

PERBAIKAN KONDISI PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI SARI KURMA

IMPROVEMENT OF CONDITION OF DATE JUICE INDUSTRY WASTEWATER TREATMENT PROCESS

Eko Sawirvi¹⁾, Suprihatin²⁾ dan Ono Suparno²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, IPB
Email: ekosawirvi@yahoo.com

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Teknologi Industri Pertanian, IPB
Email: suprihatin@indo.net.id

ABSTRACT

Wastewater Treatment Plant (WWTP) with aerobic processes is required to reduce high organic components of date juice wastewater. Characterization, optimization of operating condition as well as alternative operation of WWTP are required in the process development wastewater treatment, so the output of wastewater that satisfies the environmental quality standards. This study aims to characterize of the WWTP unit's operating conditions, determine of lime dose, optimize aeration time, and identify of the alternative treatment. Characterization of the wastewater indicated that all units did not have an optimum operating condition. Characteristics output of the wastewater were COD of 2,344 mg/L, TSS of 135 mg/L, pH of 5.5, and turbidity of 182 FTU, the values did not meet the quality standards. The improvement a dose of lime neutralization at pH 7 is 0.6 g/L. Condition of 24-hour aeration time demonstrated effluent quality: COD of 351 mg/L, TSS of 78 mg/L, pH of 6.3, and turbidity of 92 FTU, which are better than those of aeration time 12 until 20 hours. The high content of COD could be overcome by an anaerobic treatment. Identification of an anaerobic treatment system could potentially produce biogas with yield of 26.46 m³/day.

Key words : wastewater, wastewater treatment plant, anaerobic, environmental quality standards

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara aerobik diperlukan untuk menurunkan komponen organik dalam limbah cair sari kurma. Karakterisasi, optimasi kondisi operasi, dan alternatif pengolahan IPAL diperlukan dalam perbaikan proses pengolahan air limbah, sehingga kualitas keluaran limbah cair dapat memenuhi baku mutu lingkungan. Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi karakterisasi kondisi operasi unit IPAL, penentuan dosis kapur dan waktu aerasi terbaik, serta identifikasi alternatif pengolahan. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa semua unit IPAL memiliki kondisi operasi yang belum optimum. Keluaran air limbah memiliki COD 2344 mg/L, TSS 135 mg/L, pH 5,5, dan kekeruhan 182 FTU yang belum memenuhi baku mutu. Perbaikan proses penetralan menghasilkan dosis kapur pada pH 7 yaitu 0,6 g/L. Kondisi waktu aerasi 24 jam menunjukkan kualitas buangan: COD 351 mg/L, TSS 78 mg/L, pH 6,3, dan kekeruhan 92 FTU, lebih baik daripada waktu aerasi 12 sampai 20 jam. Kandungan COD limbah cair yang tinggi dapat dilakukan alternatif pengolahan secara anaerobik. Perhitungan dengan sistem anaerobik, penurunan COD limbah dapat menghasilkan potensi biogas 26,46 m³/hari.

Kata kunci: limbah cair, instalasi pengolahan air limbah, anaerobik, baku mutu lingkungan

PENDAHULUAN

Air limbah industri merupakan air yang berasal dari rangkaian proses produksi suatu industri, sehingga air limbah tersebut dapat mengandung komponen dari proses produksi tersebut. Jika air tersebut dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang benar dapat mengganggu kualitas badan air penerima. Dampak pencemaran yang ditimbulkan bervariasi tergantung pada sifat dan jenis limbah, volume, dan frekuensi air limbah yang dibuang oleh industri (Moertinah 2010). Kandungan dalam air limbah juga perlu dikendalikan. Pengendalian dilakukan dengan melakukan pengolahan secara baik. Air limbah pertanian mengandung komponen organik tinggi serta kandungan logam. Sejumlah logam kecil seperti nikel terdapat dalam air limbah organik dan berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan (Ariani et

al. 2010).

Pengolahan limbah cair harus dilakukan agar kualitas air buangan tidak mencemari dan merusak kualitas air penerima. Menurut Metcalf and Eddy (2003), pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara biologi baik secara aerobik maupun anaerobik. Pengolahan secara aerobik dilakukan dengan memberikan udara atau oksigen, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Pengolahan secara anaerobik merupakan pengolahan tanpa mengalirkan oksigen.

Pengolahan sari kurma dilakukan dengan sortasi, penghancuran, penyaringan, pemasakan, pencampuran, pengemasan, dan penyimpanan. Dalam kegiatan produksi tersebut dihasilkan limbah cair. Sumber limbah cair berasal dari bagian penghancuran, penyaringan, dan pencucian alat dan ruang produksi. Limbah cair yang dihasilkan mencapai 6-8 m³/hari

dengan warna air limbah kuning kecoklatan dengan kandungan organik yang tinggi.

Limbah cair dilakukan pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara biologis dengan urutan proses, yaitu penampungan, penetralan, aerasi, sedimentasi, dan filtrasi. Proses tersebut dilakukan untuk menurunkan tingkat polutan dalam air limbah terutama parameter BOD dan COD sesuai baku mutu. Baku mutu yang digunakan adalah SK Gubernur Jawa Barat No 6 tahun 1999. Kandungan COD dan BOD yang tinggi mengindikasikan bahwa air limbah tersebut memiliki kandungan organik tinggi (Metcalf and Eddy 2003).

