

Efektivitas Jet Aerator dalam Pengolahan Limbah Cair Penyamakan Kulit (Effectiveness of Jet Aerator in Leather Tanning Wastewater Treatment)

Vincentia Veni Vera*, Anang Lastriyanto, Fajri Anugroho, Adi Sulianto, Wahyunanto Agung Nugroho

(Diterima Oktober 2023/Disetujui Mei 2024)

ABSTRAK

Kulit jadi sebagai bahan dasar pembuatan sepatu, tas, dompet, diolah melalui penyamakan guna menghilangkan urat daging dan bulu. Limbah cair mengandung kebutuhan oksigen kimiawi (COD), klorida, kromium, dan sulfida yang tinggi sehingga dapat memengaruhi mutu air sungai jika tidak diolah lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan di PT X di Kota Malang, yang pengolahan limbah cairnya dinilai kurang efektif dengan menggunakan aerator. Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah jet aerator untuk meningkatkan penyebaran oksigen pada proses aerasi. Tujuan penelitian adalah untuk menilai perubahan ciri limbah cair penyamakan kulit (pH, suhu, padatan tersuspensi total/TSS), dan COD) dan efektivitas penggunaan jet aerator pada metode aerasi pada pengolahan limbah cair penyamakan kulit. Aerasi dilaksanakan selama 3 hari. Perlakuan yang dilakukan ialah aerator+15 L (A15), jet aerator+15 L (JA15), dan jet aerator+20 L (JA20). Data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil. pH dan suhu sudah memenuhi baku mutu, sedangkan TSS dan COD belum. Hasilnya menunjukkan bahwa jet aerator+15 L (JA15) menurunkan karakteristik limbah cair penyamakan kulit maksimal pada hari ke-1, sedangkan pada perlakuan aerator+15 L (A15) dan jet aerator+20 L (JA20) penurunan karakteristik limbah maksimal pada hari ke-2. Perlakuan jet aerator+15 L (JA15) memberikan nilai efektivitas tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. COD menurun 49,2% dan TSS menurun 49,7%.

Kata kunci: jet aerator, limbah cair penyamak kulit

ABSTRACT

Finished leather, a primary material for making shoes, bags, and wallets, is processed through tanning to remove veins and feathers. Liquid waste contains a high demand for chemical oxygen (COD), chloride, chromium, and sulfide that can affect river water quality if not treated further. This research was conducted at PT X in Malang City, where liquid waste treatment using an aerator is considered less effective. The tool used in this study is a jet aerator to increase the spread of oxygen in the aeration process. The study aimed to assess changes in the characteristics of tanning liquid waste (pH, temperature, total suspended solids/TSS), and COD) and the effectiveness of using jet aerators in aeration methods in tanning liquid waste treatment. Aeration is carried out for three days. The treatment carried out is aerator + 15 L (A15), jet aerator + 15 L (JA15), and jet aerator + 20 L (JA20). The data were analyzed using Factorial Complete Randomized Design followed by the Smallest Significant Difference test. pH and temperature have met quality standards, while TSS and COD have not. The results showed that the jet aerator +15 L (JA15) decreased maximum tanning liquid waste characteristics on day 1. In contrast, aerator +15 L (A15) and jet aerator +20 L (JA20) decreased maximum waste characteristics on day 2. The jet aerator+15 L (JA15) treatment provides the highest effectiveness value compared to other treatments. COD decreased 49.2%, and TSS decreased 49.7%.

Keywords: jet aerator, leather tanning liquid waste

PENDAHULUAN

Investasi dalam sektor industri berbahan dasar kulit mencapai Rp7,6 triliun dan Indonesia menjadi negara kelima eksportir dunia dalam sektor industri alas kaki setelah Tiongkok, India, Vietnam, dan Brazil dengan pangsa pasar mencapai 4,4% di pasar internasional.

Jurusan Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.1, Malang 65145

* Penulis Korespondensi:

Email: vincentiavenive@student.ub.ac.id

Data diperoleh dari BPPi Kepala (Badan Penelitian dan Pengembangan Industri) pada akhir 2017.

Kulit hewan dijadikan bahan dasar pembuatan sepatu, tas, dompet, dan lain sebagainya, diproses melalui penyamakan (pengawetan) yang bertujuan menghilangkan urat daging dan bulu. Penyamakan terdiri atas proses fisika dan kimia yang menghasilkan limbah padat maupun cair (Hansen *et al.* 2021). Limbah padat berupa sisa-sisa bulu, kapur, serbuk, dan potongan kulit; limbah cair berupa cairan dengan kandungan kromium, kebutuhan oksigen kimiawi (COD), klorida, dan sulfida yang tinggi (Sawalha *et al.* 2020).

Limbah cair hasil industri mengandung bahan berbahaya yang tinggi sehingga akan memengaruhi mutu air dan lingkungan hidup. Limbah cair industri sebagian besar di buang ke badan air seperti sumur dan sungai. Pembuangan ini menyebabkan perubahan, yaitu perubahan fisik dan kerusakan infrastruktur pada badan air tersebut (Pakci *et al.* 2022). Air yang telah terkontaminasi oleh berbagai limbah akan merugikan kelestarian alam dan kesehatan manusia serta kelangsungan hidup makhluk biotik (Beulah *et al.* 2020). Limbah terutama limbah cair diolah dengan beberapa tahapan proses, utamanya adalah kombinasi proses fisik, kimia, dan biologi.

Pengolahan limbah cair penyamakan kulit pada umumnya menggunakan sistem IPAL (instalasi pengolahan air limbah) yang terdiri atas proses aerob dan anaerob. Proses aerob menggunakan metode aerasi. Metode aerasi digunakan untuk mensuplai udara untuk memenuhi kebutuhan oksigen terlarut dalam air sehingga mikroorganisme dapat menguraikan bahan organik (Murtazayev *et al.* 2022). Pada proses aerasi digunakan aerator untuk menambah udara dalam air limbah berupa gelembung-gelembung udara. Saat ini jenis aerator yang banyak digunakan ialah jet aerator. Prinsip kerja jet aerator adalah dengan menyemburkan gelembung udara yang mengandung oksigen berukuran mikro sehingga meningkatkan oksigen terlarut dalam air (Shukla *et al.* 2019). Daya tahan yang dimiliki jet aerator tergolong lebih tinggi jika dibandingkan dengan beberapa jenis aerator permukaan biasa sehingga dapat bertahan dalam kondisi yang ekstrem seperti kondisi dengan suhu yang tinggi atau konsentrasi garam yang tinggi. Selain itu, jet aerator memiliki desain yang lebih mudah dibongkar dan dibersihkan dibandingkan dengan

aerator permukaan biasa sehingga dapat memperpanjang masa pakai aerator. Untuk mengoptimalkan jet aerator, *nozzle* dan diameter aerator didesain sesuai dengan kebutuhan (Park *et al.* 2017). Pada penelitian ini diharapkan jet aerator memberikan hasil lebih efektif dibandingkan aerator pada umumnya dengan menganalisis perubahan pada karakteristik limbah cair penyamakan kulit (pH, suhu, TSS, dan COD) pada pengolahan limbah cair penyamakan kulit.

