

## PENGARUH DEBIT DAN *RECYCLE* MIKROBA AEROB PADA PENGOLAHAN LIMBAH KERUPUK UDANG DENGAN KONTAK-STABILISASI

Astri Setiani, Lutfia Rima Safira, Ketut Sumada, Titi Susilowati, Dyah Suci Perwitasari\*

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60249, Indonesia  
Korespondensi: \*E-mail: [saridyah05@gmail.com](mailto:saridyah05@gmail.com)

### Abstrak

*Industri kerupuk udang merupakan sektor yang memiliki potensi untuk menghasilkan limbah dan mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan disekitar industri. Limbah kerupuk udang memiliki kadar COD dan BOD yang tinggi, jika limbah tersebut dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan, maka akan menimbulkan banyak masalah bagi lingkungan seperti terganggunya ekosistem sungai sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kadar COD, BOD, dan menetralkan pH serta mengetahui pengaruh debit limbah masuk dan debit recycle mikroba aerob pada pengolahan limbah industri kerupuk udang menggunakan teknologi kontak-stabilisasi. Proses pengolahan dilakukan menggunakan dua kondisi operasi yang divariasikan yaitu debit limbah masuk sebesar 8liter/jam ; 10liter/jam ; 12liter/jam ; 16liter/jam ; 24liter/jam dan debit recycle mikroba yang divariasikan sebesar 4liter/jam ; 5liter/jam ; 6liter/jam ; 8 liter/jam ; 12 liter/jam. Penurunan kadar COD dan BOD paling optimum pada debit limbah masuk 8 liter/jam dan debit recycle mikroba 12liter/jam dengan penurunan kadar COD sebesar 94.10% dan penurunan BOD sebesar 95.48%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil debit limbah masuk, maka penurunan kadar COD dan BOD semakin besar. Sementara itu, semakin besar debit recycle mikroba aerob maka penurunan kadar COD dan BOD semakin besar.*

**Kata kunci:** kerupuk udang ; kontak-stabilisasi ; pengolahan limbah

## THE EFFECT OF FLOWRATE AND AEROBIC MICROBIAL RECYCLE ON SHRIMP CRACKER WASTE PROCESSING WITH CONTACT-STABILIZATION

### Abstract

*The shrimp cracker industry has the potential to generate waste and cause environmental pollution, especially the aquatic environment around the industry. Shrimp cracker waste has high COD and BOD levels, if it is released into the environment without proper handling, It will lead to various issues for the environment such as disruption of the surrounding river ecosystem. This study aims to reduce COD, BOD levels, and neutralize pH and determine the effect of waste inflow and microbial recycle discharge on the processing of shrimp cracker industry waste using contact-stabilization technology. The processing process is carried out using two operating conditions that are varied, namely waste inflow of 8liters/hour; 10 liters/hour; 12 liters/hour; 16 liters/hour; 24 liters/hour and aerobic microbial recycle discharge which is varied by 4 liters/hour; 5 liters/hour; 6 liters/hour; 8 liters/hour; 12 liters/hour. The most optimum COD and BOD levels reduction was at 8 liters/hour waste inlet discharge and 12 liters/hour microbial recycle discharge with COD levels reduction of 94.10% and BOD reduction of 95.48%. This shows that waste inlet discharge is inversely proportional to COD and BOD levels reduction, that is, the smaller the waste inlet discharge, the greater the COD and BOD levels reduction. Meanwhile, the relationship between microbial recycle discharge and COD and BOD levels is, that is, the greater the aerobic microbial recycle discharge, the greater the COD and BOD levels reduction.*

**Key words:** contact-stabilization ; shrimp crackers ; waste processing

### PENDAHULUAN

Eksistensi sentra kerupuk dapat mengangkat perekonomian daerah, namun juga dapat mengakibatkan dampak buruk berupa pencemaran

lingkungan oleh limbah hasil pengolahannya. Limbah kerupuk udang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan disekitar industri. Limbah ini berasal dari proses pencucian

udang, proses produksi yaitu pada saat pengukusan dan air sanitasi.

