

ANALISIS KARAKTERISTIK AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DAN ALTERNATIF PROSES PENGOLAHANNYA BERDASARKAN PRINSIP-PRINSIP TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Yonathan Suryo Pambudi, Cicik Sudaryantiningsih, Gabriella Geraldita

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Surakarta, Indonesia

Email: ysp@uks.ac.id, mamanyaaldo@gmail.com, gabriellagrltd@gmail.com

Abstrak

Proses pembuatan tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kebutuhan air bersih dan debit air limbah dalam satu hari, mengukur nilai parameter air limbah (BOD₅, COD, TSS, pH, temperatur/suhu air) dan membandingkannya dengan baku mutu, serta menentukan alternatif proses pengolahan air limbah berdasarkan prinsip-prinsip teknologi tepat guna. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik dengan data primer hasil pengujian laboratorium limbah cair berdasarkan kondisi lapangan (SNI 6989.59:2008 bagian 59). Teknik analisis data digunakan deskriptif statistik dengan tabulasi dan distribusi frekuensi serta grafik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sisa produksi dari 204 kg kedelai menghasilkan ± 3.840 liter air limbah dengan debit air limbah harian dalam sekali produksi diperkirakan sebesar 18,8 m³/ton. Berdasarkan pengujian laboratorium air limbah didapatkan bahwa parameter TSS, temperatur/suhu, dan debit telah memenuhi baku mutu, namun parameter BOD₅, COD, dan pH belum memenuhi baku mutu sehingga perlu diolah agar tidak mencemari lingkungan. Melalui prinsip teknologi tepat guna sebagai proses alternatif dalam pengolahan air limbah tahu dengan melakukan kombinasi proses pengolahan anaerobik dan aerobik, dapat diwujudkan proses pengolahan air limbah tahu yang pemakaian listriknya sedikit, mudah dalam pengoperasiannya, serta kualitas *effluent* nya bagus sehingga dapat diterima oleh masyarakat khususnya pemilik usaha industri tahu Dele Emas maupun pelaku usaha industri tahu lainnya yang ada di sentra industri tahu kampung Krajan, Mojosongo, Surakarta.

Kata Kunci: limbah cair; kedelai; tahu; teknologi tepat guna

Abstract

The process of making tofu produces two types of waste, namely solid waste and liquid waste. The purpose of this study was to analyze the need for clean water and discharge of wastewater in one day, measure the value of wastewater parameters (BOD₅, COD, TSS, pH, temperature / water temperature) and compare them with quality standards, and determine alternative wastewater treatment processes based on the principle -principles of appropriate technology.

How to cite:	Pambudi, Y. S., Sudaryantiningsih, C., & Geraldita, G. (2021). Analisis Karakteristik Air Limbah Industri Tahu dan Alternatif Proses Pengolahannya Berdasarkan Prinsip-Prinsip Teknologi Tepat Guna. <i>Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia</i> 6(8). http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i8.3739
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

This study used a descriptive analytic method with primary data from laboratory testing results of liquid waste based on field conditions (SNI 6989.59: 2008 section 59). The data analysis technique used descriptive statistics with tabulations and frequency distributions and graphs. The results of this study indicate that the remaining production of 204 kg of soybeans produces $\pm 3,840$ liters of wastewater with an estimated daily wastewater discharge of 18.8 m³ / ton. Based on laboratory testing of wastewater, it was found that the TSS, temperature/temperature, and discharge parameters had met the quality standards, but the parameters of BOD₅, COD, and pH had not met the quality standards so they needed to be processed so they didn't pollute the environment. Through the principle of appropriate technology as an alternative process in tofu wastewater treatment by combining anaerobic and aerobic processing processes, a tofu wastewater treatment process can be realized which uses little electricity, is easy to operate, and has good effluent quality so that it can be accepted by the community, especially the owner. Dele Emas tofu industry business as well as other tofu industry players in the tofu industry center in Krajan village, Mojosongo, Surakarta.