Pengolahan dalam IPAL harus dilakukan dengan baik, tepat, dan dalam kondisi yang optimum. Pengolahan yang optimum disesuaikan dengan fungsi masing-masing unit operasi, baik yang berfungsi secara fisik, kimia, maupun biologi. Kondisi lingkungan seperti pH dan temperatur sangat berpengaruh terhadap kinerja bioreaktor. Proses biodegradasi dapat terjadi pada pH antara 6,0-7,5 (Perez *et al.* 2007). Dengan melakukan pengolahan dengan baik maka tingkat polutan dalam air limbah dapat diturunkan, sehingga air yang di buang dapat memenuhi baku mutu lingkungan.

Sistem pengolahan dalam IPAL harus disesuaikan dengan karakteristik limbah cair yang dihasilkan oleh industri. Secara umum, limbah industri hasil pertanian (agroindustri) memiliki kandungan organik yang cukup tinggi. Kandungan organik tersebut harus diturunkan sampai batas aman agar tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Sistem pengolahan limbah cair agroindustri secara umum dilakukan dengan sistem aerobik misalnya lumpur aktif. Hal ini dikarenakan komponen organik dan logam dapat didegradasi oleh mikroorganisme pada proses lumpur aktif (Ariana *et al.* 2010). Namun, untuk limbah dengan komponen organik yang sangat tinggi dapat pula dilakukan pengolahan secara anaerobik. Proses pengolahan secara anaerobik merupakan proses pengolahan tanpa melibatkan oksigen, sehingga dihasilkan gas metana dan karbondioksida. Proses secara anaerobik merupakan proses pengolahan yang kompleks karena melibatkan beberapa tahapan dengan proses yang melibatkan jenis mikroba yang berbeda pada setiap tahapannya.

Sistem anaerobik cocok jika diterapkan pada limbah yang mengandung komponen organik tinggi. Hal ini dikarenakan dengan proses secara anaerobik mampu dihasilkan degradasi komponen organik yang mencapai 90-95 %. Manfaat lainnya yaitu dihasilkan energi ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan industri berupa biogas (Moertinah 2010). Biogas yang dihasilkan dapat mensubstitusi bahan bakar yang digunakan dalam industri dengan tingkat konversi tertentu.

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dari proses anaerobik. Menurut Khanal (2008) konstituen biogas terdiri dari gas metana (60-75 %), karbondioksida (30-40 %), serta sejumlah gas lainnya seperti H_2 , H_2S , uap H_2O , dan N_2 . Karakteristik biogas yang dihasilkan tergantung dari kondisi proses yang dilakukan terutama tekanan dan suhu. Menurut Wagiman (2007), produksi gas tergantung dari kinerja bakteri metanogen yang dipengaruhi oleh pH, suhu,

kandungan nutrisi, faktor penghambat, dan waktu retensi.

Proses metabolisme anaerobik dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu hidrolisis, asidifikasi, dan metanasi (Romli 2010). Pada tahap hidrolisis, senyawa polimer didegradasi menjadi monomer yang kemudian oleh bakteri asidogenik dikonversi menjadi asam-asam organik pada tahap asidifikasi. Asam organik dalam bentuk asam asetat dikonversi menjadi gas metana dan CO_2 pada tahap metanasi. Tahap metanasi merupakan tahap yang dapat mereduksi COD air limbah paling tinggi. Pada temperatur dan tekanan standar 0,454 kg COD dapat menghasilkan 0,16 m^3 gas metana (Eckendfelder 1990). Studi dari USDA dan NSCS (2007) menunjukkan bahwa degradasi setiap kg COD secara anaerobik akan menghasilkan 0,39 m^3 CH_4 pada suhu 35 °C.

Proses pengolahan limbah cair baik secara aerobik maupun anaerobik harus dilakukan dalam kondisi yang optimum. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan proses yang optimum yaitu dengan melakukan karakterisasi kondisi operasi. Setiap unit dilakukan karakterisasi baik kondisi operasi maupun kinerjanya. Hasil karakterisasi dapat dijadikan parameter untuk penentuan unit yang belum optimum, sehingga dapat dioptimumkan dan permasalahan IPAL dapat diselesaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati kondisi operasi dan kinerja IPAL, menentukan kondisi terbaik pengolahan limbah cair pada unit penetralan dan aerasi, dan mengidentifikasi alternatif pengolahan limbah cair sari kurma.

