



Analisis Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan Ampel Kabupaten Boyolali

Adzillatin 'Alal Mu'miniina^{1✉}, Rudatin Windraswara¹

¹Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Februari 2021
Disetujui Juni 2021
Dipublikasikan April 2021

Keywords:

Slaughterhouses, quality of wastewater, processing of wastewater treatment.

DOI:

<https://doi.org/10.15294/higeia/v5i2/44626>

Abstrak

Pada 2018, hasil pengujian parameter COD dan Coliform pada Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Ampel Boyolali belum memenuhi baku mutu Perda Jateng Nomor 2 Tahun 2012. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengolahan air limbah melalui IPAL RPH Ampel Boyolali pada Desember 2018. Jenis dan rancangan penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan metode wawancara mendalam, observasi dan pengujian sampel air limbah. Informan dalam penelitian ini berjumlah 4 orang yang dipilih dengan teknik *purposive dan snowball sampling*. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara mendalam, pengujian sampel air limbah dengan pengambilan sampel menggunakan metode komposit waktu dan observasi. Data penelitian dianalisis secara kualitatif. Hasil menunjukkan hanya parameter TSS, pH, dan MPN Coliform pada pengukuran ke-2 sudah memenuhi baku mutu, sementara BOD5, COD, Minyak dan lemak, Amonia dan MPN Coliform pada pengukuran ke-1 dan 3 belum memenuhi baku mutu. IPAL RPH Ampel memanfaatkan gravitasi dan proses biologis untuk pengolahan limbah. RPH belum mempunyai staff khusus yang menangani pengolahan limbah. Perlu dilakukan intervensi untuk meningkatkan *removal efficiency* IPAL RPH sehingga dapat memenuhi baku mutu yang berlaku.

Abstract

In 2018, the wastewater collected from outlet of RPH Ampel Boyolali WWTP fail to meet the standard set by the government. This study aims to analyze wastewater treatment process in this WWTP. This study is a qualitative descriptive with in-depth interviews, observation and testing of wastewater samples. The informants consist of 4 people who were selected by purposive and snowball sampling technique. Data collection was done by in-depth interviews, waste water samples test with sample collected using a composite time sampling method, and close observation, then analyzed qualitatively. Result showed that only TSS, pH, and 2nd day MPN Coliform parameters met the quality standard, while BOD5, COD, FOG, Ammonia and 1st and 3rd day Coliform MPN had not met the standard. RPH Ampel WWTP utilize gravity and biological processes for its treatment. RPH Ampel has no appointed staff who are specialized in managing wastewater and its treatment process. In conclusion, WWTP is yet to meet the effluent standard set by the government. Interventions is needed to improve WWTP removal efficiency.

© 2021 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung F5 Lantai 2 FIK Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: adzillatin@yahoo.com

PENDAHULUAN

Beragam kontaminasi yang berasal dari pembuangan kegiatan perkotaan, industri dan pertanian, akhirnya bertemu badan air melalui sumber *point* dan *non-point*, merupakan penyebab utama pencemaran air (Jethwa, 2019). Rumah Potong Hewan yang selanjutnya disebut dengan RPH adalah suatu bangunan atau kompleks bangunan dengan desain dan syarat tertentu yang digunakan sebagai tempat memotong hewan bagi konsumsi masyarakat umum (Menteri Pertanian RI, 2010). Rumah pemotongan hewan menghasilkan limbah dalam volume besar untuk pemotongan dan membersihkan hewan potong untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Limbah rumah pemotongan hewan dimasukkan dalam kategori air limbah industri yang diperkirakan mempunyai potensi menimbulkan dampak terhadap pencemaran lingkungan (Perda Jateng, 2004). Limbah rumah pemotongan hewan mengandung beragam komponen pencemar tergantung pada proses yang dilakukan dan kebutuhan air yang spesifik. Sebagian besar kontaminasi berasal dari darah hewan, dan mukus dari perut dan organ pencernaan (Bustillo-lecompte, 2015). Limbah cair pada rumah pemotongan hewan memiliki kandungan larutan darah, protein, lemak dan padatan tersuspensi memberikan efek pada tingginya bahan organik dan nutrisi, tingginya variasi jenis dan residu yang terlarut ini dapat berdampak pada pencemaran sungai dan badan air (Kundu, 2013). Tingginya konsentrasi polutan dalam air limbah dapat berpengaruh menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) dalam badan air dimana limbah tersebut dibuang, dimana kemudian menyebabkan pencemaran lingkungan, khususnya sungai (Liu, 2019). Untuk itu diperlukan adanya upaya pengelolaan air limbah tersebut agar tidak menimbulkan pencemaran dan perusakan lingkungan (Perda Jateng, 2004).

Berdasarkan peraturan daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 5 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, kadar paling tinggi untuk BOD 100mg/l, COD 200mg/l, TSS 100mg/l,

minyak dan lemak 15mg/l, amonia 25mg/l, pH 6,0-9,0 dan coliform 5000 MPN/100ml. Pengolahan limbah kemudian akan menghasilkan air limbah dengan kandungan zat organik yang aman untuk lingkungan (Putri, 2012). Bahaya atau risiko yang ditimbulkan sebagai akibat dari aktivitas di RPH yang pengelolaan air limbahnya kurang sempurna atau tidak adanya instalasi pengolahan air limbah (IPAL), di antaranya adanya bakteri-bakteri patogen penyebab penyakit, meningkatnya kadar BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, pH dan NH₃-N (Aini, 2017).

Dari hasil survei pendahuluan, RPH Ampel Boyolali menggunakan instalasi air limbah (IPAL) dengan memanfaatkan proses fisika dan biologis. Kendati sudah terdapat pengolahan dengan IPAL, masih terdapat parameter yang belum memenuhi baku mutu air limbah yaitu parameter COD dan Coliform. Kurangnya perhatian terhadap pengolahan air limbah yang tepat dapat menyebabkan pencemaran air tanah dimana kemudian mencemari sumur gali yang masih digunakan sebagai sumber sir di beberapa daerah. Penelitian oleh Souisa (2018) menunjukkan dari 12 sampel sumur gali, 4 diantaranya tidak memenuhi standar untuk parameter E. coli dan seluruhnya tidak memenuhi persyaratan parameter Total Coliform.

Berdasarkan data pengujian sampel air dari *outlet* IPAL RPH Boyolali pada Maret 2018, diketahui bahwa parameter COD telah melebihi batas baku mutu air limbah rumah pemotongan hewan dengan hasil pengujian mencapai 240 mg/l dari baku mutu 200 mg/l. Pada parameter total coliform, outlet dari IPAL RPH Boyolali menunjukkan hasil pengujian >24.000 per 100 ml, jauh diatas batas baku mutu 5.000 per 100 ml.

Kadar COD yang tinggi dalam air limbah RPH Ampel Boyolali yang dialirkan ke badan air dapat mencemari badan air yang masih digunakan masyarakat untuk mengairi lahan pertanian mereka. Diketahui, beberapa parameter termasuk BOD, COD, TSS dan Amoniak mengalami peningkatan setelah melalui outlet IPAL RPH Ampel Boyolali. Hal

ini apabila terus dibiarkan dapat berdampak buruk pada lingkungan.

