



PENGARUH AKLIMATISASI LUMPUR AKTIF TERHADAP LIMBAH CAIR DARI PABRIK PANGAN

Nur Afiah^{1*}, Muhammad Rapi², dan Jamilah³

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Biologi, FTK, Universitas Islam Negeri Alauddin
Makassar, Indonesia

*E-Mail : nraini017@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5252>

Submit: 09-06-2022; Revised: 25-08-2022; Accepted: 20-10-2022; Published: 30-12-2022

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengetahui pengaruh lumpur aktif terhadap penurunan kadar polutan limbah cair; dan 2) mengetahui kombinasi antara lumpur aktif dan limbah cair agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *True Eksperimental Design* dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri atas 4 perlakuan dengan 5 kali pengulangan sehingga terdapat 20 satuan unit. Perlakuan pertama sebagai kontrol yang berisi 100% limbah cair dari pabrik pangan, perlakuan kedua menggunakan 10 gram lumpur aktif dan 500 ml limbah cair pabrik pangan, perlakuan ketiga menggunakan 10 gram lumpur aktif dan 600 ml limbah cair pabrik pangan, dan perlakuan keempat menggunakan 10 gram lumpur aktif dan 700 ml limbah cair pabrik pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proses aklimatisasi lumpur aktif terhadap limbah cair pangan memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar polutan limbah cair pangan, terlihat dari menurunnya TSS (Total Suspended Solid) dari 3,68 mg/L menurun menjadi 1,34 mg/L pada perlakuan A, 1,3 mg/L perlakuan B, 1,32 mg/L pada perlakuan C, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dari 32,16 mg/L menurun menjadi 8,32 mg/L pada perlakuan A, 11,84 mg/L pada perlakuan B, dan 9,28 mg/L pada perlakuan C, dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dari 16,14 mg/L menurun menjadi 4,12 mg/L pada perlakuan A, 5,7 mg/L pada perlakuan B, dan 5,4 mg/L pada perlakuan C dan Pengaruh perlakuan lumpur aktif terhadap limbah cair nyata terlihat perlakuan A (10 gram lumpur aktif dan 500 ml limbah cair pangan) memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar polutan dari limbah cair pabrik pangan.

Kata Kunci: Aklimatisasi, Lumpur Aktif, Limbah Cair.

ABSTRACT: This study aims to: 1) Determine the effect of active sludge on reducing pollutant levels in liquid waste; 2) Knowing the combination of activated sludge and liquid waste in order to reduce environmental pollution. The type of research used is *True Experimental Design* research using a completely randomized design (CRD). This study consisted of 4 treatments with 5 repetitions so that there were 20 units. The first treatment was used as a control containing 100% liquid waste from food factories, the second treatment used 10 grams of activated sludge and 500 ml of food factory liquid waste, the third treatment used 10 grams of activated sludge and 600 ml of food factory liquid waste, and the fourth treatment used 10 grams activated sludge and 700 ml of food waste. The results showed that the process of acclimatization of activated sludge to liquid food waste had an effect on reducing pollutant levels of liquid food waste, as seen from the decrease in TSS (Total Suspended Solid) from 3.68 mg/L to 1.34 mg/L in treatment A, 1.3 mg/L treatment B, 1.32 mg/L in treatment C, COD (*Chemical Oxygen Demand*) from 32.16 mg/L decreased to 8.32 mg/L in treatment A, 11.84 mg/L in treatment B, and 9.28 mg/L in treatment C, and BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) from 16.14 mg/L decreased to 4.12 mg/L in treatment A, 5.7 mg/L in treatment B, and 5.4 mg/L in treatment C and the effect of activated sludge treatment on liquid waste was evident that treatment A (10 grams of activated sludge and 500 ml of food liquid waste) had a significant effect on reducing pollutant levels from food factory wastewater.

Keywords: Acclimatization, Activated Sludge, Liquid Waste.





PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sebuah sistem, dikatakan sistem karena aktivitas pendidikan terdiri dari beberapa komponen, yaitu pendidik, peserta didik, tujuan pendidikan, alat pendidikan, dan lingkungan pendidikan. Semua komponen yang terdiri dalam sistem pendidikan itu saling berhubungan, bergantung, dan menentukan antara satu dengan yang lainnya dan memiliki fungsi masing-masing untuk mencapai tujuan pendidikan (Saat, 2019). Terdapat dua prinsip pendidikan karakter yang terdapat di sekolah, yaitu: 1) nilai-nilai yang bermanfaat secara objektif yang disepakati secara universal yang wajib diajarkan di sekolah dan di tengah-tengah masyarakat; dan 2) sekolah juga harus membantu siswa memahami, menginternalisasi, dan bersikap berdasarkan nilai-nilai tersebut tidak hanya mengajarkan nilai-nilai tersebut. Salah satu nilai universal yang diajarkan di sekolah adalah perilaku peduli lingkungan (Hasnidar, 2019). Dengan adanya pendidikan lingkungan yang baik akan meningkatkan kualitas perilaku positif terhadap lingkungan karena dapat mewujudkan kesiapan mental peserta didik (Nurulloh, 2019).

Pengetahuan lingkungan merupakan bagian dari ilmu lingkungan yang diketahui tentang lingkungan alam, baik lingkungan biotik maupun abiotik. Pengetahuan lingkungan berfungsi untuk membedakan mana perilaku yang baik dan mana perilaku yang buruk terhadap lingkungan dan melalui pengetahuan lingkungan juga dapat menimbulkan kesadaran seseorang terhadap lingkungan (Sarkawi, 2015). Saat Indonesia ini mengalami proses transformasi ke arah masyarakat industri, dengan adanya pembangunan jangka panjang (pembangunan ekonomi) yang berpusat pada pembangunan industri. Selain menghasilkan produk, industri juga menghasilkan hasil sampingan berupa limbah yang apabila dibuang di lingkungan akan mengancam lingkungan hidup, kesehatan, dan kelangsungan hidup manusia (Rusda, 2015). Industri pangan merupakan salah satu industri terbesar dunia, industri pangan dinilai tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan tetapi tetap saja menimbulkan pencemaran untuk ekosistem jika tidak memperhatikan jangka panjangnya bagi lingkungan (Paramitadevi *et al.*, 2017).

Limbah merupakan segala sesuatu yang berupa sisa hasil buangan dari suatu kegiatan atau produksi yang tidak terpakai lagi. Limbah menurut jenisnya dapat dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Salah satu dari limbah tersebut adalah limbah cair yang merupakan limbah yang komposisinya dari bahan anorganik dan organik. Limbah yang diserap oleh tanah akan merusak kesuburan tanah dan juga sumber air yang berada di dalamnya. Jika kita mengkonsumsi segala sesuatu yang berada pada lingkungan yang tercemar maka akan membahayakan kesehatan tubuh seperti penyakit diare dan disentri (Widiyanto *et al.*, 2015). Untuk mengatasi permasalahan yang





disebabkan oleh limbah cair, maka proses pengolahan limbah wajib dilakukan sebelum limbah tersebut dibuang ke saluran air (Sudaryati *et al.*, 2012).

Lumpur aktif (*activated sludge*) merupakan proses pertumbuhan mikroba yang tersuspensi. Sistem ini pertama kali dilakukan pada awal abad ke-19 di Inggris, sejak saat itu proses ini dipakai berbagai belahan dunia sebagai sistem pengolahan air limbah domestik sekunder secara Biologi. Proses ini merupakan proses aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO₂ dan H₂O, NH₄, dan sel biomassa baru (Megasari *et al.*, 2012). Ada 3 tahapan dalam proses pengolahan limbah dengan menggunakan lumpur aktif yaitu, pembibitan (*seeding*), aklimatisasi, dan biodegradasi atau penguraian (Sudaryati *et al.*, 2012). Pembibitan atau *seeding* merupakan proses pertumbuhan mikroorganisme sebelum digunakan untuk mengolah limbah cair, setelah melalui tahapan *seeding* dilakukan proses aklimatisasi untuk penyesuaian lumpur aktif dengan limbah cair yang akan diolah (Mukhtar *et al.*, 2017).