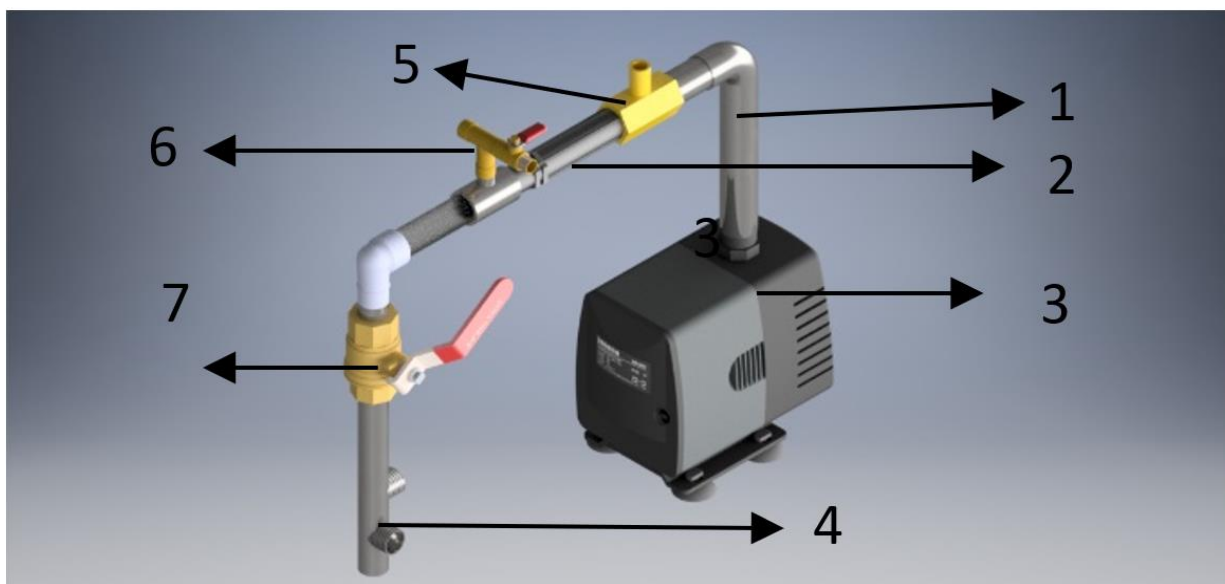
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat jet aerator rancangan Dr. Ir. Anang Latriyanto, M.Si, pH meter, termometer, TDS Meter, dan Hach Colorimeter dr900,. Bahan yang digunakan limbah penyamakan kulit dan reagen HR Digestion Vials.

Pengolahan Limbah

Limbah penyamakan (15 L dan 20 L) disaring menggunakan kain saring, lalu diolah menggunakan jet aerator. Tekanan yang digunakan 0,05 Mpa. Sebagai pembanding ialah aerator permukaan biasa dengan volume 15 L. Skema dari alat yang dirancang terdapat pada Gambar 1. Parameter yang diamati ialah pH, suhu, TSS, COD, dan BOD. Setiap perlakuan diulang 3 kali, diukur setelah 3 hari. Data diolah menggunakan RAKF, yaitu jenis aerator (aerator dan jet aerator) dan lama aerasi (0, 1, 2, dan 3 hari) kemudian diuji menggunakan ANOVA untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan dan analisis uji lanjut BNT. Prinsip alat jet aerator adalah proses aerasi yang ditambahkan jet untuk suplai oksigen



Gambar 1 Skema Alat jet aerator: (1) selang, (2) jet, (3) pompa, (4) output, (5) *diffuser*, (6) kran luaran, (7) kran pengatur tekanan.

serta *diffuser* untuk memperkecil ukuran gelembung udara yang dihasilkan. Proses aerasi merupakan proses memasukkan oksigen dari udara ke dalam larutan atau cairan sehingga kadar oksigen terlarut meningkat (Rosariawari *et al.* 2018).

pH

pH diukur menggunakan pH meter untuk membandingkan pH sebelum dan sesudah proses aerasi (Ramayanti *et al.* 2019).

Suhu

Suhu diukur menggunakan termometer sesuai dengan acuan SNI 06-6989,23-2004.

Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspend Solid, TSS*)

TSS ditetapkan berdasarkan SNI 6989.3:2019, yaitu melalui metode gravimetri. Limbah ditimbang dan padatan yang tidak lolos penyaringan (residu) dikeringkan dalam oven 103°C sampai 105°C hingga bobotnya konstan.

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand, COD*)

Hach Colorimeter dr900 dan drb900. HR 0–1500 mg/L, digunakan untuk menetapkan konsentrasi COD (Martini 2019).

Efektivitas Penggunaan Jet Aerator

$$\text{Efisiensi} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

a = Konsentrasi TSS dan COD sebelum diolah dari setiap perlakuan.

b = Konsentrasi TSS dan COD pada saat setelah diolah dengan setiap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah Cair Penyamakan Kulit

Produksi di PT X tidak menentu karena bergantung pada tingkat permintaan konsumen sehingga limbah cair yang dihasilkan memiliki karakteristik yang berbeda setiap harinya. Bentuk fisik limbah cair penyamakan kulit berwarna abu-abu pekat (Gambar 2) (H_0) serta berbau amis yang menyengat. Bau pada limbah cair penyamak kulit disebabkan oleh hidrogen sulfida, lemak, amonia, dan sisa potongan daging dan kulit yang membusuk (Pratiwi 2019). Karakteristik limbah cair yang digunakan sebelum pengolahan (awal) dalam penelitian ini (Tabel 1) mengindikasikan karakteristik limbah cair yang sangat tinggi dan melebihi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang baku mutu Air

Limbah Penyamakan Kulit, dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Air Buangan.