Keywords: liquid waste; soybeans; tofu; appropriate technology

Pendahuluan

Tahu telah menjadi konsumsi masyarakat luas, baik sebagai lauk maupun sebagai makanan ringan. Tahu adalah ekstrak protein kedelai yang telah digumpalkan dengan asam, ion kalsium, atau bahan penggumpal lainnya (Suyanto, 2016). Pembuatan tahu membutuhkan alat khusus, yaitu untuk menggiling kedelai menjadi bubur kedelai. Dasar pembuatan tahu adalah melarutkan protein yang terkandung dalam kedelai dengan menggunakan air sebagai pelarutnya (Purwaningsih, 2007). Setelah protein tersebut larut, diusahakan untuk diendapkan kembali dengan penambahan bahan pengendap sampai terbentuk gumpalan-gumpalan protein yang akan menjadi tahu (Indrasti & Fauzi, 2009). Proses pembuatan tahu biasanya dilakukan secara sederhana di sentra-sentra industri tahu yang banyak tersebar di seluruh Indonesia, salah satunya adalah sentra industri tahu yang ada di kampung Krajan, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.

Menurut (Indrasti & Fauzi, 2009), pada proses produksinya, selain menghasilkan tahu sebagai produk utama, kegiatan ini juga menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat, limbah cair dan gas. Limbah padat berasal dari ampas tahu dan limbah ini dapat digunakan sebagai pakan ternak, kerupuk, kembang tahu, oncom dan tempe gembus, sedangkan limbah cair berasal dari proses pencucian dan perebusan tahu. Limbah gas berupa asap berasal dari penggunaan bahan bakar kayu atau serbuk gergaji yang digunakan dalam proses perebusan atau menggoreng tahu.

Permasalahan dalam produksi tahu adalah pada limbah cair yang dihasilkan terutama bila dibuang langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu (Said, 2019). Salah satu penelitian yang dilakukan oleh PUSTEKLIM menunjukkan bahwa konsentrasi bahan-bahan organik seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD) di dalam

limbah cair industri tahu cukup tinggi yakni berkisar antara 4.000–12.000 ppm dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) antara 2.000–10.000 ppm, serta mempunyai keasaman yang rendah yakni pH 4-5 (Sudjarwo & Tanaka, 2014). Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan resiko yang dapat ditimbulkan dari limbah cair industri tahu tersebut adalah dengan cara mengolah terlebih dahulu limbah tahu sebelum dibuang ke lingkungan melalui instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Saat ini beberapa industri tahu yang ada di Kampung Krajan ada yang telah mempunyai IPAL sendiri maupun terkoneksi ke IPAL komunal sederhana dengan sistem anaerobik untuk menurunkan berbagai macam parameter pencemar yang terkandung dalam limbah tahu seperti BOD₅, COD, TSS, temperatur, pH, namun diantara beberapa industri tahu yang telah memiliki IPAL sendiri atau tersambung ke IPAL komunal ternyata masih banyak industri tahu lainnya yang belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sendiri atau belum terkoneksi dengan IPAL Komunal dan membuang limbah cairnya langsung ke badan-badan air yang ada di sekitar pabrik tersebut. Apabila kondisi ini terus terjadi maka akan sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air sungai (Sepriani & Kolengan, 2016), menimbulkan bau yang menyengat, serta dapat menurunkan kualitas lingkungan (Indriyati & Susanto, 2012) khususnya di Kota Surakarta, apalagi di Kota Surakarta selain sentra industri tahu, juga banyak terdapat sentra industri lain yang beragam seperti sentra industri batik di Kampung Batik Laweyan yang juga belum optimal dalam mengolah air limbah yang dihasilkannya dan berpotensi untuk mencemari lingkungan (Lolo, Pambudi, Gunawan, & Widiyanto, 2020). Demikian juga dengan air limbah rumah tangga (domestik) khususnya penggunaan deterjen untuk mencuci dan laundry yang berpotensi meningkatkan kandungan surfaktan di dalam air sungai, dimana surfaktan merupakan senyawa yang tidak mudah terurai serta dapat mengganggu proses pengolahan air minum jika air bakunya berasal dari sungai (Lolo & Pambudi, 2020).

Sebagai langkah antisipasi untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran air khususnya di Jawa Tengah, maka Pemerintah Propinsi Jawa Tengah telah mengeluarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 05 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yang di dalamnya (lampiran A) mengatur tentang batas maksimal nilai parameter pencemar yang terdapat dalam air limbah termasuk air limbah industri tahu yang masih diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan khususnya perairan.