Limbah cair kerupuk udang memiliki kadar COD dan BOD yang tinggi. *Chemical Oxygen Demand* (COD) mengukur jumlah oksigen kimiawi yang diperlukan mikroorganisme untuk mengoksidasi seluruh bahan organik dalam air, termasuk yang sulit terurai. Pengukuran COD lebih kompleks dan memerlukan peralatan khusus titrasi, pemanas, asam pekat, dan reflux (Halim, 2022). Kadar COD umumnya lebih tinggi daripada BOD, karena proses kimiawi diperlukan untuk penguraian bahan organik yang sulit terdegradasi secara biologis (Metcalf & Eddy, 2016). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) mengukur oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik, yang juga menggambarkan jumlah bahan organik yang mudah terdegradasi dalam badan air (Atima, 2015).

Tingginya kadar COD dan BOD dalam air limbah akan menyebabkan kandungan oksigen dalam limbah semakin sedikit sehingga biota air tidak bisa hidup dalam air limbah tersebut. Selain mengganggu kehidupan biota air, dampak lain dari pencemaran air yang terjadi akibat limbah yang tidak sesuai dengan baku mutu yaitu penurunan kualitas air bersih pada sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai sumber pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Akibatnya, masyarakat mulai memanfaatkan air sumur untuk mencukupi kebutuhan air harian.

Penanganan yang dapat dilakukan agar lingkungan perairan tidak tercemar yaitu melakukan pengolahan pada limbah cair sebelum dialirkan ke lingkungan. Pada penelitian Anggraeni dkk (2014) yaitu Pengaruh Volume Lumpur Aktif Kontak Stabilisasi Pada Keefektifitasan Pengelolaan Air Limbah Industri Pengelolaan Ikan. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan rata-rata COD dan BOD masing-masing adalah 56.35% dan 52.47%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ali dkk (2014) yaitu Efek Modifikasi Lumpur Aktif Kontak Stabilisasi pada EBPR. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan rata-rata COD, BOD dan TP masing-masing adalah 91%, 92% dan 85% serta terjadi sedikit peningkatan pH dengan rata-rata 7,67. Pada penelitian Rashed dkk (2013) yaitu penerapan lumpur aktif kontak stabilisasi untuk meningkatkan penghilangan fosfor biologis (EBPR) dalam air limbah domestik. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan COD, BOD dan TP untuk pabrik percontohan ini dengan kisaran masing-masing 94%, 85.44% dan 80.54%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pranoto dkk (2019) yaitu Teknologi Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan rata-rata COD dan BOD sebesar 66.40% dan 64.58%.

Lumpur aktif ialah jenis pengolahan biologis dimana mikroorganisme tumbuh dalam keadaan

tersuspensi dan membutuhkan oksigen (Rahmayetty, 2019). Pengolahan air limbah dengan proses lumpur aktif umumnya meliputi tangki pengendapan primer, tangki lumpur aktif, tangki pengendapan sekunder, dan tangki desinfeksi klorin untuk membunuh patogen (Pranoto, 2019). Pada lumpur aktif konvensional, air limbah dan mikroorganisme yang diaklimatisasi (lumpur aktif atau biomassa) diberikan udara di dalam bak. Padatan lumpur yang diaktifkan oleh flokulan kemudian dipisahkan dari air limbah dengan alat pemurnian. Air limbah lain disuplai untuk proses selanjutnya atau pembuangan lebih lanjut. Beberapa lumpur limbah underflow dikembalikan ke tangki lumpur aktif dan dicampur dengan limbah, sedangkan lumpur yang tersisa dikirim ke bagian pengolahan lumpur dari pabrik pengolahan (Guyer, 2013).