METODE PENELITIAN

Proses penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu karakterisasi kondisi operasi IPAL, perbaikan proses unit IPAL, dan identifikasi alternatif solusi pengolahan limbah cair. penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) Karakterisasi kondisi operasi dan kinerja IPAL (jenis, dimensi, volume, waktu), (2) Analisis laboratorium dan pengolahan data (pH, COD, TSS, kekeruhan, warna, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4 , DO), (3) Perbaikan kondisi proses unit IPAL terutama unit penetralan dan aerasi, (4) Analisis laboratorium dan pengolahan data hasil perbaikan (pH, TSS, COD, dan kekeruhan), dan (5) Analisis alternatif pengolahan limbah cair dengan sistem anaerobik

Pada tahap karakterisasi dilakukan pengumpulan data sekunder terkait IPAL dari perusahaan, pengamatan kondisi operasi, serta pengukuran dimensi, volume dan kinerja setiap unit IPAL. Hasil karakterisasi dilakukan pengolahan data untuk menentukan unit IPAL yang belum optimum. Setelah dilakukan perancangan perbaikan, dilakukan proses perbaikan dengan mengidentifikasi keperluan perbaikan fisik, penentuan dosis kapur yang optimum, serta perancangan waktu aerasi 12, 16, 20, dan 24 jam. Proses pengujian parameter seperti COD, TSS, pH, fosfat, dan kekeruhan berdasarkan APHA 2005. Air limbah sari kurma dilakukan karakterisasi dan dilakukan identifikasi pengolahan, salah satunya dengan sistem anaerobik. Pada tahap ini dilakukan perhitungan potensi biogas

yang dihasilkan dan potensi penghematan, serta perhitungan kebutuhan reaktor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kondisi Operasi IPAL

Limbah cair yang diolah pada IPAL memiliki kandungan organik cukup tinggi. Air limbah industri sari kurma memiliki nilai COD 8500 mg/L, pH 3,86-5,20, BOD₅ 2540 mg/L, serta TSS 60-400 mg/L. Proses pengolahan dilakukan pada IPAL dengan tahapan penampungan, penetralan, aerasi, sedimentasi, dan filtrasi. Semua unit memiliki karakteristik kondisi operasi yang berbeda.

1. Penampungan

Air limbah yang dihasilkan dilakukan penampungan pada kolam dengan dimensi 2,0x1,0x0,9 m³ dengan volume kolam 2 m³. Debit yang dihasilkan mencapai 6-8 m³/hari. Derajat keasaman air limbah antara 4,7-5,2. Pada kolam penampungan dilakukan proses fisik yaitu pemisahan padatan seperti biji kurma dan ampas menggunakan saringan. Namun, pada kenyataan di lapangan masih terdapat padatan yang lolos saringan. Dalam hal ini diperlukan penggunaan saringan yang lebih rapat. Proses pemisahan padatan perlu dilakukan karena dapat memudahkan proses selanjutnya serta mengurangi dampak kerusakan pada unit proses selanjutnya (Metcalf and Eddy 2003).

2. Penetralan

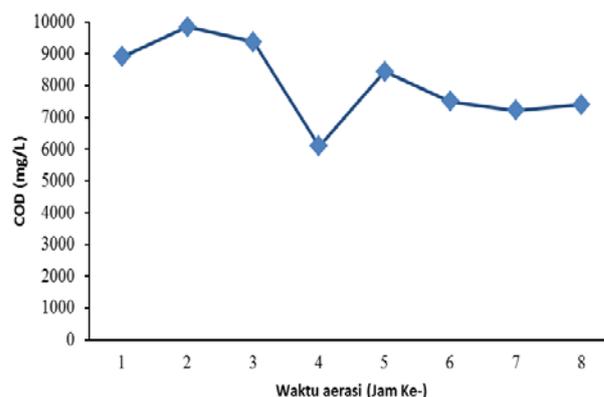
Air limbah memiliki pH yang rendah, sehingga diperlukan penetralan dengan menambahkan bubuk kapur. Proses penetralan dilakukan selama satu jam sampai kapur terlarut dan merata pada kolam berdimensi 5,00x2,45x1,25 m³ dengan volume kolam 15 m³. Proses penetralan yang dilakukan terlalu berlebihan yaitu dengan menambahkan 15-20 kg kapur, sehingga pH yang dihasilkan mencapai 9-10. Kondisi tersebut tidak baik karena mikroorganisme tumbuh pada pH netral sekitar 6,5-7,5 (Metcalf and Eddy 2003). Berdasarkan kondisi tersebut maka unit penetralan tidak memiliki proses yang optimum, sehingga perlu dilakukan perbaikan proses.

3. Aerasi

Proses aerasi dilakukan pada kolam berdimensi 7,12x2,11x1,75 m³ yang memiliki volume 26 m³ dengan penggunaan unit aerator sebanyak 38 unit yang terpasang pada dasar kolam. Proses aerasi dilakukan selama 6-10 jam dengan suplai udara dari blower. Oksigen terlarut (DO) pada kolam aerasi masih baik berkisar 1,2-4,3 mg/L. Menurut Indriyati dan Susanto (2009), kadar oksigen terlarut yang baik sekitar 1,5-4,0 mg/L, jika lebih dari 4 mg/L maka proses menjadi boros.