Selain kadar parameter COD dan Coliform yang melebihi baku mutu, 2 dari 4 pegawai dalam studi pendahuluan mengeluhkan adanya bau kurang sedap yang kadang kala tercium menusuk hidung. Adanya bau kurang sedap disertai keruhnya air limbah dikeluhkan mengganggu kenyamanan karyawan RPH Ampel Boyolali dalam bekerja khususnya petugas kebersihan. Penelitian ini belum pernah dilakukan di RPH Ampel Boyolali sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif.

METODE

Fokus penelitian ini adalah operasional dan pemeliharaan, kualifikasi dan pengalaman operator, sarana dan prasarana, peraturan dan perundangan, prosedur pengolahan dan *removal efficiency* IPAL RPH Ampel kabupaten Boyolali. Penelitian dilakukan di RPH Ampel Boyolali selama Desember 2018 sampai dengan Februari 2019.

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan metode pendekatan deskriptif. Sumber informasi pada penelitian ini dapat diperoleh dari informan utama menggunakan teknik *purposive sampling* berjumlah 2 orang dimana kemudian dikembangkan lagi dengan teknik *snowball sampling* menambahkan 2 orang informan triangulasi. Informan utama terdiri dari Kepala RPH dan Kepala Bagian Tata Usaha sementara informan triangulasi yang dipilih merupakan staff RPH dan petugas kebersihan RPH Ampel Boyolali yang dianggap mengetahui informasi mengenai pengolahan air limbah.

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengamatan atau observasi peneliti di tempat penelitian, wawancara mendalam (*indepth interview*) serta pengambilan sampel air limbah yang kemudian diujikan kualitasnya sesuai baku mutu air limbah yang berlaku. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah profil atau gambaran umum RPH Ampel Boyolali, ketenagaan, desain dan

dimensi IPAL serta bangunan RPH yang diperoleh dari dokumen UKL/UPL.

Teknik pengambilan data primer yang dilakukan dengan observasi menggunakan lembar observasi, sedangkan untuk data primer pada informan dilakukan dengan wawancara mendalam (*indepth interview*) menggunakan panduan wawancara dan dokumentasi. Dalam proses pengumpulan informasi bila tidak ditemukan lagi varian informasi baru, maka pengumpulan informasi dianggap selesai. Dalam penelitian ini, peneliti menjadi instrumen atau alat penelitian utama. Sehingga, peneliti dapat ikut berpartisipasi langsung untuk menggali lebih dalam, mengamati dan menganalisis dengan menggunakan panduan wawancara mengenai pengolahan air limbah di RPH Ampel Boyolali.

Selain *indepth interview*, dilakukan juga pengujian sampel air limbah pada input, output, dan bak pengolahan IPAL. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik komposit waktu antara pukul 23.00 – 01.30 WIB sebanyak 4 kali. Pengambilan sampel air limbah dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada tanggal 3, 13 dan 26 Desember 2018. Dua dari ketiga hari tersebut dipilih berdasarkan tren jumlah pemotongan tiap dari per-minggu pada tahun sebelumnya, dimana hari rabu merupakan hari dimana pemotongan paling banyak dalam seminggu sedangkan tren jumlah sapi yang dipotong paling sedikit dalam seminggu paling sering jatuh pada hari minggu, sementara hari pengambilan sampel ketiga dipilih dengan pertimbangan bahwa hari tersebut berdekatan dengan Hari Raya Natal dan perayaan tahun baru sehingga diprediksikan jumlah sapi yang dipotong akan meningkat. Peneliti menggunakan alat bantu seperti buku catatan, alat tulis, perekam, dan kamera sebagai instrumen pendukung dalam penelitian ini. Data yang terkumpul kemudian dianalisa secara kualitatif.

Dalam penelitian ini, pemeriksaan keabsahan data dilakukan dengan menggunakan teknik Triangulasi. Dalam penelitian ini, triangulasi sumber adalah sumber yang berasal dari pengelola IPAL RPH Ampel kabupaten

Boyolali dilakukan dengan mewawancarai sumber atau pihak-pihak lain yang relavan dan berhubungan dekat dengan sumber utama. Selain wawancara, dilakukan juga observasi, dokumentasi dan pengujian sampel air limbah. Hal ini dilakukan untuk melihat sejauh mana kebenaran informasi yang disampaikan oleh informan tersebut, yakni apakah informasi itu telah didukung oleh pihak-pihak atau sumber yang terkait atau tidak. Triangulasi teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara mendalam, pengamatan atau observasi, dan dokumentasi.

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mereduksi data yaitu merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting dicari tema dan polanya sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mengenai operasional dan pemeliharaan, kualifikasi dan pengalaman operator, sarana dan prasarana, prosedur pengolahan dan removal efficiency IPAL RPH Ampel kabupaten Boyolali. Setelah melakukan reduksi data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan penyajian data. Dalam penelitian ini, penyajian data yang digunakan adalah bentuk uraian singkat yang bersifat naratif mengenai sumber daya manusia, dimensi IPAL,

parameter air limbah, efek air limbah terhadap pekerja, masyarakat dan badan air di RPH Ampel Kabupaten Boyolali. Penarikan kesimpulan dalam penelitian kualitatif didasarkan pada pemahaman terhadap data-data di RPH Ampel Boyolali yang telah disajikan dengan bukti yang valid, menggunakan kalimat yang mudah dipahami, dan mengacu pada pokok permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informan utama berjumlah 2 orang yang terdiri dari Kepala UPTD RPH Ampel Boyolali dan Kepala Sub Bagian Tata Usaha di RPH Ampel Boyolali. Rentang umur responden yaitu berada pada rentang 43 tahun hingga 57 tahun. Semua responden berjenis kelamin laki-laki dengan riwayat pendidikan terakhir S1. Informan triangulasi berjumlah 2 orang yaitu staff dan tenaga keberishan RPH Ampel Boyolali yang dianggap mengetahui informasi mengenai pengolahan air limbah. Peraturan perundangan dan kebijakan yang digunakan di RPH Ampel Boyolali dalam pengolahan air limbah seperti tercantum dalam dokumen UKL/UPL dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Peraturan Perundangan dan Kebijakan

Jenis Peraturan	Nomor	Tentang
Undang-Undang	32 Tahun 2009	Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
Peraturan Pemerintah	82 Tahun 2001	Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
Peraturan Pemerintah	27 Tahun 2012	Izin Lingkungan
Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah	5 Tahun 2012	Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah
Peraturan Daerah Kabupaten Boyolali	9 Tahun 2011	Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Boyolali Tahun 2011-2013
Peraturan Daerah Kabupaten Boyolali	13 Tahun 2015	Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
Peraturan Bupati Boyolali	04 Tahun 2010	Tata Laksana Perizinan dan Pengawasan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
Peraturan Bupati Boyolali	10 Tahun 2010	Pengendalian Pencemaran Air di Boyolali
Peraturan Bupati Boyolali	17 Tahun 2011	Izin Pembuangan Air Limbah
Dokumen UKL/UPL Rumah Pematangan Hewan Ruminansia (RPH) Ampel, Boyolali	-	Matrik Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup