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian makhluk hidup yang dikontrol ke lingkungan yang tidak terkontrol berupa kelembaban, suhu, dan cahaya. Pengembangbiakan mikroorganisme atau *seeding* berfungsi untuk menumbuhkan mikroorganisme sedangkan aklimatisasi merupakan proses adaptasi antara mikroorganisme dan air limbah yang akan diproses. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO₂, H₂O, NH₄, dan sel biomassa baru. (Megasari *et al.*, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian dengan menggunakan teknik lumpur aktif. Pada teknik ini, lumpur aktif dapat mengaklimatisasikan limbah cair dari beberapa industri makanan yang berarti dapat pula diterapkan pada limbah cair dari pabrik pangan. Diharapkan limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik ini dapat diolah melalui teknik aklimatisasi lumpur aktif sehingga pabrik dapat mengurangi bahan cemaran limbah di lingkungan pabrik.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan teknik penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan atau tindakan terhadap suatu kondisi tertentu. Penelitian ini menggunakan model eksperimen *True Eksperimental Design* karena desain penelitian ini bisa mengontrol semua variabel luar yang dapat mempengaruhi jalannya eksperimen atau penelitian (Sugiono, 2018). Penelitian ini juga menggunakan desain RAL (Rancangan Acak Lengkap). Rancangan Acak Lengkap adalah rancangan lapangan pada suatu lokasi yang homogen. Rancangan ini dikatakan acak karena setiap satu percobaan mempunyai peluang yang sama untuk mendapatkan perlakuan, sedangkan dikatakan lengkap karena seluruh perlakuan yang dirancang dalam percobaan tersebut digunakan.

Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah lumpur aktif dan limbah cair dari pabrik pangan.





Instrumen Penelitian

Untuk mengetahui kadar polutan dari limbah cair sirup DHT digunakan oven untuk mengukur partikel-partikel yang tersuspensi (TSS), DO meter untuk pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroba yang terkandung di dalam limbah cair (BOD), Statif, pipet ukur, dan karet penghisap untuk mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik di dalam air (COD), dan *furnace* atau tanur untuk pengukuran nilai VSS (*Volatile Suspended Solid*) lumpur aktif.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis nilai VSS (*Volatile Suspended Solid*), analisis nilai TSS (*Total Suspended Solid*), analisis nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*), analisis ANNOVA, analisis uji BNT (Beda Nyata Terkecil), dan analisis koefisien keragaman yang tujuannya untuk menjawab masalah pertama serta analisis uji efektivitas yaitu untuk menjawab masalah kedua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Anorganik Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Analisis VSS (*Volatile Suspended Solid*) Bibit Lumpur Aktif.

Sampel	Hasil Uji
Lumpur aktif pertama	7.56 ^{mg} / _L
Lumpur aktif kedua	6.76 ^{mg} / _L

Berdasarkan Tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai analisis VSS (*Volatile Suspended Solid*) pada lumpur aktif pertama sebesar 7,56 ^{mg}/_L, dan lumpur aktif kedua sebesar 6,76 ^{mg}/_L.

Tabel 2. Nilai Analisis TSS (*Total Suspended Solid*) Bibit Lumpur Aktif.

Sampel	Hasil Uji
Lumpur aktif pertama	3.654 ^{mg} / _L
Lumpur aktif kedua	4.734 ^{mg} / _L

Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai analisis TSS (*Total Suspended Solid*) pada lumpur aktif pertama sebesar 3,654 ^{mg}/_L, dan lumpur aktif kedua sebesar 4,734 ^{mg}/_L, ini membuktikan bahwa ada pertumbuhan mikroorganisme pada lumpur aktif ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian TSS (*Total Suspended Solid*).