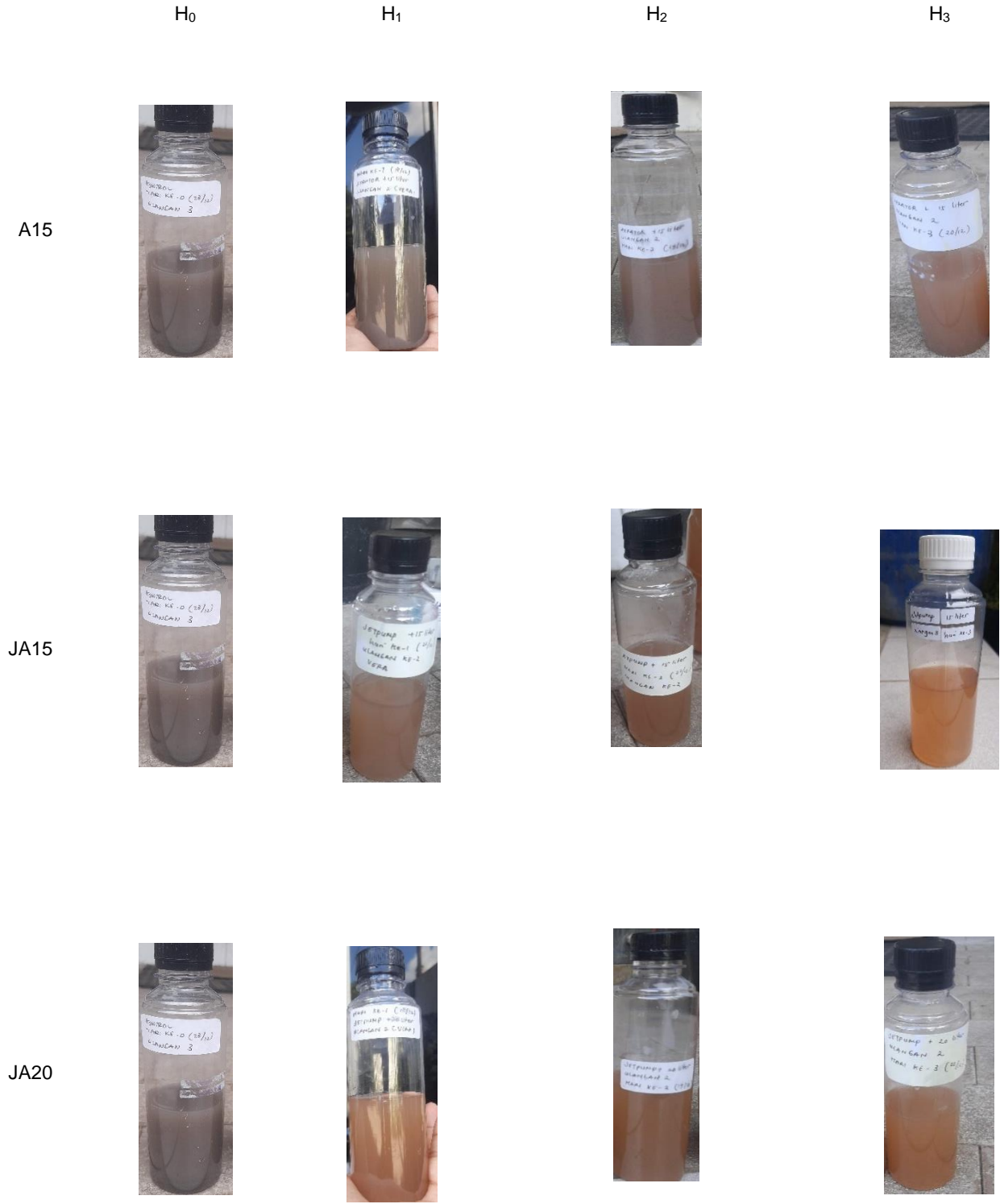
Data awal diambil sebanyak 3 kali pada saat pengambilan 1 (Kelompok 1) pabrik melakukan *liming* (pengapuran) sampai *crommium tanning* sehingga nilai TSS yang dihasilkan tinggi. Data pada kelompok 2 diambil pada saat pabrik sedang melakukan *crusting* (pengerasan). Sampel pada Kelompok 3 diambil pada saat *soaking* (perendaman) sampai tahap *liming*. pH yang tinggi disebabkan oleh penggunaan natrium format (HCOONa) pada proses penyamakan (Maghfirana 2019).

Pada Gambar 2 terdapat perubahan warna yang terjadi pada perlakuan aerator+15 L (A15), jet aerator+15 L (JA15), dan jet aerator+20 (JA20). Pada perlakuan aerator+15 L (A15), terjadi perubahan warna yang nyata pada hari ke-3, sedangkan pada perlakuan jet aerator+15 L (JA15) dan jet aerator+20 L (JA20) perubahan warna nyata terjadi pada hari ke-1. Perubahan warna disebabkan oleh proses aerasi; oksigen yang ditambahkan ke dalam limbah menyebabkan bakteri aerobik dapat menguraikan senyawa organik dalam limbah. Semakin tinggi jumlah senyawa organik yang terurai, limbah akan menjadi lebih jernih dan warnanya akan berubah menjadi lebih terang (Rusdiana *et al.* 2020).

pH

pH dipengaruhi oleh aktivitas hayati, yaitu proses respirasi dan fotosintesis pada mikroorganisme, suhu, serta jumlah ion-ion di dalam perairan (Yulis 2018). Semakin lama waktu retensi semakin meningkat perubahannya (Gambar 3). Pada perlakuan aerator+15 L (A15), pH berubah dari 7,95 sampai 8,27, dan pada perlakuan jet aerator+15 L (JA15) berubah dari 7,95 sampai 9,24, pada perlakuan jet aerator+20 L (JA20), pH berubah dari 7,95 sampai 8,57. Perubahan antara 6 dan 9 pada perlakuan JA20 pada hari ke-3 tidak memenuhi baku mutu. Anova yang digunakan memiliki tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) menunjukkan pengaruh jenis aerator dan lama retensi pada perubahan pH yang berbeda sangat nyata. Pada umumnya proses aerasi cocok digunakan pada pH antara 6,5 hingga 8,5. Penambahan oksigen menyebabkan respirasi aerobik oleh karbonat. Asam karbonat terdisosiasi menjadi ion H^+ dan ion HCO_3^- yang bereaksi membentuk ion karbonat (CO_3^{2-}) dalam keadaan sangat basa. Ini karena ion-ion ini bertindak sebagai penyangga basa dalam air sehingga menyebabkan pH naik. Hal ini menyebabkan pH limbah cair penyamakan kulit lebih tinggi saat diproses dengan menggunakan jet aerator dibandingkan dengan aerator permukaan air biasa (Kontsevoi *et al.* 2023).