Proses lumpur aktif dengan kontak stabilisasi memiliki sistem aerasi dua tahap dengan menambahkan tangki stabilisasi yang bertujuan memberikan mikroba waktu untuk berkembang biak dan beradaptasi dengan limbah yang akan diuraikan. Pada tangki stabilisasi, udara ditambahkan untuk mendukung mikroorganisme mencapai keadaan stabil. Mikroba yang telah stabil kemudian dialirkan kembali ke tangki kontak untuk melanjutkan proses pengolahan air limbah. Proses kontak-stabilisasi memiliki kelebihan dalam mengurangi waktu aerasi yang diperlukan dalam pengolahan air limbah (Guyer, 2013). Selain itu kelebihan dari proses kontak stabilisasi yakni lebih tingginya efisiensi hasil pengolahan sekitar 90% hingga 95% dan kontak stabilisasi punya kelebihan lainnya, yakni waktu detensi hidrolis total lebih sedikit sebesar 2 hingga 6 jam. Pemrosesan kontak stabilisasi bisa menghilangkan BOD tersuspensi lewat pemrosesan absorpsi pada tangki kontak sehingga tidak diperlukan pengolahan pendahuluan (Ginting, 2017).

**Tabel 1.** Standar Baku Mutu Limbah Cair Kerupuk Produksi Kerupuk : 4M<sup>3</sup>/ton produk

| Parameter        | Kadar Maksimum |
|------------------|----------------|
|                  | (mg/liter)     |
| BOD              | 50             |
| COD              | 120            |
| TSS              | 50             |
| Minyak dan Lemak | 20             |
| pH               | 6-9            |

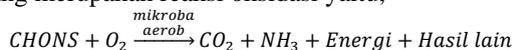
Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri Kerupuk Tahun 2013

Pengolahan air limbah dengan cara biologis menggunakan aktivitas mikroorganisme aerob untuk

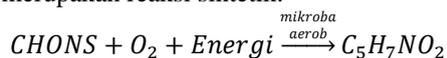
menguraikan senyawa organik dengan memanfaatkan biakan tersuspensi dan menempel sebagai substrat (Notonegoro, 2022). Mekanisme kultur suspensi pada proses biologis memakai proses mikroorganisme guna melakukan penguraian senyawa pencemar di dalam air dan mikroorganisme yang dipergunakan dikulturkan dengan disuspensi pada reaktor (Said, 2006). Mikroorganisme melakukan pertumbuhan dan perkembangan dalam kondisi tersuspensi dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi. Pemrosesan lumpur aktif berkembang dengan beberapa modifikasi, termasuk *oxidation ditch* dan kontak-stabilisasi (Ginting, 2017).

Pada proses aerobik, proses oksidasi aerobik berlangsung karena adanya O<sub>2</sub>, bahan organik dijadikan produk jadi yang cenderung konstan dan sisanya disintesis dalam mikroba baru. Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses aerob adalah 50% senyawa organik berindikasi (CHONS) atau karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan belerang mewakili limbah organik, yang diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O sedangkan 50% lainnya menjadi bakteri yang baru yaitu C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub> yang merupakan serat sel dalam air dan limbah yang mengandung senyawa organik (Rahmayetty, 2019).

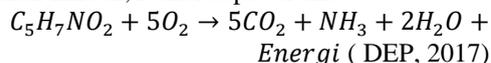
Reaksi oksidasi ialah reaksi pengikat oksigen oleh sebuah zat (McAllister, 2019). Reaksi ini memecah bahan organik menjadi unsur dan energi yang lebih sederhana. Dalam pengolahan limbah, yang merupakan reaksi oksidasi yaitu,



Reaksi sintesis adalah reaksi pembentukan senyawa kimia dimana bahan organik terurai menjadi unsur sel bakteri baru. Dalam pengolahan limbah, yang merupakan reaksi sintetik:



Respirasi endogen merupakan reaksi pergerakan oksigen dari luar ke dalam sel (respirasi). Dalam reaksi ini, sel bakteri terurai menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana ditambah energi. Dalam pengolahan limbah, reaksi dapat ditulis :



Faktor yang dapat mempengaruhi proses pengolahan air limbah secara biologi yaitu mutu air limbah yang dikelola, laju alir air limbah, konsentrasi mikroba di dalam tangki aerasi, dimana apabila konsentrasi mikroorganisme sangat rendah maka mengakibatkan tidak maksimalnya pengolahan limbah. Faktor lainnya adalah injeksi udara dan distribusi udara, dimana semakin tinggi laju alir aerasi yang diberikan, akan semakin meningkat pula kualitas efluen limbah, hasil pengolahan air limbah dapat maksimal jika udara terdistribusi dengan merata. Faktor terakhir adalah dan laju recycle mikroba (Metcalf & Eddy, 2016). Terdapat juga

faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme proses aerob, yaitu temperatur, pH, dan nutrisi. Pada dasarnya, mikroorganisme lumpur aktif dapat mengubah senyawa organik dengan efektif di sekitar pH 6,5-8,5 (Alloway, 2013). Pengolahan limbah cair menggunakan proses biologi aerobik dapat menaikkan pH baik pada *bioreactor* ataupun *effluent*. Peningkatan pH terjadi akibat proses respirasi sel secara aerob yang menghasilkan amonia, sehingga menyebabkan kenaikan pH. Mikroorganisme membutuhkan nutrient beberapa unsur seperti fosfor, karbon, dan nitrogen. Fosfor dan nitrogen memiliki peran yang sangat penting untuk perkembangan metabolisme mikroorganisme (Putri, 2017). Pada penelitian ini, diduga debit air limbah masuk dan debit *recycle* mikroba dalam pengolahan air limbah kerupuk udang dengan kontak-stabilisasi dapat mempengaruhi hasil penurunan nilai COD dan BOD.

Tujuan pada penelitian ini adalah agar dapat mengetahui pengaruh laju alir limbah masuk dalam penurunan BOD dan COD yang sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur terkait Baku Mutu Limbah Cair Kerupuk tahun 2013 sehingga dapat dibuang ke lingkungan dan agar mengetahui pengaruh laju *recycle* mikroba dalam penurunan BOD dan COD yang sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur terkait Baku Mutu Limbah Cair Kerupuk tahun 2013 sehingga dapat dibuang ke lingkungan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

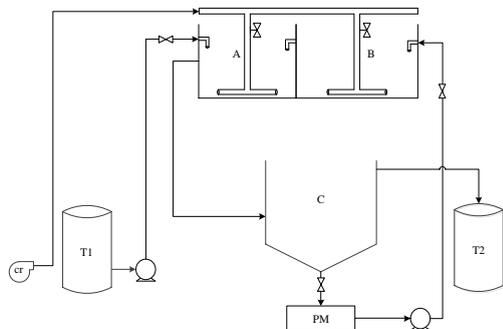
Dalam penelitian ini, bahan utama yang digunakan yaitu air limbah kerupuk udang *artificial*. Karakter limbah yang digunakan adalah karakteristik air limbah industri kerupuk udang campuran air cucian udang, air cucian beras, air endapan tepung tapioka, air endapan tepung terigu dan air sanitasi yang berasal dari PT. Candi Jaya Amerta Sidoarjo, Jawa Timur. Air limbah *artificial* dibuat dari campuran 5 liter limbah cucian beras, 2 kg tepung tapioca yang dilarutkan dengan 30 liter air, 0,5 kg tepung terigu yang dilarutkan dengan 10 liter air, dan 25 liter air sanitasi. Air limbah berwarna putih keruh dan mengeluarkan bau amis dengan kandungan COD sebesar 1003,8 mg/liter, kandungan BOD sebesar 584,53 mg/liter dan pH 5,2.