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
A (500 ml)	1.4	1.2	1.4	1.5	1.2	6.7	1.34
B (600 ml)	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	6.5	1.3





C (700 ml)	1.5	1.2	1.2	1.4	1.3	6.6	1.32
Kontrol	3	3.1	3.1	3	3.2	15.4	3.68
Jumlah	7.2	6.9	7	7.1	7	35.2	7.64

Berdasarkan Tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah rata-rata penurunan TSS tertinggi terdapat diperlakuan A (500 ml) dan C(700 ml) dengan nilai masing-masing $1,34 \text{ mg/L}$ dan rata-rata terendah di perlakuan B (600) dari nilai TSS $1,32 \text{ mg/L}$, artinya ada pengaruh setelah diberi perlakuan lumpur aktif jika dibandingkan dengan nilai TSS kontrol $3,68 \text{ mg/L}$ dapat dilihat dari nilai efektivitas penurunan pada perlakuan A sebesar 63,58%, perlakuan B sebesar 64,67%, dan perlakuan C sebesar 64,13%

Tabel 4. Hasil Analisis Pengujian BOD (Biochemical Oxygen Demand).

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
A (500 ml)	8.8	8.8	8.8	8	7.2	41.6	8.32
B (600 ml)	12	12.8	8.8	16	9.6	59.2	11.84
C (700 ml)	8.8	8.8	14.4	6.4	8	46.4	9.28
Kontrol	32	32.8	32	32.8	31.2	160.8	32.16
Jumlah	61.6	63.2	64	63.2	56	308	61.6

Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata penurunan COD tertinggi terdapat diperlakuan B (600 ml) sebesar $11,84 \text{ mg/L}$, artinya ada pengaruh setelah diberi perlakuan lumpur aktif jika dibandingkan dengan nilai COD kontrol $32,16 \text{ mg/L}$. Rata-rata terendah di perlakuan A (500) dengan nilai COD $8,32 \text{ mg/L}$, ini membuktikan ada perbedaan nyata pada respon limbah cair terhadap lumpur aktif dan pemberian aerator pada masing-masing sampel berpengaruh dan dapat dilihat dari nilai efektivitas penurunan pada perlakuan A sebesar 74,12%, perlakuan B sebesar 63,18%, dan perlakuan C sebesar 71,14%.

Tabel 5. Hasil Pengujian BOD (Biochemical Oxygen Demand).

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rerata
	I	II	III	IV	V		
A (500 ml)	4.3	4.3	3.9	4.3	3.8	20.6	4.12
B (600 ml)	6	6.3	4.7	7.5	4	28.5	5.7
C (700 ml)	4.4	4.3	7.1	3.6	3.9	14.5	5.4
Kontrol	16	16.1	16.2	16.4	16	80.7	16.14
Jumlah	30.7	31	31.9	31.8	27.7	114.4	31.36

Tabel di atas menunjukkan jumlah rata-rata penurunan BOD tertinggi terdapat diperlakuan B (600 ml) sebesar $5,7 \text{ mg/L}$, artinya ada pengaruh setelah diberi perlakuan lumpur aktif jika dibandingkan dengan nilai BOD kontrol 16 mg/L . Rata-rata terendah di perlakuan A (500) dengan nilai BOD $4,12 \text{ mg/L}$, ini membuktikan ada perbedaan nyata pada respon limbah cair terhadap lumpur aktif dan pemberian aerator pada masing-masing sampel berpengaruh dan dapat dapat





dilihat dari nilai efektivitas penurunan pada perlakuan A sebesar 74,47%, perlakuan B sebesar 64,68%, dan perlakuan C sebesar 66,54%

Tabel 6. Hasil Analisis of Variance untuk TSS (Total Suspended Solid).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel (0,5)	Sign	BNt
Perlakuan	3	11,1	3.87	309.6	3.24	0.00	
Galat	16	0.02	0.0125				
Total	19	11.81					

Hasil analisis of variance untuk TSS (Total Suspended Solid) pada Tabel di atas menunjukkan bahwa $H_0 : \tau_i = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) ditolak dan $H_1 : \tau_i \neq 0$ (terdapat pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) diterima ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} (309,6) > F_{tabel} (3,24)$ yang berarti bahwa aklimatisasi lumpur aktif berpengaruh nyata terhadap limbah cair dari pabrik pangan

Tabel 7. Hasil Analisis of Variance untuk COD (Chemical Oxygen Demand).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel (0,5)	Sign
Perlakuan	3	1905.76	635.25	139.3	3.24	0.00
Galat	16	72.96	4.56			
Total	19	1978.72				

Hasil analisis of variance untuk COD (Chemical Oxygen Demand) pada Tabel di atas menunjukkan bahwa $H_0 : \tau_i = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) ditolak dan $H_1 : \tau_i \neq 0$ (terdapat pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) diterima ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} (139,3) > F_{tabel} (3,24)$ yang berarti bahwa aklimatisasi lumpur aktif berpengaruh nyata terhadap limbah cair dari pabrik pangan.