Industri tahu Dele Emas adalah salah satu industri tahu skala kecil-menengah yang berada di sentra industri tahu di Kampung Krajan, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. Industri tahu Dele Emas ini dibangun di atas lahan seluas 109,6 meter persegi dan masih menggunakan teknologi yang sederhana dalam proses produksinya. Industri tahu ini menerapkan sistem sewa tempat dan memiliki tiga orang pengrajin tahu yang bekerja setiap harinya. Industri tahu Dele Emas adalah salah satu industri tahu di Kampung Krajan yang belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau terkoneksi pada IPAL komunal. Selama ini industri tahu Dele Emas juga belum pernah melakukan pemantauan dan pengukuran terhadap debit limbah cair yang dihasilkan dan juga belum pernah melakukan pengujian laboratorium terhadap

Analisis Karakteristik Air Limbah Industri Tahu dan Alternatif Proses Pengolahannya Berdasarkan Prinsip-Prinsip Teknologi Tepat Guna

limbah cair yang dibuang ke lingkungan, sehingga belum dapat diketahui secara pasti bagaimana kualitas, kuantitas, dan karakteristik limbah cairnya. Untuk dapat mengetahui secara pasti bagaimana kualitas dan karakteristik limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu tersebut tentunya perlu dilakukan pengujian laboratorium terhadap parameter-parameter pencemar yang terkandung di dalam limbah cair tersebut lalu membandingkannya dengan Baku Mutu Air Limbah Industri tahu yang terdapat dalam Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 05 tahun 2012 meliputi parameter: 1) temperatur (suhu); 2) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD₅); 3) *Chemical Oxygen Demand* (COD); 4) *Total Suspended Solids*; 5) pH; dan 6) Debit Maksimum.

Hasil pengujian laboratorium air limbah industri tahu Dele Emas dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana kualitas dan karakteristik air limbah industri tahu tersebut sehingga dapat digunakan untuk memprediksi dampak lingkungan yang ditimbulkannya, selain itu, data hasil pengujian laboratorium juga dapat digunakan sebagai dasar atau patokan dalam menentukan teknologi pengolahan air limbah yang akan digunakan serta untuk melakukan perhitungan teknis berkaitan dengan dimensi bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang diperlukan.

Saat ini banyak pelaku usaha industri tahu di sentra industri tahu kampung Krajan yang beranggapan bahwa proses pembangunan, operasional, dan perawatan IPAL berbiaya mahal serta membutuhkan lahan yang cukup luas sehingga banyak pelaku usaha belum atau tidak memprioritaskannya. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan suatu kajian terkait alternatif teknologi pengolahan air limbah industri tahu berdasarkan prinsip-prinsip teknologi tepat guna sebagai solusi untuk mengatasi pencemaran lingkungan khususnya air permukaan akibat air limbah tahu yang dibuang sembarangan ke badan air yang ada di sekitar industri atau pabrik tersebut. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian kebutuhan air bersih dan debit air limbah dalam satu hari, mengukur nilai parameter BOD₅, COD, TSS, pH, temperatur/suhu air limbah dan menentukan alternatif proses pengolahan air limbah yang cocok diterapkan untuk mengolah air limbah industri tahu Dele Emas tersebut berdasarkan prinsip-prinsip teknologi tepat guna.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Nisrina & Andarani, 2018) berupaya mengolah limbah cair industri tahu skala rumah tangga di Desa Puspipetek, Tangerang Selatan dengan cara memanfaatkan biogas yang diperoleh dari hasil proses pengolahan secara anaerobik dengan menggunakan digester. Dari hasil penelitian diketahui bahwa teknologi yang dipilih mampu memberikan manfaat positif yaitu adanya biogas yang dapat dimanfaatkan bagi masyarakat pelaku usaha industri tahu tersebut, namun demikian proses pengolahan limbah cair yang dilakukan hanya sebatas proses anaerobik saja sangat besar kemungkinannya jika *effluent* yang dihasilkan atau dikeluarkan dari reaktor digester biogas tersebut masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah khususnya jika ditinjau dari parameter BOD dan COD mengingat rendahnya efisiensi proses pengolahan anaerobik, sehingga masih ada tantangan lain yang harus diselesaikan untuk mencapai baku mutu hingga *effluent* tersebut aman jika dibuang ke lingkungan.