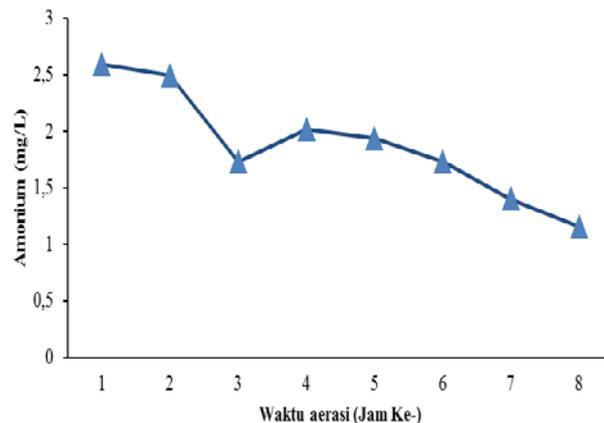
Degradasi COD (Gambar 1) berlangsung kurang baik karena nilai COD masih tinggi sebesar 7000 mg/L. Hal ini dikarenakan mikroorganisme tidak mampu mendegradasi kandungan organik akibat kondisi tidak baik. Karena pH air limbah terlalu basa (pH 9) maka mikroba tidak mampu tumbuh dan kecepatan degradasi

COD menjadi berkurang. Penurunan COD cukup baik pada empat jam pertama, namun karena pada jam kelima terjadi penambahan air limbah maka nilai COD kembali meningkat dan penurunan COD terjadi kurang baik.



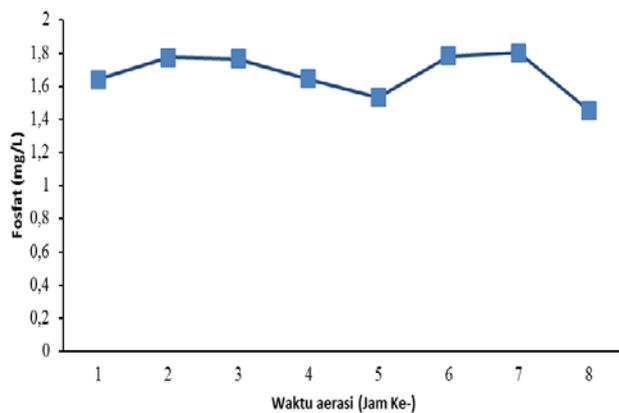
Gambar 1. Pengaruh waktu aerasi terhadap COD

Selama aerasi terjadi perombakan amonium melalui proses nitrifikasi (Gambar 2). Selama proses aerobik terjadi oksidasi NH₄⁺ menjadi NO₂, sehingga kandungan amonium akan berkurang dan nitrat akan meningkat. Peningkatan pada jam ketiga akibat adanya penambahan limbah cair. Penyisihan amonium disebabkan oleh mikroorganisme yang mendapat suplai oksigen dan makanan yang mencukupi untuk melakukan proses nitrifikasi (Widayat *et al.* 2010).



Gambar 2. Pengaruh aerasi terhadap amonium

Selama proses aerasi juga terjadi penurunan nilai fosfat (Gambar 3). Fosfat dalam air limbah terjadi penurunan selama aerasi dari 1,6 mg/L menjadi 1,3 mg/L. Hal ini disebabkan terjadi pemanfaatan ortofosfat untuk sintesis sel dan disimpan untuk kebutuhan dimasa mendatang, bersamaan dengan penyisihan senyawa organik. Kandungan fosfat yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan makroalga, plankton, dan koloni bakteri. Hal ini menyebabkan eutrofikasi yang diikuti oleh pertumbuhan alga (Nusa 2002). Kandungan fosfat selama aerasi masih tinggi akibat kondisi aerasi yang tidak baik.



Gambar 3. Pengaruh waktu aerasi terhadap fosfat

Proses degradasi komponen organik berlangsung kurang baik. Penurunan pH selama proses aerasi terlalu rendah karena terbentuknya asam-asam organik hasil perombakan oleh mikroorganisme. Hal ini menyebabkan pada proses aerasi terjadi penurunan pH dari 7,2 sampai 6. Proses aerasi selama 6-10 jam yang biasa dilakukan IPAL belum mampu menurunkan kandungan organik dalam limbah cair, sehingga diperlukan proses aerasi lebih lanjut.

4. Sedimentasi

Proses sedimentasi dilakukan pada kolam berdimensi 5,24x0,88x0,90 m³ sebanyak empat kolam dengan volume 5 m³. Proses sedimentasi dilakukan kurang dari satu jam, padahal idealnya proses sedimentasi dilakukan selama 1-2 jam (Indriyati dan Susanto 2009). Hal ini dikarenakan kapasitas kolam sedimentasi lebih kecil daripada volume limbah yang dialirkan. Akibatnya penurunan TSS dan komponen lain tidak terjadi dengan baik.

5. Filtrasi

Proses filtrasi dilakukan pada tangki filtrasi dengan menggunakan adsorben pasir silika dan arang aktif. Air hasil sedimentasi dialirkan ke filter pasir silika dilanjutkan ke filter arang aktif. Proses *backwash* hanya dilakukan pada awal proses dan pergantian adsorben tidak dilakukan secara teratur. Selain itu, tidak dilakukan pengaturan waktu tinggal air pada tangki filtrasi. Akibatnya air yang dibuang memiliki TSS cukup tinggi dan warna air masih berwarna coklat, sehingga memberikan kesan tidak baik.

Proses pembuangan dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke saluran air dan ke kolam ikan. Output limbah cair memiliki kualitas yang belum baik karena belum memenuhi baku mutu terutama pada parameter COD, dan pH. Nilai COD 2344 mg/L, pH 5,5, serta TSS 135 mg/L, sedangkan baku mutu COD (300 mg/L) dan pH (6-9).