Uji BNT menunjukkan pengaruh jenis aerator terbaik, yaitu perlakuan aerator+15 L (A15) (Tabel 2). Perlakuan dengan aerator permukaan biasa stabil karena suplai



Gambar 2 Perubahan warna limbah penyamakan kulit.

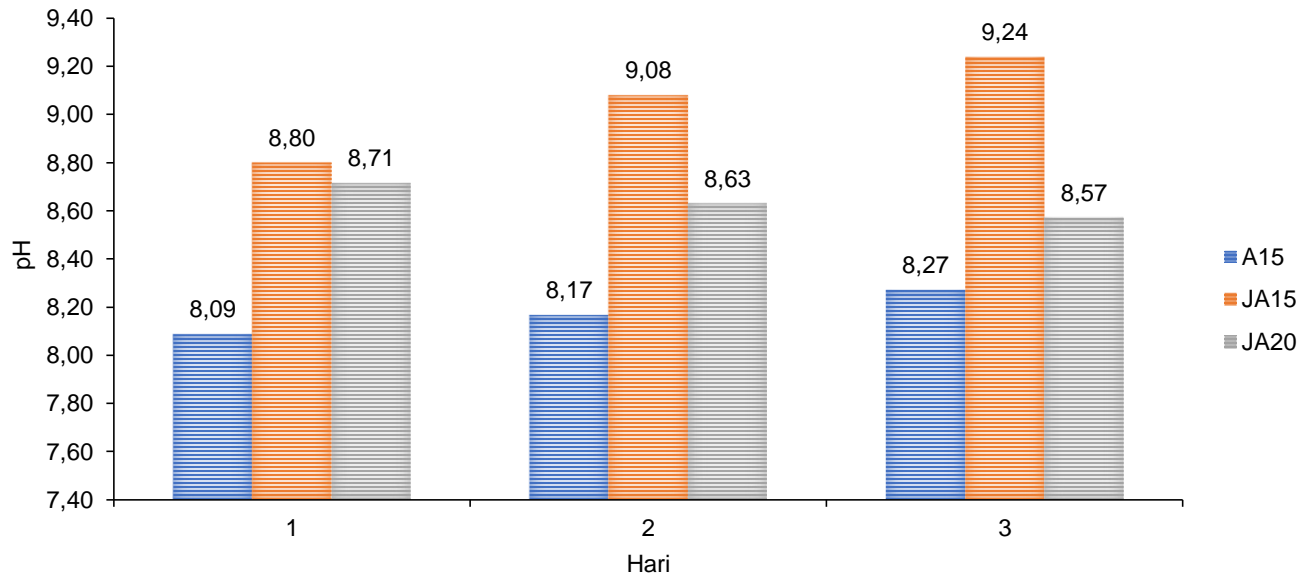
oksigen pada perlakuan JA15 dan JA20 menyebabkan kenaikan pH yang nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Kelarutan gas oksigen dalam air mengikuti hukum Henry, yang menyatakan bahwa semakin tinggi

Tabel 1 Karakteristik awal limbah cair penyamakan kulit

Parameter	Baku mutu	Rata-rata	Keterangan
pH	6–9*	7,95	M
Suhu (°C)	25–32*	29,67	M
TSS (mg/L)	300*	4386,67	TM
BOD (mg/L)	100*	1292,60	TM
COD (mg/L)	250*	3760,00	TM

Keterangan: TM = Tidak memenuhi dan M = Memenuhi.

Sumber: *Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 tahun 2014, ** Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI no 68 tahun 2016.



Gambar 3 Perubahan pH selama 3 hari. A15(Aerator+15L); JA15(Jet Aerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).

Tabel 2 Hasil Uji BNT pengaruh jenis aerator pada perubahan pH

Perlakuan	Rata-Rata
A15	8,12±0,24 ^a
J20	8,47±0,60 ^{ab}
J15	8,77±0,54 ^b

Keterangan: A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).

tekanan gas O₂ yang berkontak dengan permukaan badan air, semakin tinggi kelarutannya di dalam air (Ariadi *et al.* 2021). Kelarutan oksigen yang melebihi kebutuhan mikroorganisme akan menyebabkan terjadinya stres sehingga merusak sel dan menyebabkan kematian (Halliwell *et al.* 2015).

Suhu

Suhu sangat penting dalam memengaruhi aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme. Setiap jenis mikroorganisme memiliki rentang suhu optimal, suhu minimal, dan suhu maksimal yang berbeda-beda, bergantung pada jenis mikroorganisme dan sifat lingkungannya (Yuan *et al.* 2021). Perubahan suhu rerata pada perlakuan aerator+15 L (A15) selama 3 hari berturut-turut ialah 28,7°C, 28°C, dan 28°C (Gambar 4).

Perubahan suhu rerata pada perlakuan jet aerator+15 L (JA15) selama 3 hari berturut-turut ialah 34°C, 34,3°C, dan 32,7°C. Perubahan suhu rerata pada perlakuan jet aerator+20 L (JA20) selama 3 hari berturut-turut ialah 31,7°C, 32,7 C, dan 33,7°C. Baku mutu air limbah dan air buangan suhu yang diizinkan adalah 25–32°C.

Uji Anova menunjukkan pengaruh jenis aerator dan lama retensi pada perubahan suhu yang berbeda sangat nyata. Jet aerator menyebabkan suhu meningkat. Peningkatan suhu karena tekanan yang dihasilkan jet aerator yang cukup tinggi menyebabkan gesekan antara udara dan air dalam waktu yang lama dan terus-menerus. Volume bak air juga memengaruhi perubahan suhu yang terjadi semakin besar; transfer panas yang terjadi akan semakin lama sehingga suhu air menjadi stabil. Tekanan jet aerator sangat tinggi, tetapi volume air

dalam bak aerator besar, maka perubahan suhu yang terjadi akan lebih lambat dan tidak nyata (Wynn *et al.* 2020). Hal ini dapat dilihat pada perlakuan jet aerator+15 L (JA15); perubahan suhu yang terjadi lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya karena tekanan jet aerator tinggi dan volume air bak yang kecil. Suhu dan tekanan yang berkontak dalam air dapat memengaruhi konsentrasi oksigen terlarut (DO). Rosariawari *et al.* (2018) menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal, konsentrasi DO cenderung akan meningkatkan kandungan DO dan akan mengalami kejenuhan oksigen yang menyebabkan perubahan DO konstan dan menurun. Suhu akan menyebabkan mikroorganisme mati.