Tabel 8. Hasil Analisis of Variance untuk BOD (Biochemical Oxygen Demand).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel (0,5)	Sign
Perlakuan	3	937.5	312.5	73.7	3.24	0.00
Galat	16	67.88	4.24			
Total	19	1005.38				

Hasil analisis of variance untuk BOD (Biochemical Oxygen Demand) pada Tabel di atas menunjukkan bahwa $H_0 : \tau_i = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) ditolak dan $H_1 : \tau_i \neq 0$ (terdapat pengaruh perlakuan terhadap limbah cair) diterima ini dibuktikan dengan nilai $F_{hitung} (73,7) > F_{tabel} (3,24)$ yang berarti bahwa aklimatisasi lumpur aktif berpengaruh nyata terhadap limbah cair dari pabrik pangan.

Tabel 9. Hasil BNt untuk TSS (Total Suspended Solid).

Perlakuan	Rerata	BNt
A (500 ml)	1.34	1.34b
B (600 ml)	1.3	1.3a





C (700 ml)	1.3	1.3a
Kontrol	3.68	3.68c

Dari hasil pengujian BNt pada Tabel di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan B dan C sama-sama diikuti oleh huruf “a” artinya perlakuan B dan C tidak berbeda nyata pengaruhnya menurut BNt α . Kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan A dan Kontrol.

Tabel 10. Hasil BNt untuk COD (Chemical Oxygen Demand).

Perlakuan	Rerata	BNt	
A (500 ml)	8.32		8.32a
B (600 ml)	11.84	2.85	11.84b
C (700 ml)	9.28		9.28a
Kontrol	32.16		32.16c

Hasil pengujian BNt pada Tabel di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan A dan C sama-sama diikuti oleh huruf “a” artinya perlakuan A dan C tidak berbeda nyata pengaruhnya menurut BNt α . Kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan B dan Kontrol.

Tabel 11. Hasil BNt untuk BOD (Biochemical Oxygen Demand).

Perlakuan	Rerata	BNt	
A (500 ml)	4.12		4.12a
B (600 ml)	5.7	2.72	5.7a
C (700 ml)	5.4		5.4a
Kontrol	16.14		16.14b

Hasil pengujian BNt pada Tabel di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan A, B, dan C sama-sama diikuti oleh huruf “a” artinya perlakuan A, B, dan C tidak berbeda nyata pengaruhnya menurut BNt α . Ketiga perlakuan tersebut berbeda nyata dengan Kontrol.

Proses pengolahan limbah cair dengan menggunakan lumpur aktif adalah proses pengolahan air limbah dengan menggunakan biakan tersuspensi. Sebelum di aklimatisasikan dengan lumpur aktif, limbah cair didiamkan terlebih dahulu selama satu hari untuk proses stabilisasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aklimatisasi lumpur aktif adalah waktu pengolahan, sumber mikroorganisme, kadar oksigen terlarut, dan kondisi pH (derajat keasaman). Lama waktu pengolahan berpengaruh pada kesempatan mikroorganisme dalam melakukan dekomposisi pada limbah cair secara sempurna, jika waktu pengolahannya terlalu cepat akan mengakibatkan dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme akan kurang sempurna atau masih ada sisa bahan organik yang belum teruraikan oleh mikroorganisme, dan jika terlalu lama membuat kemampuan lumpur aktif menurun karena mikroorganismenya semakin berkurang. Pada pengolahan lumpur aktif memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi zat-zat organik yang terkandung di dalam limbah cair. Keragaman bakteri yang teridentifikasi pada proses pengolahan limbah menggunakan lumpur aktif yaitu *Bacillus sp*, *Acinebacter sp*, *Staphylococcus sp*, *Cardiobacterium sp*, dan *Mycoplasma sp* (Megasari *et al.*, 2012).