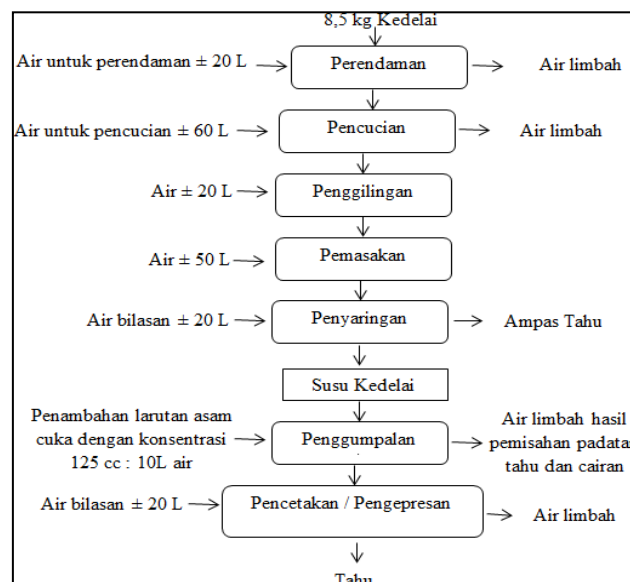
Berdasarkan pada hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan kajian terhadap opsi-opsi pemilihan teknologi lain yang sesuai dengan karakteristik industri tahu skala kecil hingga menengah agar proses pengolahan yang dilakukan dapat memberi manfaat positif, tepat guna, sekaligus dapat menjawab tantangan terkait kualitas *effluent* yang dihasilkan supaya dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah dan aman jika dibuang ke lingkungan. Hal ini dilakukan dengan mengkombinasikan antara proses pengolahan secara anaerobik dan aerobik untuk mendapatkan hasil dan manfaat terbaik dari proses pengolahan yang dilakukan.

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan survey lapangan dengan pengamatan dan pengumpulan data sampel limbah cair untuk pengujian laboratorium UPT laboratorium terpadu Universitas Sebelas Maret dengan menggunakan metode *grab sampling* atau metode sesaat. Metode pengambilan sampel ini dilakukan berdasarkan kondisi lapangan dan sesuai dengan prosedur SNI 6989.59:2008 bagian 59 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah yakni pengambilan pada industri yang tidak memiliki IPAL dengan proses *batch* berasal dari beberapa saluran pembuangan. Analisis data digunakan pengujian statistik deskriptif dengan tabel, grafik, dan bagan .

Hasil dan Pembahasan

Proses pembuatan dan detail kebutuhan air pada industri tahu Dele Emas untuk satu kali produksi dijelaskan dalam gambar 1 berikut ini:



Gambar 1
Penggunaan Air pada Proses Produksi Tahu di Industri Tahu Dele Emas, Krajan, Surakarta (Sumber: Hasil Observasi Lapangan)

Analisis Karakteristik Air Limbah Industri Tahu dan Alternatif Proses Pengolahannya
Berdasarkan Prinsip-Prinsip Teknologi Tepat Guna

Dari proses produksi di atas untuk satu kali produksi pengrajin membutuhkan air bersih sekitar ± 200 liter. Detail penggunaan air bersih dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1
Kebutuhan Air pada Proses Produksi Tahu per 8,5 kg Kedelai

Proses Pembuatan Tahu	Kebutuhan Air Bersih (Liter)
Perendaman	20
Pencucian	60
Penggilingan	20
Pemasakan	50
Penyaringan	10
Penggumpalan	10
Kebutuhan Lain-Lain	30
Jumlah	200

Pada tabel 1, dapat diketahui jumlah kebutuhan air bersih di industri tahu Dele Emas per satu kali masak adalah ± 200 liter dengan bahan kedelai 8,5 kg. Terdapat tiga pengrajin tahu yang setiap harinya memiliki jumlah produksi tahu yang berbeda. Perhitungan jumlah kedelai dan jumlah kebutuhan air bersih pada proses produksi tahu setiap harinya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2
Kebutuhan Air Bersih pada Proses Produksi Tahu Dalam Satu Hari

No	Nama Pengrajin	Jam Kerja	Jumlah Produksi per hari	Jumlah Kedelai	Total Kebutuhan Air Bersih
1.	Bp. Hardiman	07.00 – 18.00	± 10 kali	$10 \times 8,5 = 85$ kg	$10 \times 200L = 2.000$ L
2.	Bp.Sardi	12.00 – 17.00	± 4 kali	$4 \times 8,5 = 34$ kg	$4 \times 200L = 800$ L
3.	Bp.Sugeng	06.00 – 18.00	± 10 kali	$10 \times 8,5 = 85$ kg	$10 \times 200L = 2.000$ L
			± 24 kali masak	204 kg	± 4.800 L