RPH Ampel Boyolali memiliki 20 orang staff termasuk Kepala UPTD, Kepala Bagian Tata Usaha, dan dokter hewan. Staff yang melakukan pemeliharaan IPAL sebelumnya belum pernah memiliki pengalaman kerja dalam bidang pekerjaan ini. Pengetahuan dan keterampilan staff diperoleh setelah bekerja di RPH Ampel Boyolali setelah beberapa waktu. Dari seluruh informan yang berhasil diwawancarai, diperoleh informasi bahwa pelatihan yang diperoleh oleh staff RPH Ampel Boyolali kebanyakan adalah pelatihan Kir Master dan Juru Sembelih Halal (JuLeHa) dan bukan pelatihan pengolahan limbah.

RPH Ampel Boyolali sudah memiliki izin pendirian RPH sebagaimana disyaratkan dalam peraturan yang berlaku (Kementerian Pertanian, 2010). Sesuai dengan Peraturan Daerah Kabupaten Boyolali nomor 9 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Boyolali Tahun 2011-2013, Rumah Potong Hewan tipe B ini berada di Kecamatan Ampel seusia peruntukannya. Mengacu pada Peraturan Daerah Kabupaten Boyolali nomor 13 tahun 2015 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, RPH Ampel Boyolali juga sudah memiliki IPAL sendiri yang terdiri dari saluran air limbah dan 6 (enam) bak

pengolahan air limbah. Bak pengolahan tersebut, berdasarkan dokumen UKL/UPL adalah sebagai berikut: (1) bak I, merupakan bak equalisasi, (2) bak II, merupakan bak filtrasi dengan filter losler tanah yang ditempatkan secara horizontal, (3) bak III, merupakan bak aerasi yang dilengkapi dengan lubang angin-angin, (4) bak IV, merupakan bak sedimentasi, (5) bak V, merupakan bak sedimentasi, dan (6) bak VI, merupakan bak sedimentasi sekaligus bak pengolahan terakhir sebelum air limbah kemudian diresapkan ke tanah atau masuk ke badan air. Adapun dimensi IPAL setelah dilakukan pengukuran dapat dilihat pada tabel 2.

Air limbah RPH Ampel Boyolali berasal dari proses pemotongan, pencucian rumen, pembersihan alat dan tempat pemotongan. Berdasarkan data yang diperoleh dari dokumen UKL/UPL diperoleh perkiraan kuantitas produksi air limbah dapat dilihat pada tabel 3.

RPH Ampel Boyolali belum memiliki prosedur tetap seperti buku petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan IPAL, staff RPH melakukan pemeliharaan dengan membersihkan bak dan saluran IPAL sementara proses pengolahan air limbah berlangsung relatif tanpa intervensi. Sumber air limbah berasal dari

Tabel 2. Dimensi IPAL RPH Ampel Boyolali

UKL/UPL	Pengukuran Penelitian ($p \times l \times t$)
Ukuran IPAL $20m \times 20m \times 3m = 1200m^3$	Bak I $3.75m \times 2.18m \times 2.37^*m = 19.375m^3$
	Bak II $3.70m \times 2.18m \times 1.87^*m = 15.083m^3$
	Bak III $3.25m \times 2.18m \times 2.02^*m = 14.311m^3$
	Bak IV $3.90m \times 5.10m \times 1.00^{**}m = 19.89m^3$
	Bak V $9.60m \times 3.60m \times 0.50^{**}m = 17.28m^3$
	Bak VI $3.50m \times 5.50m \times 0.20^{**}m = 3.85m^3$

* = diukur dari dasar bak

**= diukur dari permukaan sedimen

Tabel 3. Perkiraan Produksi Air Limbah per Bulan

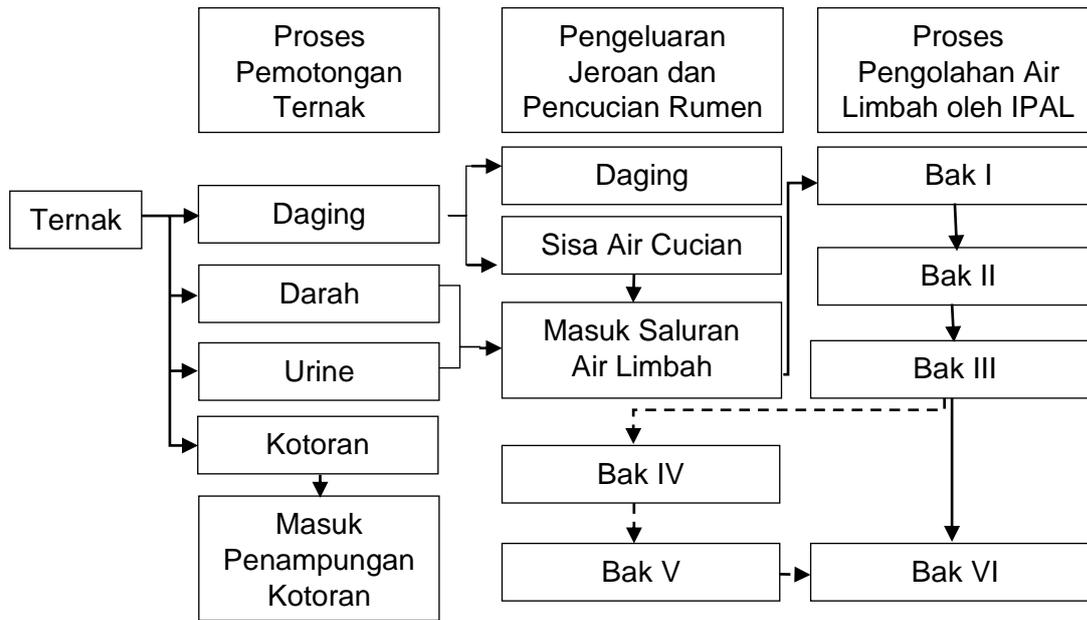
Produksi Air Limbah per Bulan			
Dokumen UKL/UPL	PDAM	Perkiraan Staff RPH	Perhitungan Kebutuhan Air Bersih per Ekor Ternak yang Dipotong Rata-Rata per Bulan
Darah :	Berdasarkan Nota Pemakaian Air per Bulan sebanyak 452m ³	Pencucian hasil pemotongan hewan dan pembersihan ruangan ±10 m ³ /bl	Darah :
$13.6lt \times 80 = 1088lt$ /hr			$13.6lt \times 48 = 652.8lt$ /hr
$1088lt \times 30 = 32640lt/bl$			$652.8lt \times 30 = 19584lt/bl$
$32640lt/bl = 32.640lt/bl$			$19584lt/bl = 19.584m^3/bl$
Pencucian hasil pemotongan hewan dan pembersihan ruangan ± 15 m ³ /hr $15m^3 \times 30 = 450m^3/bl$			Pencucian hasil pemotongan hewan dan pembersihan ruangan ±15m ³ $15m^3 \times 30 = 450m^3/bl$
Total $32.640m^3 + 450m^3 = 482.64m^3/bl$			Total $19.584m^3 + 450m^3 = 469.584m^3/bl$