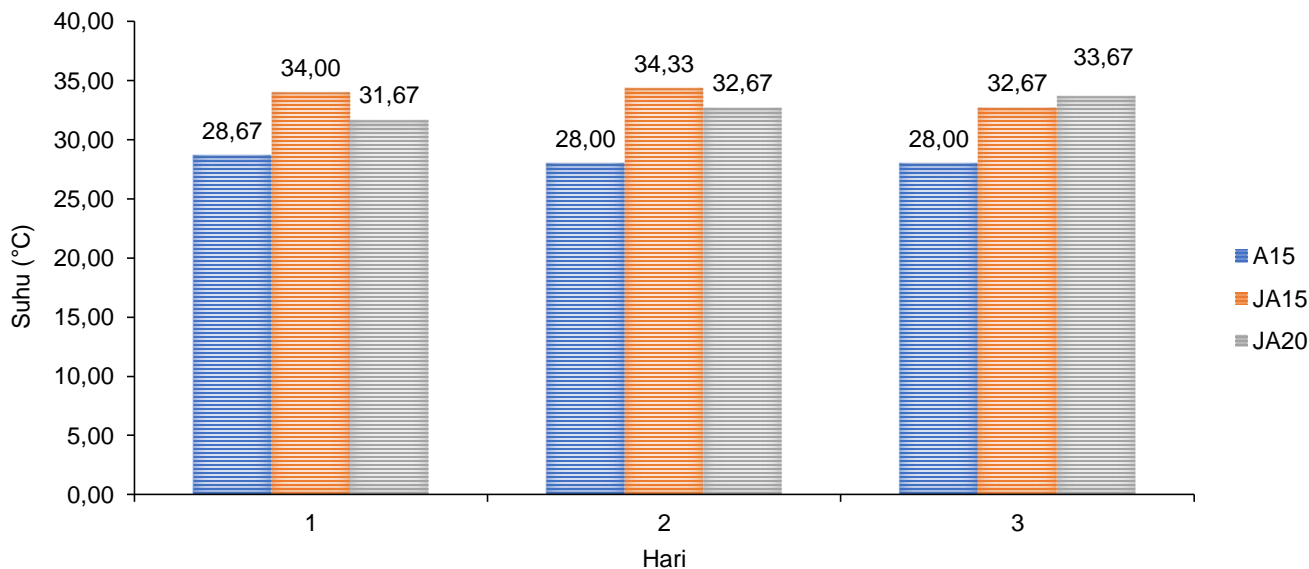
Uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan aerator+15 L (A15) memiliki nilai terbaik pada perubahan suhu (Tabel 3). Sesuai dengan peraturan, perlakuan A15 dan JA20 masih memenuhi baku mutu, yaitu 25–32°C. Suhu optimal untuk aktivitas bakteri pada umumnya berada dalam kisaran 25–35°C. Bakteri mesofilik mampu tumbuh dapat tumbuh optimum pada suhu 20–45°C, sedangkan bakteri alkalifilik pada suhu 25–45°C (Tortora 2023).

Padatan Tersuspensi Total (TSS)

Analisis TSS dimaksudkan untuk mengukur jumlah padatan tersuspensi pada suatu perairan (Rozali *et al.*

2016). Pada Gambar 5 diperlihatkan perlakuan aerator+15 L (A15) selama 3 hari, yaitu 3.716,67, pada hari ke-1, 1.697,33 pada hari ke-2, dan 3.850,00 mg/L pada hari ke-3. Rerata TSS perlakuan jet aerator+15 L (JA15) selama 3 hari ialah 235,34, 504,73, dan 545,66 mg/L. Nilai rerata TSS perlakuan jet aerator+20 L (JA20) selama 3 hari ialah 1412,02, 564,81, dan 2485,15 mg/L. Pada Perlakuan A15 dan JA20 penurunan TSS terendah terjadi pada hari ke-2, sedangkan perlakuan JA15 penurunan TSS terendah terjadi pada hari ke-1. Nilai TSS maksimal yang diizinkan adalah 100 mg/L; perlakuan JA15 pada hari ke-1 memenuhi baku mutu dibandingkan yang lainnya.

Jet aerator menghasilkan gelembung udara dan mengaduk air dengan kuat. Jet aerator dapat membantu mengurangi TSS dalam air dengan cara mempercepat pengendapan partikel-partikel padat. Saat gelembung udara yang dihasilkan oleh jet aerator naik ke permukaan air, gelembung-gelembung tersebut membawa sejumlah partikel padat ke permukaan air, kemudian partikel padat tersebut mengendap ke dasar kolam atau tempat aerasi. Selain itu, jet aerator juga dapat membantu mempercepat penguraian bahan organik terlarut dalam air dengan menyediakan oksigen yang cukup untuk mikroorganisme pengurai sehingga penggunaan jet aerator dalam proses aerasi mampu mengurangi kadar TSS dan membantu perbaikan mutu badan air serta



Gambar 4 Perubahan suhu selama 3 hari. A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).

Tabel 3 Hasil uji BNT pengaruh jenis aerator pada perubahan suhu

Perlakuan	Rerata
A15	28,60±1,16 ^a
J20	31,90±2,02 ^b
J15	32,70±2,02 ^b

Keterangan: A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L)

meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam badan air (Farahdiba *et al.* 2022).