Berdasarkan data dari tabel 2 diketahui bahwa dalam satu hari industri tahu Dele Emas membutuhkan ± 4.800 liter air bersih untuk memproduksi 204 kg kedelai menjadi tahu dari tiga orang pengrajin dengan total ± 24 kali produksi. Perkiraan air limbah yang dihasilkan dari proses produksi menurut pengamatan di lapangan adalah 80%, maka perhitungan menjadi $80\% \times 4.800$ L = ± 3.840 liter per 204 kg kedelai. Berdasarkan pada perhitungan tersebut maka debit air limbah industri tahu Dele Emas adalah:

$$\text{Debit Air Limbah} = \frac{3,84 \text{ m}^3}{0,204 \text{ ton}} = \mathbf{18,8 \text{ m}^3 / \text{ton}}$$

A. Hasil Analisis Karakteristik Air Limbah Industri Tahu Dele Emas

Uji sampel air limbah dilakukan mengacu pada SNI Metoda Pengambilan Air Limbah dengan cara *grab sampling* pada saat jam puncak produksi ketika semua pengrajin sedang memproduksi tahu. Hasil pengujian laboratorium selanjutnya

dibandingkan dengan baku mutu air limbah industri tahu yang terdapat dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 05 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk menilai karakteristik dan kualitas dari air limbah industri tahu Dele Emas tersebut. Hasil pengujian laboratorium dan baku mutu air limbah tahu disajikan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3
Perbandingan Hasil Pengujian Laboratorium dan Baku Mutu Limbah Industri Tahu

No.	Parameter	Hasil Analisa dan Uji Laboratorium	Baku Mutu Air Limbah Tahu	Satuan	Keterangan
1.	TSS	64	100	mg/L	Memenuhi Baku Mutu
2.	BOD ₅	2.290	150	mg/L	Belum Memenuhi Baku Mutu
3.	COD	7.904	275	mg/L	Belum Memenuhi Baku Mutu
4.	pH	2,65	6,0 – 9,0	-	Belum Memenuhi Baku Mutu
5.	Temperatur	36	38	°C	Memenuhi Baku Mutu
6.	Debit	18,8	20	m ³ /ton kedelai	Memenuhi Baku Mutu < 20 m ³ /ton

Berdasarkan pada tabel 3 dapat diketahui bahwa parameter TSS, temperatur/suhu, dan debit telah memenuhi baku mutu air limbah industri tahu yang ditetapkan oleh pemerintah, sedangkan parameter BOD₅, COD, dan pH belum memenuhi baku mutu air limbah, sehingga diperlukan suatu proses pengolahan air limbah yang mampu untuk menurunkan nilai parameter-parameter yang melebihi baku mutu tersebut sehingga aman bagi lingkungan. Sayangnya sampai dengan saat ini baik industri tahu Dele Emas dan juga sebagian besar industri tahu lainnya yang berada di sentra industri Krajan belum semuanya memiliki atau terkoneksi dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) baik skala individu maupun komunal sehingga air limbah masih dibuang begitu saja ke badan air yang ada di sekitarnya tanpa pengolahan sehingga sangat berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini terjadi karena adanya anggapan dari para pelaku usaha atau pemilik industri tahu bahwa proses pembangunan, operasional, dan perawatan IPAL berbiaya mahal serta membutuhkan lahan yang cukup luas sehingga banyak pelaku usaha belum atau tidak memprioritaskannya.

Pendapat tersebut tidaklah selalu benar. Apabila kita memilih proses dan teknologi yang tepat, maka biayanya jauh lebih rendah daripada teknologi yang telah dipakai di negara maju. Sumber daya manusia yang kompeten untuk menangani masalah air limbah sangat sedikit, maka proses pengolahannya harus sederhana dan mudah perawatannya. Penggunaan listrik atau energi juga harus hemat agar tidak terlalu membebani industri skala kecil dan menengah.

Ketersediaan lahan atau ruang pada industri kecil dan menengah juga sangat terbatas, sehingga IPAL harus hemat ruang, sehingga peralatan yang ringkas akan sangat membantu. Hal terakhir yang cukup penting adalah lumpur sisa proses pengolahan harus diupayakan sedikit mungkin untuk menghindari tambahan biaya pengolahan lumpur yang tinggi.

Mengingat industri tahu Dele Emas dan industri tahu lainnya di sentra industri tahu Krajan tergolong industri tahu skala kecil-menengah tentunya sangat membutuhkan suatu inovasi teknologi pengolahan air limbah yang tepat guna untuk mengatasi permasalahan atau tantangan riil yang dihadapi masyarakat tersebut.