Karakteristik IPAL menunjukkan bahwa beberapa unit belum memiliki kondisi pengolahan yang optimum. Unit penetralan terlalu basa, waktu aerasi cukup singkat, volume sedimentasi lebih kecil daripada volume limbah, perawatan adsorben kurang teratur, dan output yang melebihi baku mutu.

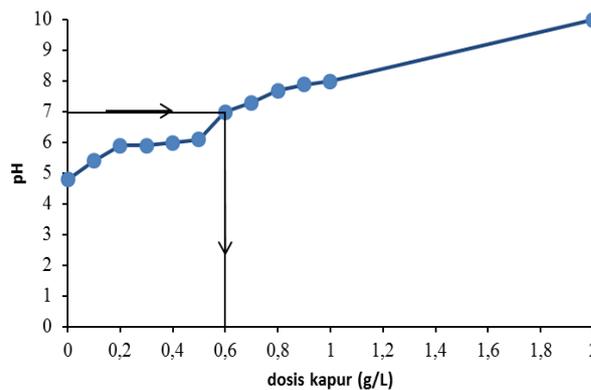
Perbaikan Kondisi Pengolahan Limbah Cair

Optimasi operasi IPAL merupakan proses menentukan kondisi operasi yang baik pada unit operasi pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil karakterisasi diperlukan perbaikan kondisi pengolahan pada unit yang belum optimum. Proses perbaikan kondisi pengolahan dilakukan pada unit penetralan dan aerasi, sedangkan unit lainnya hanya dilakukan perbaikan seperti pergantian adsorben dan saringan.

1. Perbaikan proses penetralan

Proses penetralan dilakukan dengan menambahkan kapur pada limbah cair yang memiliki pH rendah sekitar 4,7-5,2. Setelah penetralan dihasilkan pH netral 6,5-7,5 karena merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Penambahan kapur yang berlebih akan menghasilkan pH yang terlalu basa. Biasanya dilakukan penambahan kapur sebanyak 15-20 kg dengan pH yang dihasilkan 9-10.

Penentuan dosis kapur dilakukan dengan melakukan percobaan penambahan kapur pada air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur optimum (pH 7) pada dosis 0,6 g/L (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa jika air memiliki debit 8 m³/hari maka kebutuhan kapur sekitar 4,8-5,0 kg. Dengan demikian maka dapat dilakukan penghematan penggunaan kapur sebanyak 10-15 kg/hari.



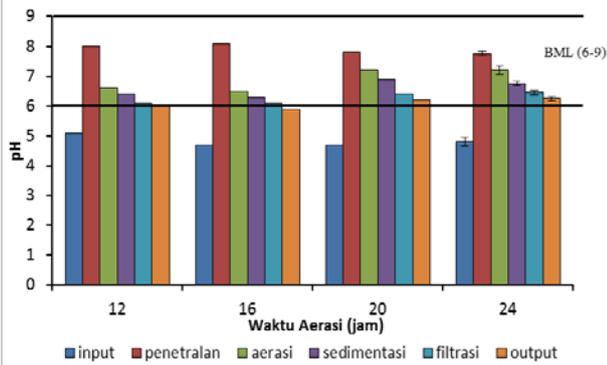
Gambar 4. Pengaruh dosis kapur terhadap pH

2. Perbaikan proses aerasi

Proses aerasi perlu dilakukan perbaikan kondisi pengolahan dikarenakan unit aerasi merupakan bagian terpenting dalam sistem biologi terutama secara aerobik. Menurut Metcalf and Eddy (2003), proses aerasi dengan suplai oksigen mampu menurunkan kandungan organik dalam air limbah hingga 90-95 %. Penggunaan waktu aerasi tergantung dari kandungan organik dalam limbah cair. Secara umum dilakukan selama 12-24 jam bahkan bisa mencapai 48 jam pada limbah tertentu.

Proses aerasi pada IPAL dilakukan selama 6-10 jam tetapi belum mampu menurunkan polutan terutama COD. Oleh karena itu dilakukan rancangan aerasi selama 12, 16, 20, dan 24 jam. Proses pengaturan waktu aerasi dilakukan pada waktu yang berbeda karena dilakukan pada hari dan kondisi air limbah yang berbeda.

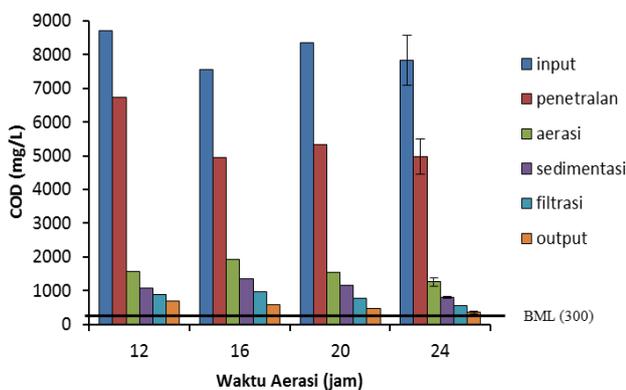
Hasil penelitian pengaturan waktu aerasi terhadap nilai pH menunjukkan hasil yang lebih baik (Gambar 5). Peningkatan waktu aerasi berdampak baik pada nilai pH. Dalam hal ini pH yang dihasilkan memenuhi baku mutu berada pada kisaran 6-9. Kondisi pH yang baik tercapai karena kondisi proses pengolahan sudah baik terutama pada proses penentralan.