Penggunaan aerasi dapat meningkatkan kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah cair dan digunakan oleh mikroorganisme untuk berkembangbiak dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme untuk mendegradasi bahan anorganik dan organik dalam limbah cair. Derajat keasaman (pH) yang netral berarti proses pertumbuhan mikroorganisme juga netral sehingga mikroorganisme dapat mendegradasi bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair. Dalam proses mendegradasi, bakteri menghasilkan amoniak yang dapat menaikkan nilai derajat keasaman (pH) (Megasari *et al.*, 2012).

Hasil dari pengujian TSS setelah diberikan perlakuan menunjukkan penurunan, dapat diartikan bahwa lumpur aktif mempunyai pengaruh terhadap penurunan kadar TSS dari limbah cair pabrik pangan. Dilihat dari nilai rata-rata TSS Kontrol $3,68 \text{ mg/L}$ mengalami penurunan rata-rata dari tiap perlakuan yaitu perlakuan A(500 ml)= $1,34 \text{ mg/L}$, perlakuan B (600 ml)= $1,3 \text{ mg/L}$, dan perlakuan $1,32 \text{ mg/L}$. Hal tersebut disebabkan mikroorganisme menguraikan bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair, mikroorganisme juga menggunakan bahan organik yang tersuspensi untuk berkembangbiak. Hal ini didukung oleh pendapat bahwa bahan organik mengalami degradasi saat proses hidrolisis oleh mikroorganisme. Padatan tersuspensi selama proses hidrolisis berkurang karena telah terlarut (Putri *et al.*, 2012) dan didukung juga oleh pendapat (Megasari *et al.*, 2012) bahwa bakteri yang kemungkinan besar terdapat di limbah cair minuman yaitu *Bacillus sp*, *Acinebacter sp*, *Staphylococcus sp*, *Cardiobacterium sp*, dan *Mycoplasma sp*. Semakin besar penurunan TSS maka semakin besar pula proses degradasi bahan organik yang terjadi di dalam limbah cair juga semakin besar. Kemampuan mikroorganisme selama proses aklimatisasi dalam biodegradasi pada lumpur aktif cukup baik karena secara bertahap lumpur aktif dapat menyesuaikan dirinya terhadap air limbah dari pabrik pangan sehingga terjadi penurunan yang cukup signifikan. Ini dapat dilihat dari efektivitas penurunannya pada setiap perlakuan, untuk perlakuan A sebesar 63,58%, perlakuan B sebesar 64,67%, dan perlakuan C sebesar 64,13.

Hasil penelitian untuk pengujian COD setelah diberikan perlakuan menunjukkan penurunan dari nilai COD kontrol dengan $32,16 \text{ mg/L}$ mengalami penurunan dari dengan rata-rata tiap perlakuan yaitu perlakuan A(500 ml)= $8,32 \text{ mg/L}$, perlakuan B (600 ml)= $11,84 \text{ mg/L}$, dan perlakuan C (700 ml)= $9,28 \text{ mg/L}$. Penurunan nilai COD disebabkan karena adanya suplai oksigen yang didapatkan pada proses aerasi sehingga dapat menguraikan bahan organik melalui proses oksidasi. Proses aerasi ini juga meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik sehingga nilai COD dapat menurun. Bakteri menggunakan aerasi dan nutrisi sebagai sumber energi dan berkembangbiak dan semakin lama waktu proses koloni biomassa yang terbentuk maka kebutuhan oksigennya juga semakin banyak (kadar DO semakin kecil). Nilai COD umumnya lebih besar dari nilai BOD karena oksidator kuat dapat mengoksidasi seluruh materi organik termasuk senyawa kompleks (Rizaluddin & Purwati, 2016). Penurunan nilai COD ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme untuk





mengdegradasi bahan organik untuk kelangsungan hidupnya, penurunan ini memberikan hasil yang signifikan setelah dilakukan pengolahan menggunakan lumpur aktif, dapat dilihat dari efektivitas penurunannya pada masing-masing perlakuan yaitu untuk perlakuan A sebesar 74,12 %, perlakuan B sebesar 63,18%, dan perlakuan C sebesar 71,14%.