B. Prinsip-Prinsip Teknologi Tepat Guna Dalam Pengolahan Air Limbah

Untuk menanggulangi permasalahan pencemaran air dan lingkungan di Indonesia, maka air limbah baik yang bersumber dari industri maupun rumah tangga harus diolah dengan baik, akan tetapi, di Indonesia pada umumnya teknologi pengolahan air limbah dianggap sebagai teknologi yang sangat mahal sehingga tidak terjangkau, jika seseorang mencoba membangun IPAL modern, mereka cenderung langsung memilih proses lumpur aktif, padahal teknologi pengolahan air limbah tidak selalu mahal dan juga terdapat berbagai pilihan teknologi lain selain lumpur aktif. Memang proses lumpur aktif adalah proses yang sejarahnya paling lama dan populer, tetapi pemakaian listiknya besar dan pengoperasiannya akan membutuhkan pengalaman khusus, selain itu proses lumpur aktif juga menghasilkan *excess sludge* yang banyak dan harus diolah lagi, sehingga pemakaian teknologi lumpur aktif lebih efektif jika dipakai oleh industri atau IPAL skala besar daripada industri atau IPAL yang berskala kecil karena kurang ekonomis dan kontrol operasionalnya lebih sulit (Said, 2006).

Kesalahan persepsi mengenai teknologi pengolahan air limbah seperti di atas mungkin berasal dari pola pandangan teknologi secara terpisah dari faktor-faktor yang bersangkutan dan cenderung memindahkan suatu teknologi secara langsung dari satu negara ke negara lain tanpa memikirkan faktor/ persyaratan yang berkaitan yang berbeda-beda untuk setiap daerah dan kasus. Sedangkan IPAL komunal di Indonesia, hanya proses anaerobik yang dipilih sebagai satu-satunya pilihan, padahal ada juga berbagai pilihan yang lain yang lebih baik. Memang proses anaerobik ada untungnya karena tidak membutuhkan listrik dan pengoperasiannya mudah, tetapi proses tersebut juga memiliki kekurangan karena membutuhkan lahan luas dan pada umumnya kualitas *effluent* belum memadai.

Teknologi tepat guna adalah suatu konsep atau *movement* dengan pola pemikiran yang memperhatikan dan mementingkan dinamisme antara teknologi dan persyaratan yang berkaitan. Persyaratan tersebut antara lain ada yang kondisi sosio ekonomis setempat, sumber daya manusia, infrastruktur, bahan yang tersedia, iklim, kebudayaan, dan lain sebagainya. Ada lagi persyaratan yang lebih *case specific* seperti kesediaan tanah untuk pembangunan IPAL, kondisi lingkungan sekitarnya, ketersediaan listrik, ketersediaan modal investasi, kualitas dan kuantitas *effluent*, dan lain sebagainya. Dengan mempertimbangkan kondisi Indonesia masa kini, secara

umum syarat-syarat yang diinginkan untuk teknologi pengolahan air limbah adalah antara lain:

1. Biaya bangunan dan pengoperasian rendah/ murah
2. Pengoperasian dan perawatan mudah atau sederhana
3. Pemakaian listrik sedikit
4. *Excess sludge* atau sisa lumpur yang dihasilkan sedikit
5. Hemat tempat/ *space* (tergantung kondisi)
6. Kualitas *effluent* bagus atau sesuai baku mutu

Kita tidak dapat mengatakan suatu teknologi pengolahan air limbah termasuk teknologi tepat guna apabila belum dikaitkan pada sedikitnya enam aspek di atas. Karena sebagian masyarakat Indonesia kondisi ekonominya masih relatif lemah, maka supaya pengolahan air limbah dapat diterapkan secara luas di masyarakat sangat diharapkan biaya bangunan dan pengoperasiannya cukup rendah sehingga dapat diterima oleh masyarakat. Selain itu perkembangan sumber daya manusia masih terbatas, maka diharapkan pengoperasian dan perawatan IPAL tersebut relatif mudah.

Syarat 3 dan 4 (pemakaian listrik sedikit dan *excess sludge* yang dihasilkan sedikit) merupakan kebutuhan untuk memenuhi syarat 1 dan 2 (biaya bangunan dan pengoperasian rendah serta pengoperasian dan perawatan mudah). Agar biaya pengoperasiannya rendah maka pemakaian listrik harus diupayakan seminimal mungkin dan *excess sludge* dari proses biologis juga diharapkan sedikit. Kalau *excess sludge* nya sedikit, maka otomatis pengoperasian dan perawatan IPAL akan lebih mudah sehingga biaya pengoperasian dan perawatan akan lebih murah. Untuk kasus ketersediaan tanah atau lahan untuk pembangunan IPAL yang terbatas, maka penghematan lahan dan pembangunan IPAL komunal adalah hal penting yang harus dipertimbangkan.