proses pemotongan sapi di bangunan rumah pemotongan, baik dari darah dan urine sapi, air penggelontoran, maupun kotoran sapi dan rumen yang ikut terbawa air ke dalam saluran sebelum sempat di pindahkan ke bak penampungan rumen. Selain itu, air limbah juga bersumber dari proses pencucian rumen yang dilakukan di bagian belakang bangunan rumah pemotongan dimana disana terdapat 12 unit bak pencucian rumen sesuai dengan observasi dan dokumen UKL/UPL. Air limbah yang dihasilkan RPH Ampel kemudian akan diolah di IPAL kecuali air hujan yang telah memiliki saluran tersendiri. Akan tetapi, karena semua bak pengolahan IPAL merupakan bak terbuka yang tidak dilengkapi dengan penutup, air hujan tetap berpotensi masuk ke dalam bak pengolahan.

Berdasarkan penuturan informan, air limbah yang dihasilkan selama proses pemotongan tidak ditampung terlebih dahulu tetapi langsung dialirkan menuju bak-bak pengolahan. Menurut dokumen UKL/UPL, bak pengolahan IPAL RPH Ampel memiliki filter dimana air dialirkan secara vertikal sehingga kotoran dan rumen dapat terperangkap dan tertinggal di bagian atas filter sehingga

memudahkan pembersihan. Akan tetapi, saat ini kondisi filter IPAL sudah tidak lengkap.

Pengolahan air limbah dimulai dengan proses pemotongan ternak yang menghasilkan limbah berupa darah, urin, dan kotoran ternak. Kotoran ternak kemudian akan dipisahkan secara manual dan dikumpulkan dalam bak penampungan sementara darah dan urin ternak langsung masuk kedalam saluran air limbah menuju IPAL. Berikutnya pencucian rumen dimana dihasilkan air limbah hasil pencucian yang kemudian juga akan masuk ke dalam saluran air limbah untuk seterusnya mengalir menuju bak I dan bercampur dengan air limbah hasil proses pemotongan. Dari bak I, air limbah kemudian secara perlahan akan mengalir melalui filter dan masuk ke dalam bak II. Filter pada bak ini memiliki lubang dengan diameter yang relatif besar sehingga hanya kotoran berukuran besar saja yang akan terpisah dari air limbah. Setelah melalui filter, air limbah dalam bak II kemudian kontak dengan sedimen didalam bak tersebut, dimana sedimen membantu memisahkan air limbah dengan kotoran yang lewat melalui filter. Air limbah kemudian terus mengalir melalui bak II yang merupakan bak anaerob.



Gambar 1. Alur Pengolahan Air Limbah RPH Ampel Boyolali

Setelah melalui filter dan bak II, air limbah akan masuk ke dalam bak III atau bak aerasi untuk diproses secara aerobik. Pada bak aerasi ini seharusnya terdapat saringan/filter pada bagian ujung/outlet bak, akan tetapi saat ini posisinya sudah berubah sehingga tidak lagi bekerja sesuai fungsinya.

Pada outlet bak III, dapat dilihat bahwa secara visual, air limbah sudah relative lebih jernih warnanya dibandingkan saat masuk ke bak I. Hal ini dimungkinkan karena adanya sedimen yang membantu sebagai filter alami. Proses penyaringan air limbah oleh sedimen sebagai filter hanya dapat terjadi apabila ukuran diameter partikel tersuspensi lebih besar dari ukuran pori, umumnya, penyaringan dapat terjadi apabila ukuran diameter partikel tersuspensi 0.2 kali lebih besar dari diameter pori.

Setelah keluar dari bak III, air limbah kemudian dibelokkan alirannya langsung menuju bak VI melalui sebidang tanah tanpa dibuatkan saluran baru yang kedap air. Hal ini ditujukan untuk mengairi rumput yang sengaja dibiarkan tumbuh oleh pihak RPH. Tanah pada area ini sudah memenuhi tiga syarat sebagai *wetland* (Burton, 2009) yang merupakan ekosistem ramah lingkungan yang tidak hanya berperan menghilangkan polutan kimia tetapi

juga pathogen dari air limbah (Wu, 2016), diantaranya adanya genangan air atau tanah yang tersaturasi, adanya vegetasi *hydrophytic* dan kondisi tanah yang *hydric* (kekurangan oksigen karena kondisi tanah yang tersaturasi dan adanya materi organik yang membusuk). Pada tanah yang *hydric* respirasi mikroba terjadi lebih cepat dari kemampuan difusi oksigen melalui celah antar partikel tanah sehingga tercipta kondisi anoksik pada tanah.

Selain air limbah yang sudah melalui bak I sampai bak III, pada saluran baru ini air limbah tersebut juga bercampur dengan air limbah yang belum di treatment. Air limbah yang belum menerima perlakuan ini berasal dari saluran sementara yang dahulu dibangun oleh pihak RPH guna keperluan pembersihan sedimen dalam bak IPAL. Kendati pembersihan sudah diselesaikan, saluran ini masih terhubung dengan saluran air limbah yang masuk ke dalam bak I sehingga air limbah yang masuk kemudian terbagi dimana sebagian masuk ke dalam bak I dan sebagian lainnya masuk melalui saluran sementara langsung menuju ke bak VI. Bercampurnya dua air limbah ini kemudian menyebabkan meningkatnya kadar pencemar dari air limbah yang tadinya telah melalui pemrosesan. Hal ini dapat dilihat seperti dalam grafik 1 dan grafik 2.

Sementara bak IV dan V sudah tidak lagi digunakan, kedua bak ini sebagian besar muka sedimennya ditumbuhi vegetasi. Tercatat setelah pengukuran, pada bak IV, ketinggian sedimen sudah mencapai 100cm dari mulut bak sementara bak V 50cm dari mulut bak. Dengan tidak mengalirnya air limbah kedalam dua bak ini, maka bak IV dan V saat ini relative tidak difungsikan.

Pada bak VI, air limbah yang masuk merupakan percampuran antara air limbah yang sudah melalui pengolahan dan air limbah mentah dari saluran sementara. Kendati adanya intrusi air limbah mentah tadi, setelah diamati, air limbah yang masuk ke dalam bak VI juga secara visual sudah relative jernih warnanya. Hal ini dapat dikarenakan bidang tanah yang dijadikan saluran aliran baru dari bak III menuju bak VI merupakan jenis tanah humus dan gambut yang dapat berfungsi sebagai filter.