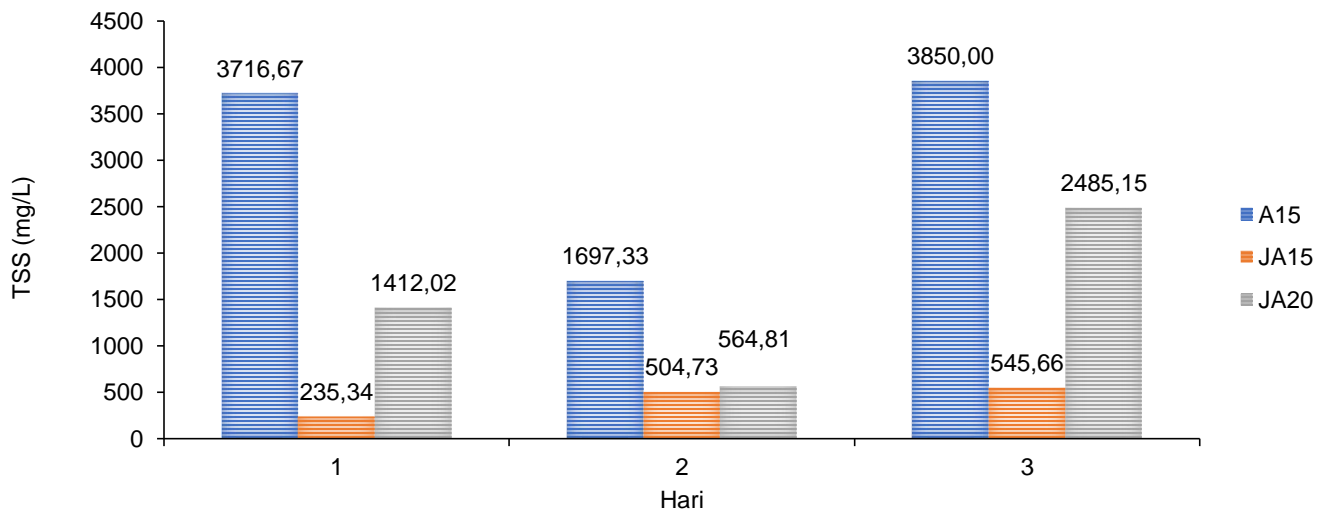
Uji Anova menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan pada perubahan TSS tidak berbeda nyata. Peningkatan mikroorganisme menyebabkan kekurangan DO sehingga beban limbah yang masuk ke kolam aerasi terlalu tinggi, maka kapasitas jet aerator untuk mengaduk dan membawa partikel-partikel padat ke permukaan air akan terbatas. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan partikel padat dalam air dan akhirnya meningkatkan TSS dalam air (Sisnayati *et al.* 2021).

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

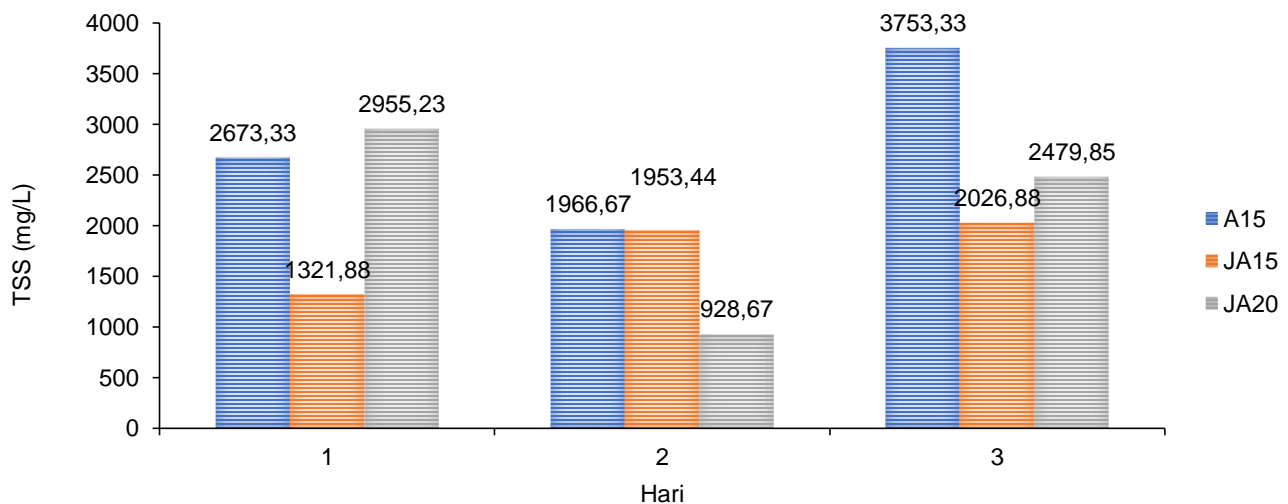
COD merupakan nilai terjadinya proses oksidasi (kimiawi), baik pada bahan yang mudah terurai maupun yang sulit terurai secara hayati menjadi CO₂ dan H₂O, atau O₂ yang dibutuhkan untuk mengurangi bahan-bahan organik yang terdapat dalam badan air (Andika *et al.* 2020). Perubahan COD (Gambar 6) memperlihatkan

bahwa rerata COD perlakuan Aerator+15 L (A15) selama 3 hari ialah 2673, 1.966,67, dan 3753,33 mg/L, sementara nilai rerata perlakuan Jet Aerator+15 L (JA15) selama 3 hari ialah 1321,88, 1.953,44, dan 2026,88 mg/L. Nilai rerata COD Perlakuan Jet Aerator+20 L (JA20) selama 3 hari adalah 2955,23, 928,6, dan 2479,85 mg/L. Pada Perlakuan A15 dan JA20 penurunan COD terendah terjadi pada hari ke-2, sedangkan perlakuan JA15 penurunan COD terendah terjadi pada hari ke-1. Nilai COD terendah belum memenuhi baku mutu yang ada, yaitu 250 mg/L.

Zat organik yang dihilangkan dengan menggunakan proses hayati terjadi karena proses oksidasi bahan organik, sintesis sel, dan respirasi. COD menurun karena oksigen yang diperlukan untuk proses tersebut terpenuhi (Nadayil *et al.* 2015). Pada perlakuan JA15, penurunan terendah terjadi pada hari ke-1; hal ini dipengaruhi oleh pH pada hari ke-2 dan ke-3, antara 8,66 dan 9,84,



Gambar 5 Perubahan TSS selama 3 hari. A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).



Gambar 6 Perubahan COD selama 3 hari. A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).

sedangkan bakteri yang rentan terhadap pH tinggi hanya jenis bakteri alkalifilik.

Kelebihan oksigen akan menyebabkan perkembangan mikroorganisme sehingga terjadi persaingan antara mikroorganisme untuk mendapatkan oksigen, nutrisi, dan tempat tinggal. Hal ini menyebabkan beberapa organisme mati karena tidak mendapatkan sumber daya yang cukup, sehingga dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem di dalam bak pengolahan. Jika terlalu banyak mikroorganisme dalam bak pengolahan, maka produksi limbah dari mikroorganisme juga akan meningkat, yang dapat meningkatkan COD. Hal ini dapat terjadi jika mikroorganisme memakan lebih banyak sumber daya organik dalam limbah dan menghasilkan lebih banyak produk sampingan organik dalam proses metabolismenya (Kristiandi *et al.* 2021).