C. Kombinasi Proses Anaerobik-Aerobik Sebagai Alternatif Solusi Pengolahan Air Limbah Tahu Berdasarkan Prinsip Teknologi Tepat Guna

Negara tropis seperti Indonesia memiliki keuntungan mempergunakan proses anaerobik karena temperatur atmosfer rata-rata tinggi dan stabil, maka mikroorganisme anaerob bisa hidup secara stabil dan aktif.

Sedangkan untuk proses aerobik seperti proses lumpur aktif pemakaian listrik relatif besar, dan juga menghasilkan *excess sludge* banyak, akan tetapi keuntungannya adalah kualitas *effluent* nya pada umumnya lebih baik daripada proses anaerobik. Tidak hanya mengurangi kandungan COD dan BOD₅ saja, proses aerobik mampu mengurangi kandungan bakteri terutama patogen dalam *effluent*, demikian juga agar konversi dari amonium ke nitrate terjadi, harus diolah dengan proses aerobik.

Perbandingan proses anaerobik dan aerobik dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4
Perbandingan Proses Aerobik dan Anaerobik

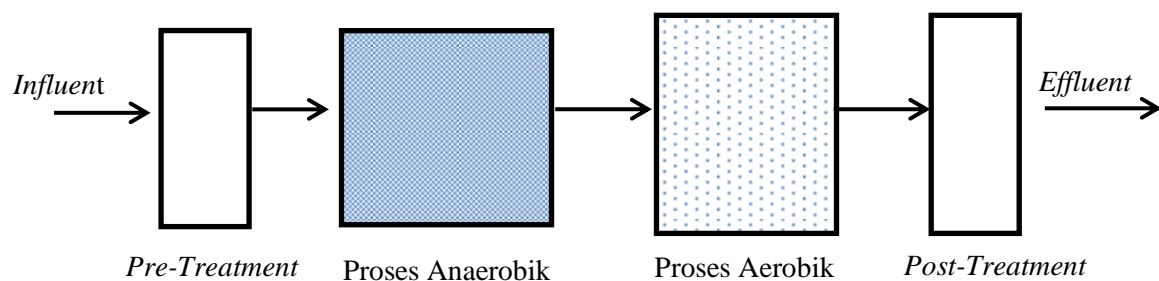
No	Item	Proses Anaerobik	Proses Aerobik
1	Pemakaian Listrik	Kecil	Besar
2	Penghasilan <i>Excess Sludge</i>	Kecil	Besar
3	Kualitas Efluen	Terbatas (pada umumnya)	Baik (pada umumnya)
4	<i>Organic Loading</i>	Besar	Kecil
5	<i>Start Up</i>	Lambat	Cepat
6	Kelebihan lain	Menghasilkan Gas Metana, Sesuai Iklim Tropis	-

Sumber: PUSTEKLIM (2014)

Berdasarkan pada tabel 4 dapat diketahui bahwa setiap proses anaerobik maupun aerobik memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing sehingga melalui kombinasi kedua proses pengolahan tersebut diharapkan dapat saling melengkapi sehingga proses pengolahan air limbah dapat menjadi lebih efektif dalam menghasilkan kualitas *effluent* yang sesuai baku mutu serta dapat diterima secara luas oleh masyarakat khususnya para pelaku usaha industri tahu.

Dengan mempertimbangkan plus dan minus dari proses anaerobik dan aerobik, maka proses kombinasi sistem anaerobik-aerobik dapat menjadi alternatif pilihan dalam merencanakan pembangunan IPAL baik di industri tahu Dele Emas maupun di industri-industri tahu lainnya yang ada di kampung Krajan terutama untuk menjawab permasalahan keterbatasan lahan, keterbatasan sumber daya manusia, serta keterbatasan biaya (pembangunan, operasional, dan perawatan IPAL). Pada kasus tertentu dimana banyak industri tahu yang tidak memiliki lahan yang cukup untuk pembangunan IPAL individual maka proses pengolahan air limbah secara komunal dengan sistem kombinasi anaerob-aerob juga dapat menjadi alternatif pilihan lain yang lebih efektif dan efisien yang dapat dilakukan secara kolektif oleh para pelaku usaha industri tahu untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

Proses kombinasi sistem anaerob-aerob yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2
Proses Kombinasi Sistem Anaerobik dan Aerobik

