

Kandungan Limbah Cair Berdasarkan Parameter Kimia di Inlet dan Outlet Rumah Pemotongan Hewan (Studi di Rumah Pemotongan Hewan X Kabupaten Jember)

Liquid Waste Content Based on Chemical Parameters at Animal Slaughterhouse's Inlet and Outlet (Study at Slaughterhouse X Jember District)

Evi Dwi Atika Sari¹, Anita Dewi Moelyaningrum¹, Prehatin Trirahayu Ningrum¹
Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Jember
anitamoelyani@gmail.com

Abstract

Animal Slaughterhouse (RPH) liquid waste contains organic matter, suspended solids, and colloid materials such as fat, protein, and cellulose with high concentrations that fall into the category of complex wastewater. RPH X is a RPH that uses Water Waste Treatment Plant (WWTP) in treating wastewater, although it has been equipped with WWTP there are still some problems in RPH X. The purpose of this research is to describe wastewater treatment and content of BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH and fatty oil at waste water in inlet and outlet of IPAL RPH X, Jember District. This research is a descriptive research. Technique of data collecting done by observation, interview, and laboratory test. The average of wastewater content test result in RPH X Jember Regency at inlet and outlet of IPAL is at safe limit of quality standard according to East Java Governor Regulation Number 72 Year 2013 except COD parameter at inlet that is equal to 277,6 mg / L. The average percentage of content in liquid waste in RPH X decreases from inlet to WWTP outlet except the pH parameter.

Keywords: animal slaughterhouse,, waste water, WWTP, inlet, outlet

Abstrak

Limbah cair RPH memiliki kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa dengan konsentrasi tinggi sehingga termasuk ke dalam kategori limbah cair kompleks. RPH X merupakan RPH yang menggunakan IPAL dalam mengolah air limbah, meskipun telah dilengkapi IPAL ternyata masih terdapat beberapa masalah di RPH X. Tujuan dari penelitian ini untuk mendeskripsikan pengolahan air limbah dan kandungan BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan minyak lemak pada air limbah di inlet dan outlet IPAL RPH X Kabupaten Jember. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan uji laboratorium. Rata-rata hasil uji kandungan limbah cair di RPH X Kabupaten Jember pada inlet dan outlet IPAL berada pada batas aman dari baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 kecuali parameter COD pada inlet yaitu sebesar 277,6 mg/L. Rata-rata persentase kandungan dalam limbah cair di RPH X mengalami penurunan dari inlet ke outlet IPAL kecuali parameter pH.

Kata Kunci: RPH, limbah cair, IPAL, inlet, outlet

Pendahuluan

Masalah pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air di Indonesia, telah menunjukkan gejala yang cukup serius. Penyebab pencemaran air salah satunya berasal dari buangan industri pabrik atau kegiatan lain yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut. Salah satu kegiatan yang menghasilkan limbah cair adalah kegiatan pada rumah pemotongan hewan. Produksi daging sapi telah mengalami peningkatan secara terus menerus dalam beberapa tahun terakhir, terutama di India dan China karena peningkatan pendapatan dan pergeseran menu makan menuju makanan kaya protein (1).

Peningkatan produksi daging sapi tentunya akan berdampak pada limbah yang dihasilkan. Kandungan limbah cair RPH adalah bahan organik, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa dengan konsentrasi tinggi sehingga limbah cair RPH termasuk ke dalam kategori limbah cair kompleks (2). Limbah cair terbesar yang dihasilkan dari kegiatan RPH berasal dari darah. Darah hasil pemotongan ternak dapat meningkatkan kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta padatan tersuspensi (3).