### Kondisi yang ditetapkan dan dijalankan

Kondisi yang ditetapkan dalam penelitian ini yaitu berjalan di suhu ruangan (30 °C) dan laju aerasi menggunakan kompresor sebesar 88 liter/menit. Sedangkan kondisi yang dijalankan yaitu debit air limbah masuk sebesar 8 liter/jam; 10 liter/jam; 12 liter/jam; 16 liter/jam; 24 liter/jam dan debit *recycle* mikroba sebesar 4 liter/jam; 5 liter/jam; 6 liter/jam; 8 liter/jam; 12 liter/jam.

## Alat

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa serangkaian alat kontak-stabilisasi yang terdiri dari tangki kontak, tangki stabilisasi, dan *clarifier*. Terdapat beberapa alat pendamping yaitu tangki penampung awal air limbah, tangki penampung hasil pengolahan air, tangki penampung mikroba dan *compressor*.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Kontak-Stabilisasi  
Sumber : Guyer, 2013

Keterangan :

- T1 = tangki penampungan awal air limbah
- T2 = tangki penampung hasil pengolahan air
- A = tangki kontak
- B = tangki stabilisasi
- C = *clarifier*
- PM = tangki penampung mikroba
- cr = *compressor*

## Prosedur Penelitian

### Persiapan Bakteri

Bakteri aerob berasal dari PT Surabaya Industrial Estate Rungkut. Bakteri ini merupakan bakteri non pathogen dengan jenis *mixed culture* yang telah diuji yaitu terdiri dari *Achromobacter*, *Flavobacter*, *Zooglea*, *Mycobacterium*, dan *Bdellovibrio*. Sebelum menggunakan bakteri tersebut harus dilakukan aklimatisasi bakteri terlebih dahulu.

Aklimatisasi adalah proses dimana mikroorganisme menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya sampai mikroorganisme aktif dengan air limbah telah menunjukkan stabilitas (Gani, 2022). Tujuan dari proses aklimatisasi untuk melakukan perkembangbiakan bakteri pada suatu substrat dimana substrat pada penelitian yaitu air limbah kerupuk udang. Proses aklimatisasi dilakukan dengan memberikan limbah cair industri kerupuk udang setiap harinya selama 7 hari. Pemberian limbah dilakukan secara kontinyu dengan volume 3 liter per harinya. Setelah dilakukan aklimatisasi pada bakteri tersebut maka bisa dipergunakan dalam pengelolaan limbah cair yang terdapat bahan organiknya (Priyono, 2012).

### Proses Pengolahan Limbah

1. Air limbah *artificial* diletakkan di bak penampungan air limbah. Selanjutnya air limbah yang ditampung tersebut dialirkan dengan pompa menuju bak kontak dengan

variasi laju alir yang dijalankan yaitu 8 liter/jam; 10 liter/jam; 12 liter/jam; 16 liter/jam; 24 liter/jam.

2. Saat berada di bak kontak terjadi proses utama yaitu pengolahan air limbah kerupuk udang. Bak kontak akan terisi oleh mikroba serta injeksi udara. Waktu aerasi atau waktu tinggal didalam bak kontak ini bergantung dengan variabel laju aliran limbah masuk yang dijalankan. Air limbah yang telah berkontak dengan lumpur (mikroba) tersebut lalu disalurkan ke dalam bak pemisah (*clarifier*).
3. Pada bak pemisahan mikroba (*clarifier*), mikroba akan mengalami pengendapan dan akan keluar dari dasar bak kemudian masuk ke bak penampung mikroba. Setelah itu mikroba akan di pompa menuju bak stabilisasi. Sementara untuk air bersihnya akan dikeluarkan melalui bagian atas *clarifier*, air bersih akan disalurkan menuju bak penampung air hasil pengolahan. Air hasil pengolahan ini dapat digunakan oleh industri kembali maupun dibuang langsung ke sungai.
4. Pada aliran *underflow clarifier*, akan dialirkan menuju ke bak penampung mikroba aerob. Dalam bak ini terjadi peningkatan konsentrasi mikroorganisme. Sekitar 10% dari mikroba aerob akan dialirkan menjadi pakan ikan sedangkan sekitar 90% lainnya akan disalurkan kembali ke bak stabilisasi dengan menjalankan variabel debit *recycle* mikroba sebesar 4liter/jam, 5liter/jam, 6liter/jam, 8liter/jam, dan 12liter/jam.
5. Pada bak stabilisasi, mikroba disesuaikan dengan melakukan injeksi udara ke dalam bak stabilisasi, setelah mikroba masuk ke tangki stabilisasi kemudian kembali disalurkan dalam bak kontak sebagai proses utama pengolahan air limbah.