Removal polutan oleh sedimen sebagai filter ini dapat bervariasi hasilnya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya yang

diamati selama penelitian ini adalah pengaruh hujan terhadap *removal efficiency* dimana kendati terjadi intrusi air hujan yang menurunkan kadar polutan dengan dilusi, *removal efficiency* juga turun karena tanah sedimen sudah tersaturasi oleh air hujan sebelum air limbah dapat difilter. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa air hujan menurunkan kadar pencemar dalam air limbah karena terjadi pengenceran, akan tetapi, naiknya volume air dalam bak IPAL menyebabkan *overloading* (Bugajski, 2017) dan tidak maksimalnya kinerja IPAL sehingga *removal efficiency* menurun dikarenakan waktu kontak dengan biomass menurun (Grasmick, 2006).

Sampel air limbah diambil dengan metode *purposive sampling* dengan komposit waktu sebanyak tiga (3) kali pada tanggal 3, 13 dan 25 Desember 2018. Segera setelah dilakukan pengambilan sampel air limbah, sampel dibawa ke Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Semarang untuk dilakukan pengujian kadar

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sampel Air Limbah IPAL RPH Ampel Boyolali

Parameter	Hasil Pengujian				Baku Mutu	Satuan	Keterangan
	Inlet	Filter	Aerob	Outlet			
Pengukuran ke-1, 3 Desember 2018							
BOD5	1030	970	880	840	100	mg/L	Belum sesuai
COD	2002	1956	1707	1676	200	mg/L	Belum sesuai
TSS	2100	1620	273	162	100	mg/L	Belum sesuai
Minyak dan Lemak	14,76	12,5	3,2	≤2,5	15	mg/L	Sudah sesuai
Amonia	202	135	218	245	25	mg/L	Belum sesuai
pH	6,42	6,71	6,39	6,52	6,0-9,0		Sudah sesuai
MPN Coliform	-	1.1x10 ⁵	2.3x10 ⁴	2.1x10 ⁴	5x10 ³		Belum sesuai
Pengukuran ke-2, 13 Desember 2018							
BOD5	1115	366	880	835	100	mg/L	Belum sesuai
COD	2187	718	1763	1665	200	mg/L	Belum sesuai
TSS	2305	1435	402	334	100	mg/L	Belum sesuai
Minyak dan Lemak	15.06	13.1	4.3	<2,5	15	mg/L	Sudah sesuai
Amonia	197	160	239	254	25	mg/L	Belum sesuai
pH	6.97	7.17	7.01	7.04	6.0-9.0		Sudah sesuai
MPN Coliform	>2.4x10 ⁶	7.5x10 ²	>2.4x10 ⁶	1.1x10 ³	5x10 ³		Sudah sesuai
Pengukuran ke-3, 25 Desember 2018							
BOD5	1700	1085	1405	1184	100	mg/L	Belum sesuai
COD	3328	2128	2752	605	200	mg/L	Belum sesuai
TSS	378	1500	416	255	100	mg/L	Belum sesuai
Minyak dan Lemak	15.37	14.05	5.6	<2,5	15	mg/L	Sudah sesuai
Amonia	314	282	202	203	25	mg/L	Belum sesuai
pH	6.73	6.50	6.64	6.70	6.0-9.0		Sudah sesuai
MPN Coliform	1.1x10 ⁶	>2.4 x10 ⁶	1.1 x10 ⁶	2.1 x10 ⁴	5 x10 ³		Belum sesuai

pencemarnya.

Data hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa hanya parameter pH dan minyak dan lemak yang konsisten berada dibawah baku mutu, parameter MPN Coliform memenuhi baku mutu pada pengukuran kedua, sementara parameter lainnya masih belum memenuhi baku mutu.

Naiknya pH air limbah mengindikasikan akhir proses nitrifikasi pada air limbah. pH turun karena terjadi nitrifikasi dan oksidasi karbon. Naiknya pH mengindikasikan adanya bakteri denitrifikasi. Untuk mencapai ammonia removal yang lebih tinggi, perlu periode aerasi yang lebih lama guna meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air limbah (Kundu, 2013). Rendahnya pH air limbah menurunkan ammonia volatilization dan menyebabkan terbentuknya ion ammonium yang menyebabkan turunnya *removal efficiency* ammonia (Mulu, 2015).

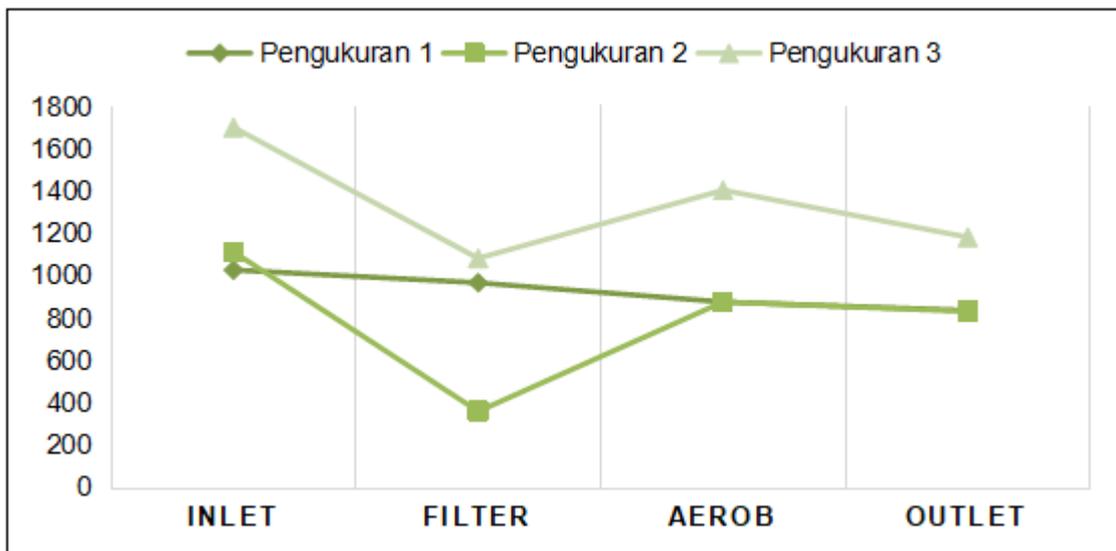
Data yang diperoleh setelah pengujian sampel air limbah RPH Ampel dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, terjadi penurunan BOD5 berturut-turut sebesar 18.44%, 25.11% dan 30.35% atau rata-rata 24.63%. Hasil penurunan BOD tersebut, apabila dipecah berdasarkan unit spesifik, maka untuk bagian filtrasi sebesar 36.38% relatif sudah