RPH X merupakan RPH yang menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam mengolah air limbah. Instalasi pengolahan air limbah di RPH X telah ada sejak tahun 2016, meskipun telah dilengkapi IPAL ternyata masih terdapat beberapa masalah di RPH X. Hasil studi pendahuluan di RPH X pada Oktober 2017, saluran air limbah tidak terpisah dengan saluran air hujan sehingga bila hujan deras dapat menyebabkan limbah cair di saluran limbah meluap dan mencemari lingkungan sekitar. Sisa limbah isi rumen yang telah dipisahkan dengan pengerukan nyatanya tidak bisa benar-benar di pisahkan dari limbah cair sehingga turut masuk kedalam IPAL. Selain itu RPH X baru melakukan pemeriksaan kualitas air limbah buangan IPAL sebanyak satu kali dan kurangnya perawatan terhadap IPAL, seperti misalnya tidak berfungsinya blower pada kolam aerasi dan menumpuknya limbah isi rumen di bak *grease trap* yang tidak dibersihkan secara sempurna.

Potensi bahaya yang ditimbulkan dari air limbah RPH yang diolah kurang sempurna atau tidak menggunakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yaitu adanya bakteri-bakteri patogen penyebab penyakit, meningkatnya kandungan BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, pH dan NH₃-N (4). Tujuan dari penelitian ini untuk mendeskripsikan pengolahan air limbah dan kandungan BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan minyak lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* IPAL RPH X Kabupaten Jember.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Penelitian dilaksanakan di RPH X Kabupaten Jember. Data yang didapatkan berupa hasil observasi dan wawancara tentang proses pengolahan air limbah pada IPAL dan hasil uji laboratorium kandungan BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan minyak lemak dalam air limbah di inlet dan outlet RPH. Total sampel air limbah pada penelitian ini adalah 36 sampel, yang terdiri dari 6 parameter limbah (BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan minyak lemak) dengan 3 kali pengulangan (sampel dari *inlet* di ambil selama 3 hari dan sampel *outlet* di ambil selama 3 hari). Teknik pengambilan sampel air limbah menggunakan metode *grab sample*. Untuk mengetahui kandungan limbah cair dilakukan uji pada Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang. Data hasil observasi, wawancara dan uji laboratorium akan dianalisa secara deskriptif dengan memperhatikan pedoman-pedoman pemecahan masalah yang sesuai di dalamnya.

Hasil

Sumber limbah cair RPH X Kabupaten Jember

RPH X selain menghasilkan produk utama berupa daging (karkas), juga menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di RPH X Kabupaten Jember pada tanggal 23 – 28 April 2018, sumber limbah cair pada RPH X berasal dari air pembersihan ruang pemotongan dan air pembersihan kandang ternak. Kandang ternak menghasilkan limbah cair dari urin dan air pembersihan kandang ternak. Sumber limbah cair yang dihasilkan pada kegiatan pemotongan di RPH X secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber limbah cair ruang pemotongan RPH X

Aktivitas	Limbah yang dihasilkan
Penyembelihan	Air pembersihan ruang pemotongan yang bercampur darah
Pengulitan	-
Pembersihan isi <i>jerohan</i>	Air pembersihan ruang pemotongan yang bercampur dengan kotoran isi rumen dan kotoran isi usus
Pengkarkasan	Air pembersihan ruang pemotongan yang bercampur dengan lemak sisa pengkarkasan

Darah adalah limbah cair terbesar yang dihasilkan dari kegiatan RPH. Satu ekor sapi dapat menghasilkan limbah darah sebanyak 28 liter darah (5). Rincian jumlah pemotongan ternak di RPH X dan estimasi limbah darah yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi limbah darah yang dihasilkan pada pemotongan ternak di RPH X

Hari ke	Jumlah Ternak	Estimasi limbah darah yang dihasilkan
1	10 ekor sapi	280 liter
2	10 ekor sapi	280 liter
3	7 ekor sapi	196 liter
4	13 ekor sapi	364 liter
5	12 ekor sapi	336 liter
6	9 ekor sapi	252 liter

Proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RPH X Kabupaten Jember

Instalasi pengolahan air limbah yang digunakan di RPH X terdiri dari rangkaian bak-bak. Bak-bak ini bekerja dengan cara *anaerob* maupun *aerob*. Bak pertama pada IPAL di RPH X adalah bak *grease trap*. *Grease trap* adalah bak untuk memisahkan lemak atau minyak serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau padatan lain seperti isi rumen yang berasal dari kegiatan pemotongan hewan. Kondisi bak *grease trap* di RPH X memiliki banyak endapan dan hampir mencapai permukaan bak. Kondisi lain dari bak *grease trap* di RPH X yaitu penutup bak tidak digunakan sebagaimana mestinya