### Pengujian Kadar COD dan BOD

Uji kebutuhan COD dan BOD dilakukan di baristand. Uji kebutuhan BOD dilakukan sesuai dengan SNI 6989.72:2009 mengenai pengujian Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) dengan Titrasi Iodometri. Prinsip pada pengujian BOD adalah sejumlah contoh pengujian diberikan ke larutan pengencer jenuh oksigen yaitu larutan mangan(II) klorida ( $MnCl_2$ ) dan natrium hidroksida-kalium iodida ( $NaOH-KI$ ) sehingga membentuk endapan mangan dioksida ( $MnO_2$ ). Pada proses pengukuran BOD, sampel ditambahkan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) untuk melarutkan kembali endapan dan melepaskan molekul iodium ( $I_2$ ) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang terbentuk kemudian dititrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat ( $Na_2S_2O_3$ ) dengan indikator larutan amilum (kanji). Nilai BOD ditentukan dari selisih konsentrasi oksigen terlarut antara hari pertama (hari ke-0) dan hari kelima (hari

ke-5). Sebagai kontrol standar, digunakan larutan glukosa-asam glutamat dalam pengujian BOD ini (BSN, 2009).

Pengujian kebutuhan COD dilakukan berdasarkan SNI 6989.73:2019 mengenai metode uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) menggunakan refluks tertutup dengan teknik spektrofotometri. Refluks merupakan salah satu metode destruksi basah yang bertujuan untuk mengekstrak senyawa agar lebih mudah dianalisis. Metode refluks tertutup menunjukkan bahwa proses analisis sampel dilakukan dengan peralatan yang tertutup. Pelarut volatil akan melalui proses penguapan pada suhu tinggi, kemudian diembunkan kembali menggunakan pemanasan di atas penangas panas pada suhu yang ditentukan dengan penambahan zat pengoksidasi dan asam kuat. Metode refluks tertutup lebih aman terhadap penguapan dan permuaian dari bahan dibandingkan dengan refluks terbuka. Proses refluks dilakukan pada suhu 150 °C menggunakan reaktor COD selama 2 jam. Senyawa organik dan anorganik dalam sampel uji yang dioksidasi oleh dikromat dalam refluks tertutup menghasilkan Cr<sup>3+</sup> dan sisa Cr<sup>6+</sup>. COD dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (mg O<sub>2</sub>/liter) yang diukur dengan spektrofotometri sinar tampak. Pengukuran absorbansi nilai COD pada kisaran 100 sampai dengan 900 mg/liter dilakukan pada Panjang gelombang 600 nm dimana ion Cr<sup>3+</sup> kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang tersebut, sedangkan untuk pengukuran absorbansi nilai COD yang kurang dari atau sama dengan 90 mg/liter ditentukan dengan melihat berkurangnya ion Cr<sup>6+</sup> pada panjang gelombang 420 nm (BSN,2019).