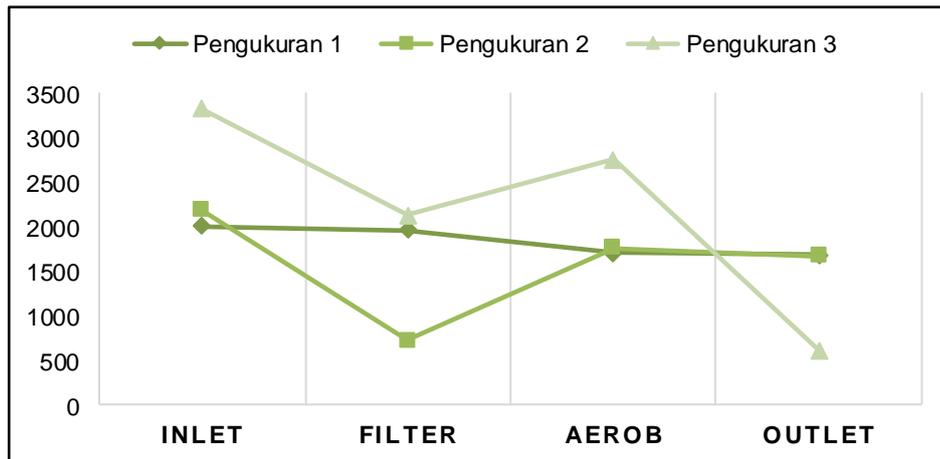
cukup baik performa removalnya dimana mengacu pada buku oleh Metcalf (2003), screen filter dengan ukuran 1.6 mm dapat menurunkan kadar BOD 5-20% sedangkan screen filter berukuran 0.25mm dapat 72 menurunkan kadar BOD 25-5% serta BOD sebesar 25-35% dengan screening dan sedimentasi (Mittal, 2006). Sementara itu, melihat dari kondisi bak pengolahan di lapangan yang sudah memenuhi persyaratan *wetland*, removal efficiency BOD pada IPAL RPH ini masih jauh berada dibawah model *wetland* yang dibuat oleh Galanopoulos (2013) dengan *removal efficiency* BOD sebesar 60% dalam bak tanpa vegetasi dan 83% dalam bak yang ditumbuhi vegetasi.

Data parameter BOD5 menunjukkan adanya fluktuasi kecuali pada pengambilan sampel ke-2. Hasil pengukuran sampel ke-2 sejalan dengan penelitian oleh Mines Jr (2007) yang menunjukkan adanya tren konsentrasi BOD pada influen cenderung menurun dengan meningkatnya jumlah air hujan yang masuk dalam pengolahan limbah. Hal ini menunjukkan adanya indikasi air limbah terdilusi oleh kuantitas air hujan yang lebih banyak. Hal ini tidak mengindikasikan bahwa jumlah aliran yang lebih besar membawa konsentrasi BOD yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, terjadi penurunan COD berturut-turut adalah



Gambar 2. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar BOD5 Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3



Gambar 3. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar COD Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3

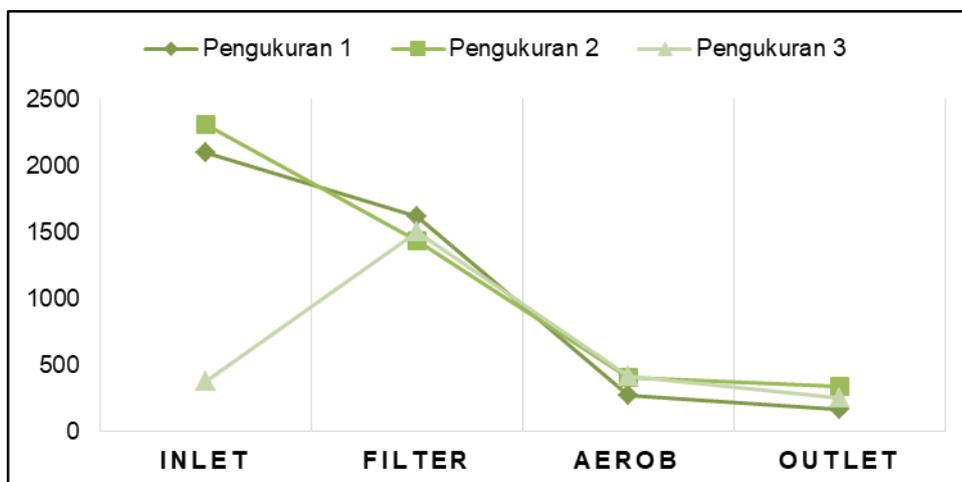
sebesar 16.28%, 23.86%, dan 81.82% atau rata-rata 40.65%.

Eksperimen oleh Kundu (2013) menunjukkan bahwa fase aerobic yang lebih panjang dapat mencapai COD removal yang lebih tinggi dibandingkan dengan fase aerobic lebih pendek. COD removal juga dapat dicapai dengan penggunaan anaerobic filter bioreactor hingga 80% (Stets, 2014) dan Activated Sludge Reactor hingga 89.03% (Pabón, 2009).

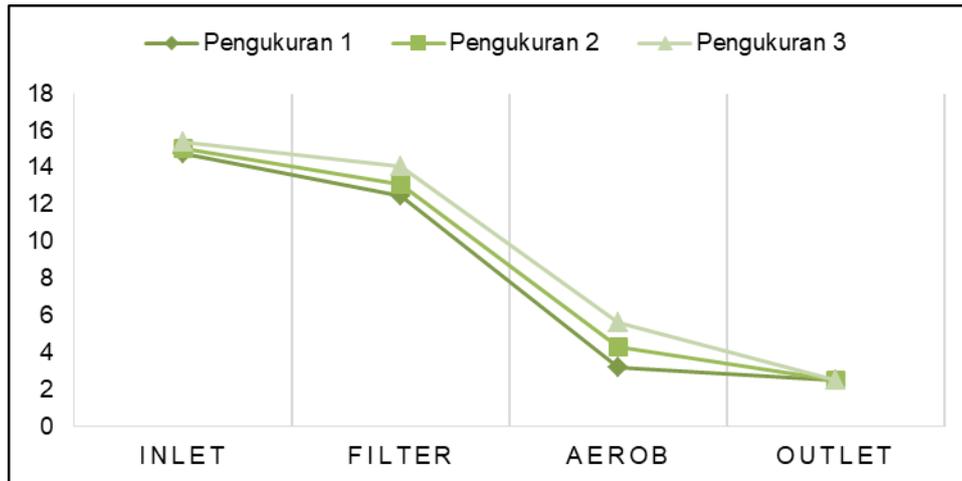
Berdasarkan hasil pengukuran TSS air limbah pada tiga hari pengukuran secara berturut-turut terjadi penurunan sebesar 92.2%, 85.5%, dan 89.2% atau rata-rata 88.9%. *Removal efficiency* TSS ini sudah memenuhi standar efisiensi TSS oleh Metcalf (2003) sebesar 10-

25%. Penurunan kadar TSS setelah melalui filter sebanyak 22.85%, 37.7% dan 36.5% sudah relatif baik apabila dibandingkan dengan penurunan kadar TSS menggunakan screening oleh Metcalf (2003) sebesar 5-45%.

