industri Tahu lain	48	0,15488
3.	Sampel air selokan di lokasi badan air penerima menerima air limbah dari Industri Tahu Y	53	0,13132

Dari data yang diperoleh pada Tabel 4.11, dilakukan perhitungan beban pencemaran air di sekitar Industri Tahu X (persamaan 1) untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*) bertujuan melihat kecocokan konsentrasi hasil perhitungan dengan konsentrasi hasil pengujian laboratorium yang tercantum pada Tabel 4.8.

$$C_R = \frac{\left(28 \frac{mg}{l} \times 0,01352 \frac{m^3}{s}\right) + \left(80 \frac{mg}{l} \times 0,05112 \frac{m^3}{s}\right)}{(0,01352 + 0,05112) m^3/s} = 69,062 \text{ mg/l}$$

Sedangkan data yang diperoleh pada Tabel 4.12, dilakukan perhitungan beban pencemaran air di sekitar Industri Tahu Y (persamaan 1) untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*) bertujuan melihat kecocokan konsentrasi hasil perhitungan dengan konsentrasi hasil pengujian laboratorium yang tercantum pada Tabel 4.9.

$$C_R = \frac{\left(23 \frac{mg}{l} \times 0,11371 \frac{m^3}{s}\right) + \left(48 \frac{mg}{l} \times 0,15488 \frac{m^3}{s}\right) + \left(53 \frac{mg}{l} \times 0,33132 \frac{m^3}{s}\right)}{(0,11371 + 0,15488 + 0,33132) m^3/s} = 75,065 \text{ mg/l}$$

Dari hasil perhitungan beban pencemaran air menggunakan metode neraca massa diketahui bahwa konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*) pada Industri Tahu X yaitu 69,062 mg/l. Sedangkan dari hasil pengujian laboratorium pada *downstream* yang ditunjukkan pada Tabel 4.9. diperoleh sebesar 173 mg/l. Untuk

Industri Tahu Y berdasarkan hasil perhitungan beban pencemaran air menggunakan metode neraca massa diketahui bahwa konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*) pada Industri Tahu Y yaitu 75,065 mg/l. Sedangkan dari hasil pengujian laboratorium pada *downstream* yang ditunjukkan pada Tabel 4.10. diperoleh sebesar 163 mg/l. Maka diketahui bahwa konsentrasi COD aliran hilir (*downstream*) pada Industri Tahu X & Y dari hasil pengujian laboratorium lebih besar dari hasil perhitungan. Hal ini disebabkan kemungkinan adanya faktor lain seperti limbah dari sumber lain yang tidak masuk dalam perhitungan namun mempengaruhi konsentrasi rata-rata aliran hilir (*downstream*). Contoh limbah lain seperti sampah yang dibuang sembarangan ke badan penerima.

Namun, pengujian juga dilakukan terhadap air yang keluar dari pipa saluran pembuangan akhir sebelum masuk ke badan air penerima dengan menggunakan parameter COD. Dari pengujian diperoleh bahwa konsentrasi COD air limbah masing-masing di Industri Tahu X dan Y yang keluar dari pipa saluran pembuangan akhir sebelum masuk ke badan air penerima sebesar 1808 mg/l dan 1325 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi COD yang terkandung dalam air limbah tersebut melebihi batas baku mutu yang tercantum pada Perda DIY No.7 Tahun 2016. Sehingga diketahui bahwa terdapat potensi pencemaran dari air limbah Industri Tahu yang dibuang ke badan air penerima, namun setelah dilakukan pengujian terhadap badan air penerima diketahui bahwa belum terjadi pencemaran di badan air penerima tersebut dan memenuhi baku mutu yang ditetapkan sehingga masih tergolong aman. Meskipun demikian, membuang limbah cair langsung ke badan air penerima merupakan tindakan yang melanggar peraturan karna tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebab badan air penerima yang belum terjadi pencemaran saat ini belum tentu kedepannya tidak akan tercemar karna terdapat potensi pencemaran. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Pasal 37 yaitu setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan yang membuang air limbah ke air atau sumber air wajib mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran air.