Bak equalisasi adalah bak penampungan limbah dan bak kontrol aliran setelah air limbah melalui bak *grease trap*. Pada bak equalisasi di IPAL RPH X terdapat cukup banyak endapan padatan yang sudah cukup lama tidak mengalami pengerukan. Pengolahan ketiga adalah bak *Anaerobic baffled reactor* yang merupakan bak *anaerob* yang terdiri dari beberapa kompartemen bervolume sama. Bak *anaerobic baffled reactor* yang terdapat di RPH X, endapan padatan pada kompartemen pertama sudah hampir mencapai permukaan bak karena belum adanya proses pembersihan dan pengurasan.

Bak aerasi merupakan bak yang berfungsi untuk menguraikan kembali materi organik hasil dari reaktor *anaerob* menggunakan mikroorganisme *aerob*. Pada bak aerasi di RPH X, blower yang berfungsi untuk mensuplai oksigen mengalami kerusakan sehingga tidak bekerja saat proses pengolahan air limbah berlangsung. Pengolahan limbah setelah melalui bak aerasi adalah bak pengendap akhir. Bak pengendap akhir berfungsi untuk mengendapkan kembali limbah cair dari berbagai proses sebelumnya. Pada bak ini terdapat tumbuhan air yaitu apu-apu. Bak outlet adalah suatu bak yang menjadi penampungan air limbah sebelum akhirnya limbah cair di buang ke badan air. Pada bak ini air limbah sudah bebas dari padatan dan warna dari air limbah juga telah berbeda, hal tersebut menunjukkan berpengaruhnya proses pengolahan air limbah.

Hasil Uji Kandungan Limbah Cair RPH X pada Inlet IPAL

Tabel 3. Hasil uji kandungan limbah cair pada *inlet* IPAL di RPH X Kabupaten Jember

Parameter	Hasil Uji (mg/L) Hari Ke-			\bar{x} (mg/)	BML (mg/L)
	1	2	3		
BOD	40,5	30	28,5	33	100
COD	316,8	264	252	277,6	200
TSS	35	32	31	32,66	100
NH ₃ -N	21	17	19	19	25
pH	7,06	6,86	6,8	6,90	6-9
Minyak & lemak	9,35	10,05	8,78	9,39	15

Hasil uji kandungan limbah cair pada inlet IPAL RPH X menunjukkan hasil memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 kecuali parameter COD

Hasil Uji Kandungan Limbah Cair RPH X pada Outlet IPAL

Hasil uji kandungan limbah cair pada outlet IPAL di RPH X Kabupaten Jember diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Pada Outlet IPAL

Parameter	Hasil Uji (mg/L) Hari Ke-			\bar{x} (mg/L)	BML (mg/L)
	1	2	3		
BOD	15,5	13,8	14,05	14,45	100
COD	200	127	132	159,33	200
TSS	18	15	10	14,33	100
NH ₃ -N	12	9	10	10,33	25
pH	7,28	7,4	7,28	7,32	6-9
Minyak & lemak	4,62	5,15	3,75	4,50	15

Hasil uji kandungan limbah cair pada outlet IPAL RPH X menunjukkan hasil memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 kecuali satu sampel parameter COD.