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa setelah proses *pre-treatment*, air limbah tahu dimasukkan ke proses anaerobik terlebih dahulu. Kemudian *effluent* dari proses anaerobik baru diolah dengan proses aerobik. Karena air limbah sudah diolah sampai tingkat tertentu dengan proses anaerobik, maka beban proses aerobik dapat dikurangi secara signifikan, maka unit pengolahan air limbah tersebut dapat dibuat kecil, sehingga pemakaian listriknya juga relatif lebih kecil. Sedangkan karena sudah diolah dengan proses aerobik maka kualitas *effluent* dari proses tersebut bagus dan siap dibuang tanpa mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Dengan kombinasi kedua proses tersebut, diharapkan dapat mewujudkan proses pengolahan air limbah tahu yang pemakaian listriknya sedikit, mudah dalam pengoperasiannya, serta kualitas *effluent* nya bagus sehingga dapat diterima oleh masyarakat khususnya pemilik usaha industri tahu Dele Emas maupun pelaku usaha industri tahu lainnya yang ada di sentra industri tahu kampung Krajan, Mojosongo, Surakarta.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sisa produksi dari 204 kg kedelai menghasilkan ± 3.840 liter air limbah dengan debit harian dalam sekali produksi diperkirakan sebesar $18,8 \text{ m}^3/\text{ton}$. Berdasarkan pengujian laboratorium diketahui bahwa parameter TSS, temperatur/suhu, dan debit air limbah tahu telah memenuhi baku mutu, namun parameter BOD_5 , COD, dan pH belum memenuhi baku mutu sehingga perlu diolah agar tidak mencemari lingkungan.

Melalui prinsip teknologi tepat guna sebagai proses alternatif dalam pengolahan air limbah tahu dengan melakukan kombinasi proses pengolahan anaerobik dan aerobik, dapat diwujudkan proses pengolahan air limbah yang pemakaian listriknya sedikit, mudah dalam pengoperasiannya, serta kualitas *effluent* nya bagus sehingga dapat diterima oleh masyarakat khususnya pemilik usaha industri tahu Dele Emas maupun pelaku usaha industri tahu lainnya yang ada di sentra industri tahu Kampung Krajan, Mojosongo, Surakarta.

BIBLIOGRAFI

- Indrasti, Nastiti Siswi, & Fauzi, Anas Miftah. (2009). *Produksi bersih*. Bogo: PT Penerbit IPB Press.
- Indriyati, Indriyati, & Susanto, Joko Prayitno. (2012). Unjuk Kerja Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Biologi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(2), 159–168. [Google Scholar](#)
- Lolo, Elvis Umbu, & Pambudi, Yonathan Suryo. (2020). Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Industri Tekstil Secara Koagulasi Flokulasi (Studi Kasus: IPAL Kampung Batik Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3), 1090–1098. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2072> [Google Scholar](#)
- Lolo, Elvis Umbu, Pambudi, Yonathan Suryo, Gunawan, Richardus Indra, & Widiyanto, Widiyanto. (2020). Pengaruh Koagulan PAC dan Tawas Terhadap Surfaktan dan Kecepatan Pengendapan Flok Dalam Proses Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1295–1305. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i4.2315> [Google Scholar](#)
- Nisrina, Hanifah, & Andarani, Pertiwi. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih Di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan–BPPT. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 139–140. [Google Scholar](#)
- Purwaningsih, Eko. (2007). *Cara Pembuatan Tahu dan Manfaat Kedelai*. Jakarta: Ganeca Exact. [Google Scholar](#)
- Said, Nusa Idaman. (2006). Paket Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Yang Murah Dan Efisien. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1). [Google Scholar](#)
- Said, Nusa Idaman. (2019). *Tekhnologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. [Google Scholar](#)
- Sepriani, J. Abidjulu, & Kolengan, H. S. J. (2016). Pengaruh limbah cair industri tahu terhadap kualitas air sungai paal 4 Kecamatan Tikala Kota Manado. *Chem. Program*, 9(1), 29–33. [Google Scholar](#)
- Sudjarwo, Hermanto, & Tanaka, Nao. (2014). *Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah*. PUSTEKLIM: Yogyakarta. [Google Scholar](#)
- Suyanto, Agus. (2016). Kadar kalsium dan sifat organoleptik tahu susu dengan variasi jenis bahan penggumpal. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 3(2). [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Yonathan Suryo Pambudi, Cicik Sudaryantiningih, Gabriella Geraldita (2021)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