Setelah dilakukan pengujian dan didapatkan hasil pengujian berupa kadar COD dan BOD maka dapat dihitung presentase penurunan kadar COD dan BOD dengan rumus sebagai berikut:

**Rumus Penurunan Kadar COD dan BOD**

Rumus penurunan kadar BOD :

$$\% \text{penurunan BOD} = \frac{\text{BOD awal} - \text{BOD akhir}}{\text{BOD awal}} \times 100\%$$

Rumus penurunan kadar COD :

$$\% \text{penurunan COD} = \frac{\text{COD awal} - \text{COD akhir}}{\text{COD awal}} \times 100\%$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Karakteristik air limbah artifisial kerupuk udang memiliki warna coklat keruh dan berbau amis. Berdasarkan hasil pengamatan pH dan hasil uji COD dan BOD, didapatkan nilai COD sebesar 1029.63mg/liter, nilai BOD sebesar 584.53 mg/liter, pH sebesar 5.2. Berdasarkan data uji tersebut dapat diketahui bahwa hasil uji BOD dan COD air limbah sebelum diolah memiliki nilai yang cukup besar, hasil tersebut melebihi kadar maksimum baku mutu BOD dan COD air limbah Industri Kerupuk berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Maka perlu dilakukan proses pengolahan air

limbah untuk mengurangi kandungan pencemar pada air limbah tersebut, agar air limbah tersebut aman untuk dialirkan ke sungai dan tidak mencemari ekosistem sungai tempat pembuangan air limbah tersebut.

Setelah proses pengolahan limbah cair kerupuk udang dengan menjalankan variasi debit limbah masuk dan *recycle* mikroba, didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Kadar COD dan BOD dengan Variasi Debit Air Limbah Kerupuk Udang Masuk dan Debit Recycle Mikroba

| Debit Limbah Masuk (liter/jam) | Laju Recycle Mikroba (liter/jam) | COD          | BOD          |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|
|                                |                                  | (mg/liter)   | (mg/liter)   |
| 8                              | 4                                | 116,04       | 54,20        |
|                                | 5                                | 110,07       | 48,86        |
|                                | 6                                | 93,49        | 43,19        |
|                                | 8                                | 80,00        | 37,52        |
| 10                             | 12                               | <b>60,75</b> | <b>24,16</b> |
|                                | 4                                | 303,33       | 139,62       |
|                                | 5                                | 250,71       | 110,22       |
|                                | 6                                | 197,69       | 95,09        |
| 12                             | 8                                | 172,46       | 72,16        |
|                                | 12                               | 121,39       | 48,11        |
|                                | 4                                | 457,16       | 196,07       |
|                                | 5                                | 425,03       | 175,70       |
| 16                             | 6                                | 410,20       | 160,36       |
|                                | 8                                | 378,80       | 149,03       |
|                                | 12                               | 210,66       | 79,32        |
|                                | 4                                | 486,60       | 214,19       |
| 24                             | 5                                | 459,21       | 204,99       |
|                                | 6                                | 396,41       | 154,85       |
|                                | 8                                | 392,08       | 159,34       |
|                                | 12                               | 317,64       | 142,08       |
|                                | 4                                | 517,90       | 239,95       |
|                                | 5                                | 495,87       | 223,17       |
|                                | 6                                | 421,12       | 212,58       |
|                                | 8                                | 377,87       | 190,40       |
|                                | 12                               | 331,44       | 161,48       |

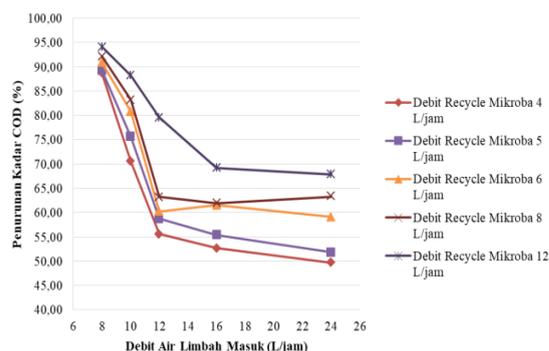
Sumber : Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya, 2021

Berdasarkan hasil uji kadar COD dan BOD setelah dilakukan pengolahan air limbah, didapatkan hasil penurunan kadar COD dan BOD paling optimum pada laju alir air limbah 8 liter/jam dengan variasi laju alir *recycle* mikroba 12 liter/jam. Kadar COD dan BOD setelah pengolahan 60,75 mg/liter dan 24,16 mg/liter. Setelah mendapatkan hasil pengujian kadar COD dan BOD, maka dapat dihitung presentase penurunan kadar COD dan BOD.