Hasil Penurunan Kandungan BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan Minyak lemak dari Inlet ke Outlet

Kandungan parameter hasil uji di inlet dan outlet selama tiga hari dihitung rerata masing-masing, kemudian didapatkan kandungan hasil penurunan rerata masing-masing parameter uji dari inlet ke outlet. Persentase penurunan rerata kandungan tiap parameter dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 4. Persentase penurunan rerata parameter uji

Parameter	\bar{x}	\bar{x}	Penurunan (%)	Baku Mutu Lingkungan
	inlet (mg/L)	outlet (mg/L)		
BOD	33	14,45	56,21	Sesuai
COD	277,6	159,33	42,60	Sesuai
TSS	32,66	14,33	56,12	Sesuai
NH ₃ -N	19	10,33	45,63	Sesuai
Minyak & lemak	9,39	4,50	52,07	Sesuai

Berdasarkan Tabel 5. dapat diketahui bahwa kandungan parameter BOD, COD, TSS, NH₃-N dan minyak lemak mengalami penurunan dari inlet ke outlet kecuali pH yang mengalami kenaikan dari rata-rata inlet sebesar 6,90 (asam ringan) ke rata-rata outlet sebesar 7,32 (basa ringan).

Pembahasan

Sumber Limbah cair RPH X kabupaten Jember

Limbah cair yang dihasilkan dari rumah potong hewan sebagian besar berasal dari air pembersihan ruang potong, air pembersihan intestinal dan pembersihan kandang ternak (6). Sumber limbah cair pada RPH X berasal dari air pembersihan ruang pemotongan dan air pembersihan kandang ternak. Limbah cair RPH adalah campuran dari air pembersihan ruang potong, darah, isi rumen, isi usus, kotoran hewan dan lemak. Limbah cair terbesar yang dihasilkan dari kegiatan RPH adalah darah. Satu ekor sapi dapat menghasilkan limbah darah sebanyak 28 liter darah [5]. Darah menjadi penyebab meningkatnya kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta padatan tersuspensi (3).

Limbah isi rumen, kotoran hewan, sisa lemak dan darah dapat meningkatkan kandungan TSS (4). Hal ini dikarenakan TSS sangat dipengaruhi oleh bahan organik seperti lumpur, partikel tanah dan bahan organik seperti sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati, fitoplankton, zooplankton, jamur/fungi, bakteri (7). Tingkat TSS yang tinggi dapat mencegah penetrasi cahaya pada tanaman di bawah air yang mengarah ke penurunan tingkat proses fisiologis seperti fotosintesis dan respirasi pada organisme akuatik. Ketidakmampuan tanaman untuk berfotosintesis pada akhirnya akan menyebabkan kematian dan proses pembusukan yang menuntut lebih banyak penggunaan oksigen di air (8). Penyebab amonia di dalam air limbah RPH besar dugaan berasal dari kotoran isi rumen dan feses yang tidak mengalami penampungan (7). Pada ekosistem perairan umumnya amonia terdapat dalam bentuk ion terdisosiasi

NH₄⁺ (amonium) menjadi NH₃ (amonia) yang ketoksitasnya akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pH.

Proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RPH X Kabupaten Jember

Instalasi pengolahan air limbah yang digunakan di RPH X terdiri dari rangkaian bak-bak, bak-bak ini bekerja dengan cara anaerob maupun aerob. *Grease trap* adalah bak untuk memisahkan lemak atau minyak. Keberadaan endapan pada bak *grease trap* di RPH X harus dihilangkan secara rutin, apabila tidak dihilangkan, kandungan minyak dan lemak dari padatan yang mengendap dapat menghambat transfer oksigen dalam air limbah yang nantinya mengganggu kinerja IPAL (9). Tidak digunakannya penutup bak menjadi faktor adanya endapan pada bak *grease trap*, karena lemak yang berasal dari hewan mengandung lemak jenuh sehingga terkena udara akan menimbulkan gumpalan-gumpalan dan mengendap (10).

Bak equalisasi adalah bak penampungan limbah dan bak kontrol aliran. Fungsi bak equalisasi yaitu menghomogenkan bahan organik dan mengatur fluktuasi debit (10). Keberadaan bak equalisasi dalam pengolahan air limbah di RPH X dibutuhkan karena limbah yang dihasilkan adalah limbah yang tinggi bahan organik. *Anaerobic baffled reactor* merupakan bak *anaerob* yang terdiri dari beberapa kompartemen bervolume sama. Penurunan BOD dalam ABR lebih tinggi daripada tangki septik, yaitu sekitar 70-95% (11). Padatan pada bak ABR di RPH X yang terlalu tebal dapat menyebabkan busa dan lapisan kotoran (*scum*) rusak, sehingga pengendalian padatan harus dilakukan untuk setiap ruang (kompartemen) (11).