Hasil dari pengujian BOD setelah diberikan perlakuan menunjukkan penurunan dari nilai BOD kontrol $16,14 \text{ mg/L}$ mengalami penurunan dari paling tinggi tiap perlakuan yaitu perlakuan A(500 ml)= $4,12 \text{ mg/L}$, perlakuan B (600 ml)= $5,7 \text{ mg/L}$, dan perlakuan C (700 ml)= $5,4 \text{ mg/L}$. Penurunan ini disebabkan karena aerasi karena mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air limbah dan semakin lama proses aerasi ini dilakukan, maka kemampuan mikroorganisme dalam menguraikan zat-zat yang terdapat di dalam limbah cair juga akan baik. Oksigen merupakan penentu dalam sistem kerja lumpur aktif, karena kadar oksigen terlarut sangat kecil di dalam limbah cair makanya diperlukan tambahan oksigen berupa aerasi untuk memenuhi kebutuhan mikroorganisme. Hal ini didukung oleh pendapat (Anggraeni *et al.*, 2014) bahwa menurunnya kadar BOD disebabkan karena terjadinya proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme dan semakin meningkatnya kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi dan didukung juga oleh pendapat (Rizaluddin & Purwati, 2016) bahwa penurunan kadar oksigen terlarut menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dan enzim pada lumpur aktif yang sama-sama menggunakan oksigen untuk mengdegradasi bahan organik. Air yang bersih akan mengandung mikroorganisme yang sedikit, sedangkan untuk air tercemar mengandung banyak mikroorganisme yang akan mengkonsumsi lebih banyak oksigen dalam proses degradasi senyawa organik dan nutrient dalam waktu 5 hari, sehingga penurunan kadar oksigen terlarut menjadi sangat besar (Situmorang, 2017). Dari pengujian ini dapat dikatakan bahwa terdapat hasil yang signifikan, terlihat dari nilai BOD dari sebelum dilakukan proses pengolahan dan setelah dilakukan proses pengolahan dengan uji efektivitas pada masing-masing perlakuan, untuk perlakuan A penurunannya sebesar 74,47, perlakuan B sebesar 64,68, dan perlakuan C sebesar 66,54.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang terbaik di perlakuan A dengan kombinasi 10 gram lumpur aktif dan 500 ml limbah cair dari pabrik pangan, dapat dilihat dari nilai uji BNt α . Kemungkinan disebabkan karena adanya keseimbangan antara lumpur aktif dengan limbah cair sehingga terjadi degradasi dan pemberian oksigen yang cukup bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas metabolisme. Proses aerasi menghasilkan gelembung udara yang memenuhi oksigen, dan mengaduk mikroorganisme, substrat dan nutrient di dalam bak, pengadukan ini dapat membuat kontak antara semua partikel sehingga dapat membentuk flok dengan kerapatan, ukuran dan kekuatan yang optimum sehingga mudah untuk diendapkan dalam bak. Jika kebutuhan oksigen lebih besar dari pada suplai maka akan terjadi kondisi anearob, kondisi ini menyebabkan mikroorganisme tidak dapat berkembang dengan baik. Hal ini didukung oleh pendapat (Pang *et al.*, 2020)





mengatakan bahwa waktu aerasi dan kekuatan pengadukan mempengaruhi kinerja lumpur aktif, oleh karena itu kebutuhan oksigen harus seimbang dengan suplai oksigen. Proses aklimatisasi lumpur aktif dengan menggunakan mikroba dapat membantu proses biodegradasi air limbah yang terkontaminasi. Lumpur aktif yang diaklimatisasi juga menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi pada konsentrasi 500 mg/L (Kamali *et al.*, 2019).

SIMPULAN

Simpulan pada penelitian ini yaitu: 1) proses aklimatisasi lumpur aktif terhadap limbah cair dari pabrik pangan memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar polutan limbah cair, terlihat dari menurunnya TSS (Total Suspended Solid) dari 3,68 mg/L menurun menjadi 1,34 mg/L pada perlakuan A, 1,3 mg/L perlakuan B, 1,32 mg/L pada perlakuan C, COD (*Chemical Oxygen Demand*) dari 32,16 mg/L menurun menjadi 8,32 mg/L pada perlakuan A, 11,84 mg/L pada perlakuan B, dan 9,28 mg/L pada perlakuan C, dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dari 16,14 mg/L menurun menjadi 4,12 mg/L pada perlakuan A, 5,7 mg/L pada perlakuan B, dan 5,4 mg/L pada perlakuan C; dan 2) pengaruh perlakuan lumpur aktif terhadap limbah cair nyata terlihat perlakuan kedua (10 gram lumpur aktif dan 500 ml limbah cair pabrik pangan) memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar polutan dari limbah cair pabrik pangan dan dapat dilihat di pengujian BNt.