Uji Anova menunjukkan pengaruh perlakuan A15, JA15, maupun JA20 tidak berbeda nyata terhadap perubahan COD tetapi pengaruh hari berbeda nyata pada perubahan COD. Hal ini karena lama retensi akan memengaruhi jumlah mikroorganisme yang terbentuk selama proses aerasi sehingga memengaruhi daya saing antar-mikroorganisme (Armus *et al.* 2022). COD juga dapat berdampak pada kandungan DO dalam air limbah. Kandungan COD melingkupi zat-zat organik terdapat dalam air limbah, termasuk yang tidak dapat diuraikan oleh bakteri secara hayati. Jika jumlah COD meningkat, maka jumlah O₂ yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik secara kimia juga akan meningkat, sehingga dapat menurunkan kandungan DO dalam air limbah (Putra *et al.* 2019).

Efektivitas Penggunaan Jet Aerator

Penggunaan aerator terhadap karakteristik limbah cair penyamakan kulit (Tabel 4) menggambarkan bahwa perlakuan jet aerator+15 L (JA15) memberikan efektivitas tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan aerator+15 L (A15) efektivitas penurunan COD mencapai 32,46±6,50%, dan efektivitas penurunan TSS mencapai 40,19±12,32%. Pada perlakuan jet aerator+15 L (JA15), efektivitas penurunan COD sebesar 49,25±7,20%, dan efektivitas penurunan TSS 49,67±7,52%. Adapun pada perlakuan jet aerator+20 L (JA20) efektivitas penurunan COD hanya 12,08±2,00%, dan efektivitas penurunan TSS 12,10±8,26%. Keefektivan jet aerator dalam proses aerasi dipengaruhi oleh tekanan udara; semakin tinggi tekanan udara yang diberikan semakin tinggi pula laju

oksigen dalam air, sehingga penggunaan jet aerator dan jumlah volume 15 L memiliki tingkat transfer lebih tinggi. Hal ini juga karena konsentrasi bahan organik semakin tinggi seiring dengan bertambahnya volume sehingga sulit untuk mempertahankan konsentrasi oksigen terlarut yang cukup (Wulandari 2023). Kondisi pH dan suhu memengaruhi produktivitas mikroorganisme dalam air limbah. Pada kondisi pH basa dan suhu yang tinggi, hanya beberapa mikroorganisme yang dapat bertahan, yaitu bakteri mesofilik dan bakteri alkalifilik. Kedua jenis bakteri ini termasuk dalam mikroorganisme aerob (Sinuraya 2023).

Perubahan TSS pada air limbah dipengaruhi oleh aktivitas jet aerator. Kandungan TSS yang tinggi pada air limbah juga dapat mengurangi ketersediaan oksigen karena partikel-partikel yang ada akan menutupi permukaan air, menghambat gerakan air dan udara, serta mengikat oksigen terlarut pada permukaannya melalui proses adsorpsi. Peningkatan oksigen yang berlebihan juga dapat mematikan mikroorganisme sehingga terjadi pengendapan, pada penelitian ini penurunan TSS menggunakan aerator dan jet aerator belum maksimal karena ketersediaan oksigen terlarut yang terdapat dalam air limbah (Hidayat 2023).

Kandungan oksigen terlarut yang berkurang akan menyebabkan nilai COD meningkat sehingga perlu pengoptimalan tekanan udara, suhu, dan lama kontak antara udara dan air limbah agar dapat mensuplai secara optimal. Dengan demikian, mikroorganisme yang terdapat dalam limbah dapat menguraikan kandungan bahan organik dalam air limbah (Setyowati *et al.* 2022).

KESIMPULAN

Studi ini menyimpulkan bahwa penggunaan jet aerator berpengaruh pada penurunan karakteristik limbah, sehingga dapat lebih efektif dibandingkan penggunaan aerator permukaan biasa. Perlakuan jet aerator+15 L (JA15) memberikan penurunan karakteristik limbah cair penyamakan kulit maksimal pada hari ke-1, sedangkan pada perlakuan aerator+15 L (A15) dan jet aerator+20 L (JA20) penurunan karakteristik limbah maksimal pada hari ke-2. Perlakuan jet aerator+15 L (JA15) memberikan nilai efektivitas tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Efektivitas penurunan COD mencapai 49,25±7,20% dan efektivitas penurunan TSS sampai 49,67±7,52%. Perlu ada proses lanjutan untuk memaksimalkan penggunaan jet aerator.

Tabel 4 Efektivitas jenis aerator dan lama retensi terhadap karakteristik limbah cair penyamakan kulit

Perlakuan	TSS (%)	COD (%)
A15	40,19±12,32	32,46±6,50
J20	49,67±7,52	49,25±7,20
J15	12,10±8,26	12,08±2,00

Keterangan: A15(Aerator+15L); JA15(JetAerator+20L); dan JA20(Jet Aerator+20L).