Bak aerasi merupakan bak yang berfungsi untuk menguraikan kembali materi organik menggunakan mikroorganisme aerob. Pada bak ini kandungan amonia, sulfida, BOD dan COD mengalami penurunan sebesar 95% dan TSS sebesar 10% (9). Tidak berfungsinya *blower* berpotensi mempengaruhi proses yang terdapat pada bak aerasi, sebab oksigen diperlukan untuk mempertahankan kondisi aerobik dan membuat biomassa (*biomass*) aktif tetap tertinggal sehingga diperlukan pasokan oksigen secara konstan dan tepat waktu (11). Bak pengendap akhir berfungsi untuk mengendapkan kembali limbah cair dari berbagai proses sebelumnya. Pada bak ini terdapat tumbuhan air yaitu apu-apu. Apu-apu (*Pistia sp.*) adalah tumbuhan air yang memiliki potensi dalam menurunkan kandungan pencemar air limbah yang memiliki kandungan organik tinggi (12).

Hasil Uji Kandungan Limbah Cair RPH X pada Inlet IPAL

Hasil uji kandungan limbah cair pada inlet IPAL RPH X menunjukkan hasil memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 kecuali parameter COD. Upaya pengambilan kembali limbah darah oleh pedagang merupakan aspek penting dalam pengendalian pencemaran (3). Selain itu pengerukan padatan seperti isi rumen dan kotoran juga menyebabkan kandungan BOD, TSS, NH₃-N, pH dan minyak lemak berada pada batas aman. Namun karena tidak semua padatan dapat dipisahkan dari limbah cair melalui proses pengerukan maka hal ini menyebabkan besarnya kandungan COD. Padatan isi rumen mengandung beban polusi terbesar, 73% COD rata-rata dan 40% BOD. Kandungan COD dalam inlet air limbah lebih tinggi, hal ini karena lebih banyak senyawa kimia yang dioksidasi secara kimia daripada oksidasi secara biologi (14).

Hasil Uji Kandungan Limbah Cair RPH X pada Outlet IPAL

Hasil uji kandungan limbah cair pada outlet IPAL RPH X menunjukkan hasil memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 kecuali satu sampel parameter COD. Kadar parameter pada outlet IPAL yang sesuai dengan batas aman menunjukkan cukup berfungsinya bak-bak IPAL diantaranya bak *grease trap* yang mampu menurunkan kadar minyak dan lemak sebesar 99,50 % (9). ABR menurunkan BOD lebih tinggi dari *septic tank*, yaitu sekitar 70-95% (15). Penggunaan ABR dapat menghilangkan COD hingga sebesar 97,7% dan BOD₅ sebesar 96,6% pada konsentrasi *influen* yang sama (16).

Pada bak aerasi kandungan amonia, sulfida, BOD dan COD mengalami penurunan sebesar 95% dan TSS sebesar 10% [9]. Bak aerasi selain dapat menurunkan kadar BOD dan TSS, pada proses ini kandungan pH kembali netral karena proses nitrifikasi dan oksidasi sulfida yang bersifat asam kuat. Namun pada kadar pH justru mengalami peningkatan ke basa ringan, meskipun peningkatan tersebut masih berada pada baku mutu yang diperbolehkan. Pada bak ini pengendapan akhir terdapat penurunan kandungan BOD = 40%, COD = 30% dan TSS = 75% dan krom 90% (9). Satu sampel COD yang tidak sesuai dengan baku mutu menandakan kurang efektifnya bak ABR dan bak aerasi dalam menurunkan

kandungan COD yang terlalu besar mengingat pada bak ABD dan aerasi seharusnya dapat mengurangi kandungan COD hingga 95%.