Berdasarkan hasil pengukuran minyak dan lemak air limbah pada tiga hari pengukuran secara berturut-turut terjadi penurunan sebesar 83.06%, 83.39%, dan 83.73% atau rata-rata 83.39%. *Removal efficiency* ini relative sudah baik apabila dibandingkan dengan *removal efficiency* minyak dan lemak dengan activated sludge plant sebesar 64-75% dan anaerobic digester sebesar 69-92% mengingat IPAL ini tidak memiliki fasilitas yang dikhususkan untuk menghilangkan minyak dan lemak.



Gambar 4. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar TSS Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3



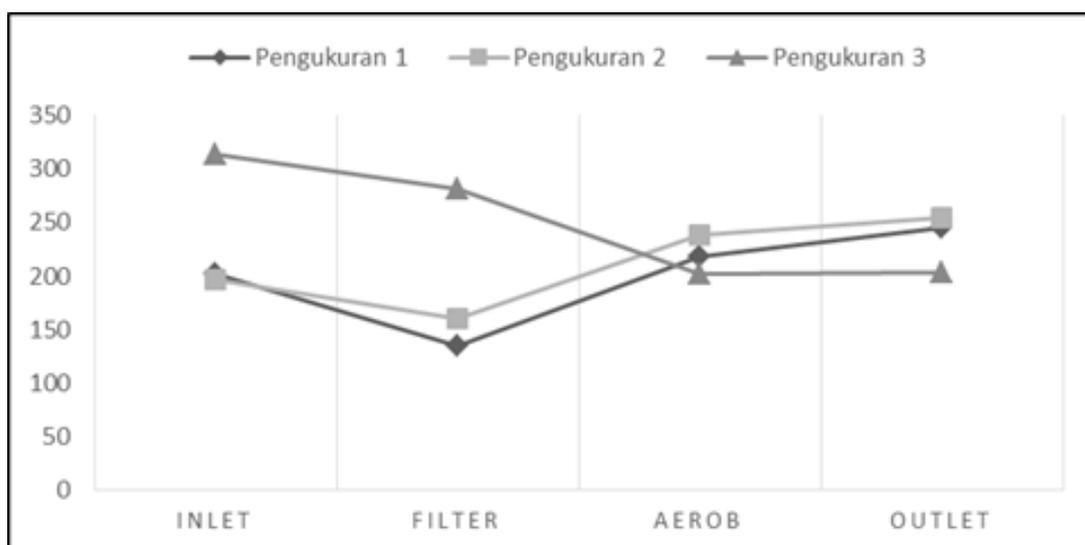
Gambar 5. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar Minyak dan Lemak Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3

Berdasarkan hasil pengukuran Amonia air limbah pada tiga hari pengukuran secara berturut-turut terjadi penurunan sebesar - 21.28%, -28.93%, dan 35.35% atau rata-rata - 4.95%. *Removal efficiency* masih jauh dari perbandingan ammonia removal berkisar antara 74.75-90.12% oleh Kundu (2013).

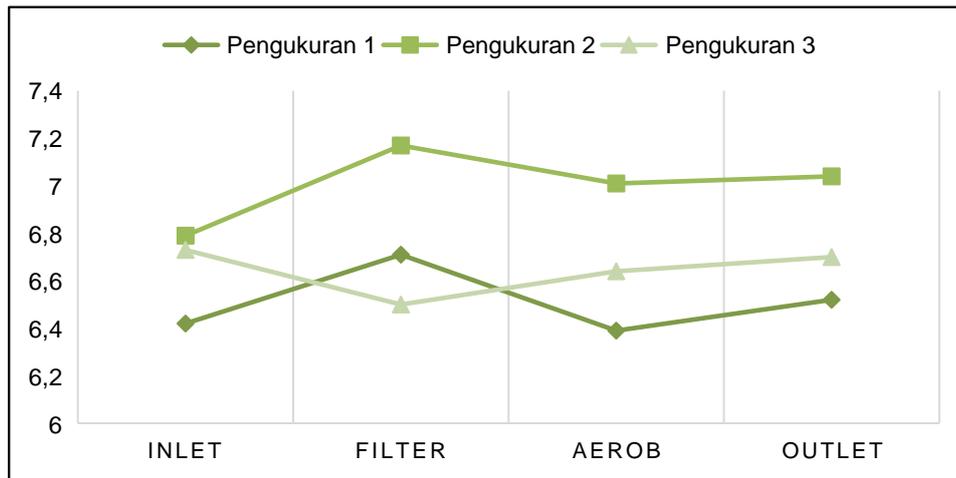
Dalam bak pengolahan air limbah dengan konsentrasi DO rendah, zona aerobik dan anaerobik dapat terbentuk tergantung pada kondisi mixing dan jarak zona tersebut dari aerasi point. Hal ini memungkinkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi berlangsung dalam satu bak pengolahan secara bersamaan.

Eksperimen oleh Kundu (2013) menemukan bahwa fase oksidasi yang lebih panjang dapat meningkatkan removal ammonia.

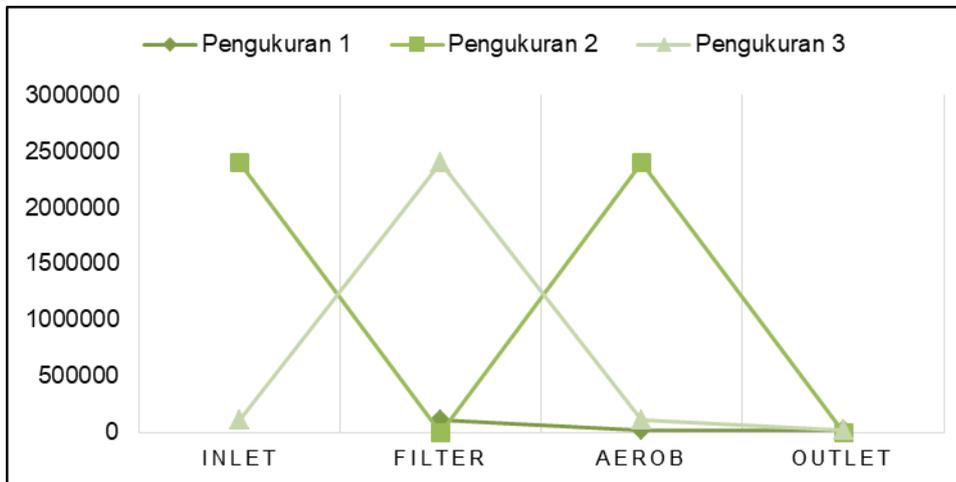
Oksidasi ammonia terjadi dalam dua fase, dimana sebagian ammonia terasimilasi oleh massa sel guna sintesa sel baru selama karbon oksidasi, selanjutnya dissimilatory ammonia removal terjadi dengan konversi NH_4^+N menjadi NO_2^-N dan NHO_3^-N pada fase aerobic. Dissimilatory ammonia removal bergantung pada populasi bakteri nitrifikasi dan waktu oksidasi. Turunnya ammonia removal dapat disebabkan karena limitasi enzim metabolisme bakteri nitrifikasi.