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Bayu, Wahyuningsih, Puji, Fajri, Rahmatul. 2020. Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *Quimica: Jurnal kimia Sains dan Terapan*. 2(1): 14–22.
- Ariadi, Heri, Wafi, Abdul, Madusari, Benny Diah. 2021. *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*: Penerbit Adab.
- Armus, Rakhmad, Mukrim, Muhammad Ihsan, Sitorus, Efbertias, Pasanda, Octovianus SR, Tangio, Julhim S, Mahyati, Mahyati, Marzuki, Ismail, Mohammad, Erni, Syahrir, Muhammad, Mastutie, Faizah. 2022. *Dasar-Dasar Proses Pengolahan Limbah*: Yayasan Kita Menulis.
- Beulah, S Sophie, Muthukumar. 2020. Methodologies of removal of dyes from wastewater. *Research Journal of Pure, Chemistry, Applied*. 21(11): 68–78. <https://doi.org/10.9734/irjpac/2020/v21i1130225>
- Farahdiba, Aulia Ulfah. 2022. Pengolahan air limbah penyamakan kulit dengan modifikasi teknik aerasi. *Jurnal Sains, Lingkungan, Teknologi*. 14(1): 12–21. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol14.iss1.art4>
- Halliwell, Barry, Gutteridge, John MC. 2015. *Free radicals in biology and medicine*: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.01.0001>
- Hansen, Everton, de Aquim, Patrice Monteiro, Gutterres, Mariliz. 2021. Environmental assessment of water, chemicals and effluents in leather post-tanning process: *Environmental Impact Assessment Review*. 89: 106597. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106597>
- Hidayat, Dasnur. 2023. *Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi Dan Filtrasi Pada Pengolahan Limbah Cair Ikan Di Pasar Lampulo Kota Banda Aceh*. UIN Ar-Raniry.
- Kontsevoi, Serhii. 2023. Decomposition mechanism and dissociation constants of bicarbonate ions. *Journal Water, Scientific, Water Purification Technologies, News, Technical*. 35(1): 3–8. <https://doi.org/10.20535/2218-930012023280959>
- Kristiandi, Kiki, Lusiana, Sanya Anda, Ayunin, Nur Arifah Qurota, Ramdhini, Rizki Nisfi, Marzuki, Ismail, Rezeki, Sri, Erdiandini, Ira, Yuniato, Andi Eka, Lestari, Shanti Dwita, Ifadah, Raida Amelia. 2021. *Teknologi Fermentasi*: Yayasan Kita Menulis.
- Maghfirana, Cendekia Aghni. 2019. Kemampuan adsorpsi karbon aktif dari limbah kulit singkong terhadap logam timbal (Pb) menggunakan sistem kontinyu. *Jurnal Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Martini, Sri. 2019. Pengolahan limbah cair minyak kanola menggunakan kombinasi adsorpsi dan membran ultrafiltrasi polimer. *Jurnal Kinetika*. 10(2): 36–41.
- Murtazayev, FA, Mirzayev, M. 2022. Analysis of wastewater aeration methods in aeration tanks. *Journal of New Century Innovations*. 17(2): 136–141.
- Nadayil, Jency, Mohan, Devu, Dileep, Keerthana, Rose, Meenu, Parambi, Riya Rose Poly. 2015. A study on effect of aeration on domestic wastewater. *Journal of Interdisciplinary Research, Innovations*. 3(2): 10–15.
- Pakci, Indraprasta Castrena, Pudyastuti, Purwanti Sri. 2022. *Pengaruh Limbah Industri Penyamakan Kulit Terhadap Kualitas Air Sumur Di Kabupaten Magetan (Studi Kasus Desa Ringinangung Kecamatan Magetan Kabupaten Magetan)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- Park, Sang Kyoo, Yang, Hei Cheon. 2017. Experimental investigation on mixed jet and mass transfer characteristics of horizontal aeration process. *Journal of Heat, Transfer, Mass*. 113. 544–555. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.05.120>
- Pratiwi, Ruwinda Okta. 2019. Studi Karakteristik Limbah Cair Dari Kegiatan Penyamakan Kulit Di Bantul, Di Yogyakarta (Studi Kasus Pt. X Dan Pt. Y).
- Putra, Arief Yandra, Yulia, Putri Ade Rahma. 2019. Kajian kualitas air tanah ditinjau dari parameter pH, nilai COD dan BOD pada desa teluk nilap kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*. 10(2): 103–109.
- Ramayanti, Devi, Amna, Ulil. 2019. Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 1(1): 16–21.
- Rosariawari, Firra, Wahjudijanto, Iwan, Rachmanto, Tuhu Agung. 2018. Peningkatan Efektifitas Aerasi Dengan Menggunakan Micro Bubble Generator (Mbg). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 8(2): 89.
- Rozali, Rozali, Mubarak, Mubarak, Nurrachmi, Irvina. 2016. *Patterns of Distribution Total Suspended Solid (TSS) in River Estuary Kampar Pelalawan*. Riau University,
- Rusdiana, Eva, Mu'tamar, Mohammad Fuad Fauzul, Hidayat, Khoiril. 2020. Analisis faktor-faktor penjernihan limbah cair unit pengolahan limbah cair industri gula (Studi Kasus Pg Xyz). *Agroindustrial*

- Technology Journal*. 4(1): 1–15.
<https://doi.org/10.21111/atj.v4i1.4093>
- Sawalha, Hassan, Al-Jabari, Maher, Elhamouz, Amer, Abusafa, Abdelrahim, Rene, Eldon R. 2020. Tannery Wastewater Treatment and Resource Recovery Options. *Elsevier*. (pp. 679–705):
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818228-4.00025-3>
- Setyowati, Wenny Julita Dyah, Lestari, Retno Ambarwati Sigit, Purwaningtyas, Ery Fatarina. 2022. Pengaruh Proses Aerasi terhadap Penurunan Kadar COD pada Limbah Cair Karet. *Journal of Chemical Engineering*. 3(1): 19–24. <https://doi.org/10.56444/cjce.v3i1.3031>
- Shukla, Bishnu Kant, Khan, Amsal, Saikiran, Gopalam, Sriram. 2019. Comparative study on effect of variation in opening shape on oxygenation performance of surface jet aerators used in water and wastewater treatment. *Journal of Green Engineering*. 9(3): 427–440.
- Sinuraya, Anggreni Stefani. 2023. Pengaruh Limbah Rumah Tangga Terhadap Kualitas Bakteriologis Air Sungai Desa Singgamanik Kecamatan Munte Kabupaten Karo Tahun 2022.
- Sisnayati, Sisnayati, Dewi, Dian S, Apriani, Rachmawati, Faizal, Muhammad. 2021. Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan proses aerasi plat berlubang. *Jurnal Teknik Kimia*. 27(2): 38–45.
<https://doi.org/10.36706/jtk.v27i2.559>
- Tortora, Gerard J. 2023. Microbiology: An Introduction 11th edition. In.
- Wulandari, Diana Irawati. 2023. *Efektifitas Kombinasi Reaktor Aerasi dan Spesifik Bakteri untuk mendegradasi Polutan Air Limbah Lindi TPA Piyungan*. Universitas Islam Indonesia,
- Wynn, Brion F, Linden, Walter V, Backman, Robert C. 2020. *Evaluation of the oxygen transfer characteristics of aeration systems operating in thermophilic temperature ranges*. Paper presented at the Proceedings of the 52nd Purdue Industrial Waste Conference 1997 Conference.
<https://doi.org/10.1201/9780367813291-3>
- Yuan, Haiguang, Huang, Shaobin, Yuan, Jianqi, You, Yingying, Zhang, Yongqing. 2021. Characteristics of microbial denitrification under different aeration intensities: Performance, mechanism, and co-occurrence network. *Journal Science of The Total Environment*. 754: 141965.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141965>
- Yulis, Putri Ade Rahma. 2018. Analisis kadar logam merkuri (Hg) dan (pH) air Sungai Kuantan terdampak penambangan emas tanpa izin (PETI). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*. 2(1): 28–36.
<https://doi.org/10.19109/ojpk.v2i1.2167>