Hasil Penurunan Kandungan BOD, COD, TSS, NH₃-N, pH dan Minyak lemak dari Inlet ke Outlet

Hasil persentase rata-rata penurunan parameter uji limbah cair RPH X dari inlet ke outlet secara berurutan, yaitu kandungan BOD sebesar 56,21 %, kandungan COD sebesar 42,60 %, kandungan TSS sebesar 56,12 % dan kandungan NH₃-N sebesar 45,63 %. Proses pengolahan pada IPAL seperti bak grease trap, anaerobic baffled reactor, aerasi dan bak pengendap akhir mengurangi senyawa organik dan tersuspensi di dalam air limbah sehingga kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut berkurang dan terjadi penurunan kandungan limbah cair (17). Pada Tabel 5. tidak mencantumkan persentase penurunan hasil uji parameter pH karena mengalami kenaikan dari rata-rata *inlet* sebesar 6,90 (asam ringan) ke rata-rata outlet sebesar 7,32 (basa ringan).

Perubahan pH pada air limbah menunjukkan bahwa telah terjadi aktifitas mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik. Degradasi protein dan nitrogen organik menjadi ammonium dapat menaikkan pH menjadi basa (18). Kandungan pH dan TSS yang tinggi jika tidak ditangani dengan benar dapat mencemari lingkungan, karena dapat mempengaruhi perubahan fisik air, suhu, rasa, bau dan kekeruhan serta sekaligus membahayakan nyawa manusia karena mungkin menyebabkan terjadinya penyakit dan kerusakan ekosistem yang ada di lingkungan (19). Namun hasil rata-rata outlet tersebut masih berada pada batas aman sesuai Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 karena kandungan pH yang ditetapkan sebesar 6-9.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa instalasi pengolahan air limbah di RPH X kurang efektif dalam menurunkan kandungan parameter limbah yang terlalu besar seperti kandungan satu sampel COD di outlet yang tidak sesuai dengan baku mutu. Diharapkan dapat dilakukan upaya pemisahan padatan dan pengerukan endapan pada masing-masing bak karena jika tidak dihilangkan, kandungan minyak dan lemak dari padatan yang mengendap dapat menghambat transfer oksigen dalam air limbah yang nantinya mengganggu kinerja IPAL. Selain itu perlu upaya perbaikan pada komponen yang tidak berfungsi seperti blower pada bak aerasi dan melakukan uji kualitas air limbah secara rutin yaitu enam bulan sekali

Referensi

1. Bustillo-Lecompte CF, Mehrvar M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *J Environ Manage.* 2015 Sep 15;161:287–302.
2. Budiyo, Widiya IN, Johari S. Pengolahan Air Limbah Dengan Kandungan Padatan Tersuspensi dan Bahan Organik Tinggi dengan Ozonasi : Studi Kasus Pada Pengolahan Air Limbah RPH. In Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya; 2007. p. PL14-1-PL 14-5. Available from: http://eprints.undip.ac.id/36592/1/Microsoft_Word_-_PL_Budiyo_IN-Widiya_Seno_Johari_makalahOzonasi_ITS_1_.pdf.
3. Sianipar, W. S. Studi Aplikasi Produksi Bersih Pada Industri Rumah Potong Hewan (RPH). Skripsi Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor [Internet]. 2006. [dikutip pada 13 Oktober 2017]. Tersedia: <http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/32769/1/D06wss.pdf>
4. Aini A, Sriasih M, Kisworo D. Studi Pendahuluan Cemaran Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kota Mataram. *J Ilmu Lingkung.* 2017 May 12;15(1):42–8.
5. Sutrisman MH, Sutrisno E, Nugraha WD. Studi Pemanfaatan Ulat Hongkong (Meal Worm) Dalam Pengolahan Limbah Darah Sapi Menjadi Pupuk Kompos (Studi Kasus : Rumah Potong Hewan dan Budidaya Hewan Potong Kota Semarang). *J Tek Lingkung.* 2016 Apr 25;5(2):1–8.
6. Padmono D. Alternatif Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan - Cakung (Suatu Studi Kasus). *J Teknol Lingkung* [Internet]. 2011 Sep 15 [cited 2018 Oct 1];6(1). Available from: <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/335>
7. Widya N, S WB, Mahendra MS. Studi Pengaruh Air Limbah Potong Hewan dan Unggas Terhadap Kualitas Air Sungai Subak Pakel I di Desa Darmasaba Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung. *ECOTROPHIC J Ilmu Lingkung J Environ Sci* [Internet]. 2008 [cited 2017 May 25];3(2). Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/view/2506>