Gambar 6. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar Amonia Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3



Gambar 7. Perbandingan Penurunan Kadar pH Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3



Gambar 8. Perbandingan Penurunan Kadar Pencemar MPN Coliform Sebelum, Selama dan Sesudah Pengolahan Hari ke-1 Sampai Hari ke-3

Retensi dan eliminasi sel mikrobial dalam sistem filter air limbah secara biologi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Perpindahan bakteri melalui media berpori dipengaruhi oleh mekanisme seperti penyaringan fisik dan juga adsorpsi pada media berpori. Faktor penting lainnya antara lain ukuran pori dan ukuran sel bakteri, waktu tinggal air limbah, dan adanya sumbatan pada sistem filter (Kristian, 2004). Banyak faktor diantaranya kemiringan, arah dan ketinggian air tanah serta permeabilitas tanah mempengaruhi removal mikroorganism pada perjalanannya dalam tanah tidak jenuh dan pada air tanah. Pada sistem filtrasi yang malfungsi, bakteri akan dapat bertransportasi

jauh setelah melalui filter media berpori yang 84 digunakan, salah satu contohnya adalah apabila kedalaman media yang tak jenuh terbatas (Viraraghavan, 1978).

PENUTUP

RPH Ampel Boyolali sudah melakukan tiga tahap pengolahan air limbah yaitu *pre*-, *primary* dan *secondary treatment* dan beberapa parameter menunjukkan efisiensi removal yang baik kendati belum memenuhi standar baku mutu air limbah. RPH Ampel Boyolali memanfaatkan proses fisika dan biologi untuk mengolah air limbahnya. Pembersihan dan

perawatan bangunan IPAL dan salurannya dilaksanakan secara bersama-sama oleh seluruh staff. Effluent air limbah pada parameter pH dan Minyak dan lemak serta MPN Coliform pengukuran ke-2 sudah memenuhi baku mutu, sedangkan parameter BOD, COD, TSS, Amonia, dan MPN Coliform pengukuran ke-1 dan ke-3 belum memenuhi baku mutu.

Penelitian ini tidak lepas dari hamatan dan kelemahan yang cukup mempengaruhi kelancaran penelitian, baik prapenelitian, saat penelitian, maupun pasca penelitian. Hambatan tersebut diantaranya adalah pengetahuan peneliti mengenai proses transportasi dan pengukuran parameter sampel. Hal ini dapat dengan mendalami teknis pengambilan, penyimpanan, transport dan pengukuran parameter sampel yang digunakan. Peneliti selanjutnya dapat menambahkan variable penelitian dan memperpanjang masa pengukuran kualitas air limbah sehingga bisa didapatkan hasil yang lebih *representative*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Sriasih, M., & Kisworo, D. (2017). Studi Pendahuluan Cemaran Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kota Mataram, *15*(1), 42–48. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.42-48>
- Bugajski, P. M., Kaczor, G., & Chmielowski, K. (2017). Variable dynamics of sewage supply to wastewater treatment plant depending on the amount of precipitation water inflowing to sewerage network. *Journal of Water and Land Development*, *33*, 57–63. <https://doi.org/10.1515/jwld-2017-0019>
- Burton, T. M., & Tiner, R. W. (2009). Ecology of Wetlands. *Encyclopedia of Inland Waters*, 507–515. <https://doi.org/10.1016/b978-012370626-3.00056-9>
- Bustillo-lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics , treatment , and management in the meat processing industry : A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, *161*, 287–302. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.008>
- Galanopoulos, C., Sazakli, E., Leotsinidis, M., & Lyberatos, G. (2013). A pilot-scale study for modeling a free water surface constructed wetlands wastewater treatment system. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *1*(4), 642–651. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.09.006>
- Grasmick, A., & Iwema, A. (2006). Effect of reeds and feeding operations on hydraulic behaviour of vertical flow constructed wetlands under hydraulic overloads, *40*, 606–612. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.11.026>
- Jateng, P. (2004). Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Jateng, P. (2012). Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Jethwa, K., Bajpai, S., & Chaudhari, P. K. (2019). *Phosphorus Retention in Lateritic Soil Constructed Wetland Treatment of Domestic Sewage*. ASCE.
- Kementerian Pertanian. (2010). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13/Permentan/Ot.140/1/2010 tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia dan Unit Penanganan Daging (Meat Cutting Plant).
- Kristian, T., Aa, K., Ausland, G., & Fredrik, J. (2004). Retention and removal of pathogenic bacteria in wastewater percolating through porous media : a review, *38*, 1355–1367. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.12.024>
- Kundu, P., Debsarkar, A., & Mukherjee, S. (2013). Treatment of Slaughter House Wastewater in a Sequencing Batch Reactor : Performance Evaluation and Biodegradation Kinetics. *BioMed Research International*, 2013.
- Liu, G., He, T., Liu, Y., Chen, Z., Li, L., Huang, Q., ... Liu, J. (2019). Study on the purification effect of aeration-enhanced horizontal subsurface-flow constructed wetland on polluted urban river water. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04832-9>
- Metcalf, & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. McGraw Hill Companies, Inc.
- Mines Jr, R. O., Lackey, L. W., & Behrend, G. H. (2007). The Impact of Rainfall on Flows and Loadings at Georgia's Wastewater Treatment Plants. *Water, Air & Soil Pollution*, *179*(1–4), 135–157. <https://doi.org/10.1007/s11270-006-9220-0>

- Mittal, G. S. (2006). Treatment of wastewater from abattoirs before land application — a review, *97*, 1119–1135. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.11.021>
- Mulu, A., & Ayenew, T. (2015). Characterization of Abattoir Wastewater and Evaluation of the Effectiveness of the Wastewater Treatment Systems in Luna and Kera Abattoirs in Central Ethiopia. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, *6*(4), 1026–1040.
- Pabón, S. L., & Gélvez, J. H. S. (2009). Arranque y operación a escala real de un sistema de tratamiento de lodos activos para aguas residuales de matadero Starting-up and operating a full-scale activated sludge system for slaughterhouse wastewater, *29*(2), 53–58.
- Putri, A. R., Samudro, G., & Handayani, D. S. (2012). Penentuan Rasio BOD / COD optimal pada reaktor Aerob, Fakultatif dan Anaerob. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *2*(1), 1–5.
- Souisa, G. V., & Janwarin, L. M. Y. (2018). Kualitas Sumur Gali di Dusun Wahakaim. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, *2*(3), 612–621.
- Stets, M. I., Etto, R. M., Galvão, C. W., Ayub, R. A., & Cruz, L. M. (2014). Microbial community and performance of slaughterhouse wastewater treatment filters, *13*(2), 4444–4455.
- Viraraghavan, T. (1978). Travel of Microorganisms from a Septic Tile. *Water, Air, and Soil Pollution*, *9*, 355–362.
- Wu, S., Carvalho, P. N., Müller, J. A., Remony, V., & Dong, R. (2016). Sanitation in constructed wetlands: A review on the removal of human pathogens and fecal indicators. *Science of the Total Environment*, *541*, 8–22. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.047>