SARAN

Lumpur aktif ini dapat dijadikan metode dalam pengolahan limbah cair dari pabrik sirup DHT dan kepada pelaku industri agar kiranya dapat menjadi salah satu cara untuk mengelola limbah cair dengan menggunakan lumpur aktif agar tidak merusak lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang telah membesarkan, mendidik, dan membiayai penulis. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan mensupport penulis hingga pada tahap ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggraeni, D., Sutanahaji, A.T., dan Rahadi, J.B. (2014). Pengaruh Volume Lumpur Aktif dengan Proses Kontak Stabilisasi pada efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2), 6-12.
- Hasnidar, S. (2019). Pendidikan Estetika dan Karakter Peduli Lingkungan Sekolah. *Jurnal Serambi Ilmu*, 20(1), 97-110.
- Kamali, M., Gameiro, T., Costa, M.E., Capela, I., and Aminabhavi, T.M. (2019). Enhanced Biodegradation of Phenolic Wastewaters with Acclimatized





- Activated Sludge-A Kinetic Study. *ELSEVIER-Chemical Engineering Journal*, 378(1), 1-7.
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., dan Hadie, J. (2012) Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *Enviro Scienteeae*, 8(2), 89-110.
- Mukhtar, G., Iwan, R., Mina, N., dan Tintin, S. (2017). Pemanfaatan Nutrisi Terfermentasi untuk Penurunan Kadar COD/BOD Air Limbah Industri. *Jornal Industrial Servicess*, 3(1), 231-234.
- Nurulloh, E.S. (2019). Pendidikan Islam dan Pengembangan Kesadaran Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 7(2), 237-258.
- Pang, H., He, J., Ma, Y., Pan, X., Zheng, Y., Yu, H., Yan, Z., and Nan, J. (2020). Enhancing Volatile Fatty Acids Production from Waste Activated Sludge by a Novel Cation-Exchange Resin Assistant Strategy. *ELSEVIER-Chemical Engineering Journal*, 278(1), 1-45.
- Paramitadevi, Y.V., Nofriana, R., dan Yulisa, A. (2017). Penerapan Produksi Bersih dalam Upaya Penurunan Timbulan Limbah Cair di Pabrik Gula Tebu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Lingkungan*, 14(2), 54-61.
- Putri, P., Shovitri, M., dan Kuwytasari, N.D. (2012). Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 1(1), 23-26.
- Rizaluddin, A.T., dan Purwati, S. (2016). Potensi Selulase dan Pengaruh Laju Pembebanan pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Kertas Proses Lumpur Aktif. *Jurnal Selulosa*, 6(2), 83-94.
- Rusda, I.S. (2015). Pengawasan Pemerintah Daerah terhadap Pencemaran Limbah Industri Batik di Kota Pekalongan pada Tahun. *Journal of Politic and Government Studies*, 5(4), 21-30.
- Saat, S. (2019). Faktor-faktor Determinan dalam Pendidikan. *Jurnal Al-Ta'dib*, 8(2), 1-17.
- Sarkawi, D. (2015). Pengaruh Jenis Kelamin dan Pengetahuan Lingkungan terhadap Penilaian Budaya Lingkungan. *Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 16(2), 110-114.
- Situmorang, M. (2017). *Kimia Lingkungan*. Depok: Rajawali Press.
- Sudaryati, N.L.G., Kasa, I.W., dan Suyasa, I.W.B. (2012). Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar sebagai Bahan Lumpur Aktif dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan*, 3(1), 21-29.
- Sugiono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Widiyanto, A.F., Yuniarto, S., dan Kuswanto. (2015). Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246-254.