8. Rono AK. Evaluation of TSS, BOD5, and TP in Sewage Effluent Receiving Sambul River. J Pollut Eff Control [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 28];05(02). Available from: <https://www.omicsonline.org/open-access/evaluation-of-tss-bod5-and-tp-in-sewage-effluent-receiving-sambulriver-2375-4397-1000189.php?aid=90457>
9. Ariska NI, Yuliani E, Chandrasasi2 D. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pabrik Penyamakan Kulit Di Desa Mojopurno Kecamatan Ngariboyo Kabupaten Magetan [Internet] [Skripsi]. [Malang]: Universitas Brawijaya; 2017 [cited 2018 May 25]. Available from: <http://pengairan.ub.ac.id/s1/wpcontent/uploads/sites/2/2017/01/Perencanaan-Instalasi-Pengolahan-Air-Limbah-Pabrik-Penyamakan-Kulit-di-Desa-Mojopurno-Kec.-Ngariboyo-Kab.-Magetan-Nawa-Inti-Ariska-135060400111014.pdf>.
10. Kirana MA, Haribowo R, Prayogo TB. Studi Evaluasi Dan Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Pada Rumah Potong Hewan Di Kabupaten Nganjuk [Internet] [Skripsi]. [Malang]: Universitas Brawijaya; Malang [cited 2017 May 5]. Available from: <http://pengairan.ub.ac.id/s1/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/Studi-Evaluasi-dan-Efektifitas-Air-Limbah-Pada-Rumah-Potong-Hewan-di-Kabupaten-Nganjuk-Maya-Artati-Kirana-135060401111052.pdf>.
11. TTPS (Tim Teknis Pembangunan Sanitasi). Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi [Internet]. 2010. [diakses pada 25 Mei 2017]. Tersedia: <http://www.sanitasi.or.id/wp-content/uploads/2015/09/Referensi-Sistem-dan-Teknologi-Sanitasi-2010.pdf>.
12. Ni'ma N, Widyorini N. Pengolahan Hasil Perikanan (Skala Laboratorium). Diponegoro J Maquares Manag Aquat Resour. 2014;3(4):257–64.
13. Jenie, B. Sri Laksmi dan W. P. Rahayu. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta : Kanisius. 1993
14. Asmadi dan Suharno. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Gosyen Publishing. 2012
15. Hendriarianti E, Karnaningroem N. Evaluation Of Communal Wastewater Treatment Plant Operating Anaerobic Baffled Reactor and Biofilter. Waste Technol. 2016 Apr 15;4(1):7–12.
16. Cao W, Mehrvar M. Slaughterhouse wastewater treatment by combined anaerobic baffled reactor and UV/H2O2 processes. Chem Eng Res Des. 2011 Jul 1;89(7):1136–43.
17. Coniwanti P, Mertha ID, Eprianie D. Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS dan COD. J Tek Kim [Internet]. 2013 Aug 20 [cited 2018 Jul 17];19(3). Available from: <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/148>.
18. Doraja PH, Shovitri M, Kuswytasari ND. Biodegradasi Limbah Domestik Dengan Menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik. J Sains Dan Seni ITS. 2012 Sep 11;1(1):E44–7.
19. Moelyaningrum AD, Kholifah Z, Pujiati RS. The pH and Total Suspended Solid with Poly Alumunium Chloride (PAC) and Alumunium Sulfate in Leachate. J Glob Res Public Health. 2018 Jun 28;3(1):54–60.