Gambar 5. Pengaruh lama aerasi terhadap pH

Menurut Junaidi dan Hatmanto (2006), nilai pH menjadi faktor penentu dalam proses biologis karena pH mempengaruhi kinerja mikroorganisme dalam melakukan degradasi kondungan organik. Oleh karena itu, pH limbah cair harus dalam keadaan netral sebelum masuk ke kolam aerasi dan pada saat dibuang ke lingkungan.

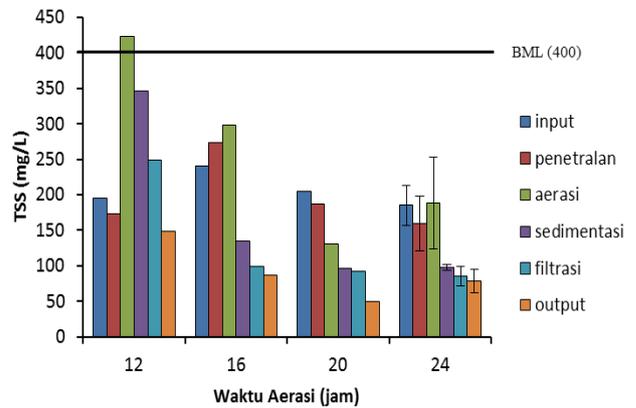
Peningkatan waktu aerasi berdampak positif pada nilai COD (Gambar 6). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatnya waktu aerasi dapat menurunkan nilai COD. Proses aerasi selama 24 jam menghasilkan COD 351 mg/L, sedangkan aerasi selama 12, 16, dan 20 jam masing-masing adalah 684, 582, dan 466 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut aerasi selama 24 jam mampu menurunkan COD 95,51 %, sedangkan aerasi 12, 16, dan 20 jam memiliki efisiensi degradasi masing-masing adalah 92,13 %, 92,31 %, dan 94,42 %. Tingginya efisiensi degradasi COD pada aerasi 24 jam masih belum mampu menghasilkan COD yang memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.



Gambar 6. Pengaruh lama aerasi terhadap COD

Hasil pada nilai TSS menunjukkan bahwa peningkatan waktu aerasi mampu menurunkan nilai TSS (Gambar 7). Peningkatan waktu aerasi menghasilkan TSS output yang memenuhi syarat baku mutu yaitu 400 mg/L. Degradasi TSS tertinggi (76,10 %) tercapai pada waktu aerasi 20 jam dengan nilai

TSS 49 mg/L, sedangkan pada 24 jam menghasilkan degradasi 57,57 % dengan TSS 79 mg/L. Secara umum, nilai TSS yang dihasilkan berkisar antara 49-150 mg/L. Nilai TSS yang baik dikarenakan proses perawatan adsorben dilakukan dengan baik dengan melakukan pembersihan dan penggantian setiap seminggu sekali. Tingkat degradasi TSS dapat ditingkatkan jika proses sedimentasi ditingkatkan dan perawatan adsorben pada filtrasi dapat ditingkatkan.

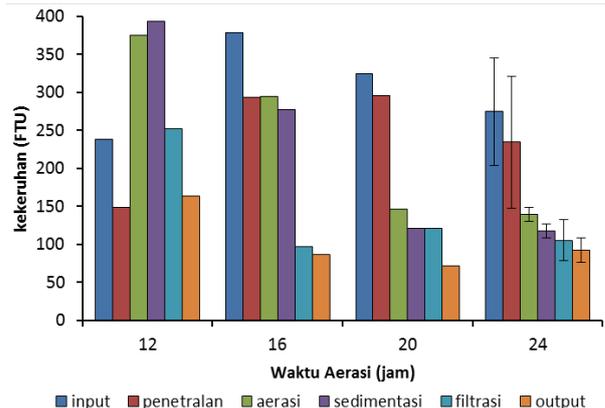


Gambar 7. Pengaruh lama aerasi terhadap TSS

Pada proses aerasi terjadi peningkatan nilai TSS. Hal ini dikarenakan terjadi pencampuran antara lumpur yang terbentuk dengan air. Adanya padatan terlarut yang tinggi menandakan pembentukan bakteri dengan ditandai juga dengan perubahan warna suspensi menjadi lebih pekat atau lebih gelap (Romli *et al.* 2004).

Nilai TSS menurun setelah proses aerasi berlangsung. Hal ini dikarenakan Pengurangan TSS dapat dicapai 54 % setelah aktivitas aerobik mesofilik pada lumpur aktif (Tyagi dan Shang 2012). Selain itu, sebagian padatan tersuspensi akan terendapkan dan tersaring pada proses penyaringan.

Peningkatan waktu aerasi menghasilkan nilai kekeruhan yang lebih baik (Gambar 8). Nilai kekeruhan yang dihasilkan berkisar antara 70-170 FTU. Semakin kecil nilai kekeruhan maka semakin baik air tersebut. Proses aerasi 20 jam menghasilkan kualitas air buangan dengan nilai kekeruhan paling kecil. Nilai parameter kekeruhan tidak terdapat dalam baku mutu, namun perlu dikendalikan agar air limbah yang dibuang ke lingkungan terlihat baik secara estetika.



Gambar 8. Pengaruh lama aerasi terhadap kekeruhan

Analisis Alternatif Pengolahan Limbah Cair

Alternatif pengolahan limbah cair diperlukan jika sistem pengolahan yang telah dilakukan belum mampu menghasilkan output air limbah yang memenuhi syarat baku mutu. Berdasarkan studi sebelumnya, diperlukan alternatif pengolahan limbah cair sari kurma yang memiliki kandungan organik tinggi (COD \pm 9000 mg/L). Alternatif yang digunakan adalah pengolahan dengan sistem anaerobik. Pemilihan sistem anaerobik dilakukan karena limbah cair sari kurma memiliki kandungan organik yang cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi berupa biogas. Menurut Moertinah (2010), limbah cair yang memiliki kandungan organik tinggi cocok jika dilakukan pengolahan dengan sistem anaerobik. Dikarenakan akan dihasilkan efisiensi pengolahan yang tinggi dan dihasilkan gas CH₄ sebagai sumber energi atau dikenal dengan biogas.

Biogas merupakan gas yang sifatnya mudah terbakar dan berasal dari proses penguraian bahan organik secara anaerobik (tanpa oksigen) oleh bakteri atau mikroorganisme dengan melalui beberapa tahapan proses. Sekitar 0,2 m³ biogas dapat diperoleh dengan mendegradasi 1 kg COD air limbah (Hariastuti dan Sari 2011). Biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif dalam industri. Menurut Hasanudin (2006), setiap 1 m³ biogas dapat menggantikan 0,46 kg elpiji.

Analisis perhitungan potensi terlihat pada Tabel 1. Dengan menggunakan asumsi tingkat produksi 0,39 m³ CH₄/kg COD, degradasi COD 70 %, dan kadar metana dalam biogas sekitar 65 % dapat dihasilkan biogas sebanyak 26,46 m³/hari. Dengan melakukan konversi nilai biogas dalam bentuk bahan bakar elpiji maka dapat dihasilkan elpiji sebesar 12,17 kg. Dengan demikian dapat dilakukan penghematan biaya elpiji sebesar Rp 89.522 per hari.

Tabel 1. Perhitungan Potensi Produksi Biogas Limbah Cair Sari Kurma

	Nilai	Satuan	Keterangan
Buah Kurma	1	Ton	Produksi per hari 1 ton kurma
COD dalam limbah cair	63	kg COD	Q = 7 m ³ /hari COD = 7.000 - 10.000 mg/L, rata-rata 9.000 mg/L
Potensi:			
Metana (CH ₄)	17,20	m ³ CH ₄	Tingkat konversi: 0,39 m ³ CH ₄ /kg COD (USDA dan NSCS 2007) Eff.=70 % (Tipikal untuk sistem kolam)
Biogas	26,46	m ³ Biogas	Kadar metana: 65 % vol.
	12,17	kg gas elpiji	1 m ³ biogas = 0,46 kg gas elpiji (Hasanudin 2006)
Pengehematan biaya bahan bakar	89.522	Rp	Harga gas elpiji: Rp 7.355 /kg (Anonim 2012)

Berdasarkan analisis perhitungan tersebut dapat dihasilkan biogas sebagai energi alternatif yang cukup tinggi. Untuk menghasilkan biogas tersebut dibutuhkan reaktor yang dihitung dengan persamaan:

$$V_n = S_o \cdot Q / \text{VOLR} \text{ dan } V_r = V_n / e$$

Dimana:

S_o : konsentrasi COD limbah (kg/m³)

Q : debit limbah (m³/hari)

VOLR : *Volumetric Organic Loading Rate* (kg COD/m³.hari)

V_n : Volume nominal (m³)

V_r : Volume reaktor (m³)

e : faktor efektifitas volume reaktor

Berdasarkan analisis perhitungan tersebut maka reaktor yang dibutuhkan sistem anaerobik pada debit 8 m³ dan COD 9000 mg/L serta VOLR 7 kg COD/m³.hari adalah 12 m³. Besarnya volume limbah dipengaruhi oleh debit dan besarnya VOLR yang digunakan. VOLR atau *Volumetric Organic Loading Rate* merupakan laju pembebanan yang diberikan pada reaktor. Besarnya laju pembebanan tergantung jenis reaktor yang digunakan (Metcalf and Eddy 2003).

Desain reaktor yang digunakan sebagai alternatif adalah jenis UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). Teknologi UASB sudah banyak dikembangkan dan dapat digunakan untuk mengolah berbagai macam air limbah industri, seperti industri penyulingan, produksi makanan dan minuman, penyamakan dan lain-lain (Van Lier 2008). Menurut Moertinah (2010), teknologi UASB memiliki keuntungan utama yaitu membutuhkan investasi yang lebih rendah dibandingkan dengan *anaerobic filter* atau *fluidized bed*. Namun kerugiannya adalah waktu *start up* cukup lama bersamaan dengan kebutuhan pembentukan butiran lumpur dalam jumlah yang cukup.

Teknologi UASB sudah dilakukan pengujian pada limbah industri gula dengan pembebanan 22,5 kg COD/m³.hari dan waktu tinggal 6 jam dihasilkan efisiensi degradasi 94 % (Moertinah 2010). Studi Wagiman (2007), reaktor UASB termasuk *high-rate reactor* dan memiliki efisiensi tinggi, yaitu 70-90 %, waktu tinggal hidrolis rendah, kebutuhan energi kecil, tidak memerlukan media, serta teknologinya sudah teruji. Dengan melihat data tersebut maka teknologi UASB dapat diterapkan pada limbah cair sari kurma.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Semua unit IPAL memiliki kondisi pengolahan yang kurang baik, seperti proses penetralan terlalu basa, waktu aerasi cukup singkat, volume sedimentasi *overload*, dan perawatan adsorben tidak teratur. Limbah cair yang dibuang belum memenuhi baku mutu yang disyaratkan.

Perbaikan proses pengolahan pada penetralan menghasilkan dosis kapur optimum adalah 0,6 g/L dengan penghematan 10-15 kg/hari. Peningkatan waktu aerasi menghasilkan kualitas air buangan lebih baik dan memenuhi baku mutu limbah cair, kecuali parameter COD yang masih diatas baku mutu yang disyaratkan. Waktu aerasi terbaik adalah selama 24 jam dengan degradasi COD tertinggi mencapai 95,51 %.

Alternatif solusi yang dapat diberikan adalah dengan pengolahan secara anaerobik dengan reaktor tipe UASB. Potensi biogas yang dihasilkan mencapai 26,46 m³/hari dengan penghematan elpiji Rp 89.522 per hari. Kebutuhan reaktor untuk sistem tersebut sebesar 12 m³.

Saran

Lumpur yang dihasilkan pada kolam aerasi tidak dibuang seluruhnya supaya dapat dimanfaatkan sebagai starter pada proses aerasi berikutnya. Teknologi anaerobik dapat diterapkan dengan mengetahui degradasi COD menjadi gas metana pada limbah cair sari kurma. Lumpur dapat dimanfaatkan sebagai kompos dengan proses penghilangan air pada lumpur terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 2005. 21th *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Ariani NM, Tjahjono HP, Ni Nyoman ACD, Bowo H, dan Sumardi. 2010. Pengambilan logam berat Ni pada limbah cair industri sorbitol secara biologis. *J Ris TPPI* 1(2): 149-158.
- Eckenfelder WW. 1990. *Industrial Water Pollution Control* 2nd Ed. New York: McGraw-Hill.
- Hariastuti H dan Sari IRJ. 2011. Penerapan teknologi ramah lingkungan pada pemanfaatan hasil purifikasi biogas memberikan nilai tambah pada IKM tahu. *J Ris TPPI* 1(4): 288-295.
- Hasanudin U. 2006. Present status and possibility of biomass effective used in Indonesia. *Proceeding: sustainable society achievement by biomass effective used*. Jakarta: EBARA Hatakeyana Memorial Fund.
- Indriyati dan Susanto JP. 2009. Pengolahan limbah cair industri minuman ringan. *J Tek Ling* 10 (1): 85-89.
- Junaidi dan Hatmanto BPD. 2006. Analisis teknologi pengolahan limbah cair pada industri tekstil (studi kasus PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta). *J Pres* 1(1):1-6.
- Khanal SK. 2008. *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production: principles and applications*. USA: A John Willey & Sons, Ltd., Publication.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. Singapura: McGraw-Hill Company.

- Moertinah S. 2010. Kajian proses anaerobik sebagai alternatif pengolahan air limbah industri organik tinggi. *J Ris TPPI* 1(2):104-114.
- Nusa IS. 2002. Teknologi Pengolahan limbah cair dengan proses biologis. *J Tek Pengolahan Limbah Cair*: 79-147.
- Perez M, Rodriguez CR, Romero LI, Sales D. 2006. Performance of anaerobic thermophilic fluidized bed in the treatment of cutting-oil wastewater. *J Biotech* 98: 3456-3463.
- Romli M, Suprihatin, Sulinda D. 2004. Penentuan nilai parameter kinetika lumpur aktif untuk pengolahan air lindi sampah (*leachate*). *J Tek. Ind. Pert.* 14(2): 56-66.
- Romli M. 2010. *Teknologi Penanganan Limbah Anaerobik*: Bogor: TML Publikasi, IPB.
- Tyagi VK dan Shang LL. 2012. Enhancement in mesophilic aerobic digestion of waste activated sludge by chemically assisted thermal pretreatment method. *J Biores Tech* 119: 106-113.
- USDA and NSCS. 2007. An Analysis of Energy Production Costs from Anaerobic Digestion Systems on U.S. Livestock Production Facilities. Technical Note No. 1, Issued October 2007.
- Van Lier JB. 2008. High rate anaerobic wastewater treatment: diversifying from end of pipe treatment to resource oriented conversion techniques. *J Wat Scie and Tech- WST* (58.8.8): 1137-1148.
- Wagiman. 2007. Identifikasi potensi produksi biogas dari limbah cair tahu dengan reaktor *upflow anaerobic sludge blanket* (UASB). *J Biotek* 4 (2): 41-45.
- Widayat W, Suprihatin, Herlambang A. 2010. Penyisihan amoniak dalam upaya meningkatkan kualitas air baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan proses biofiltrasi menggunakan media plastik sarang tawon. *J Air Indonesia* 6 (1): 64-75.