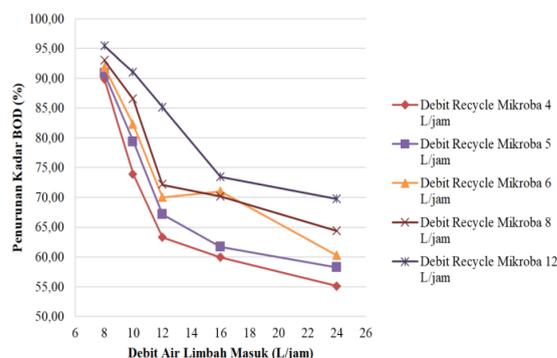
Presentase penurunan kadar COD dan BOD yang paling besar diperoleh pada debit air limbah kerupuk udang masuk 8 liter/jam dengan debit *recycle* mikroba 12 liter/jam yaitu dengan presentase penurunan kadar COD sebesar 94.10% dan hasil kadar COD setelah pengolahan yaitu sebesar 60.75 mg/liter. Presentase penurunan kadar BOD sebesar 95.48% dengan hasil kadar BOD setelah pengolahan yaitu sebesar 24.16 mg/liter. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa semakin kecil debit air limbah kerupuk udang masuk dan semakin besar debit *recycle* mikroba maka semakin besar pula penurunan kadar COD dan BOD yang dapat dicapai. Hal ini disebabkan oleh laju alir air limbah masuk yang rendah sehingga waktu yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk memecah senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair yang diolah membutuhkan waktu yang lebih lama. Debit *recycle* mikroba masuk menyebabkan semakin banyak lumpur aktif yang dikembalikan ke dalam tangki stabilisasi, sehingga semakin banyak pula mikroba yang digunakan untuk menguraikan air limbah.

Menurut Anggraeni (2014), jumlah mikroba yang terkandung di dalam lumpur mempengaruhi hasil penurunan kadar COD dan BOD. Semakin banyak lumpur yang ditambahkan, maka semakin besar pula jumlah mikroba yang terkandung di dalam lumpur, maka efektivitas penurunan kadar COD dan BOD semakin tinggi sehingga kadar COD dan BOD yang didapatkan akan lebih kecil dari baku mutu air limbah yang diizinkan. Menurut Suyasa (2013), terjadinya penurunan kadar COD dan BOD pada air limbah disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik dalam limbah untuk keperluan hidup mikroba. Perlakuan aerasi juga dapat mempercepat kandungan oksigen terlarut dan mempercepat penguraian bahan anorganik dalam air limbah. Mikroorganisme mengurai bahan organik dalam air limbah dengan memanfaatkan oksigen yang disediakan oleh proses aerasi.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa debit limbah masuk ke tangki kontak terhadap penurunan kadar COD dengan debit *recycle* mikroba yang bervariasi memiliki kecenderungan menurun. Pada debit limbah masuk sebesar 8 liter/jam, penurunan kadar COD yang diperoleh sangat besar dengan debit *recycle* mikroba yang bervariasi. Kemudian pada debit limbah masuk sebesar 10 liter/jam sampai dengan 24 liter/jam, terjadi penurunan yang signifikan terhadap efisiensi penguraian kadar COD.



**Gambar 2.** Pengaruh Debit Limbah terhadap Penurunan Kadar COD dengan Debit *Recycle* Mikroba yang Bervariasi



**Gambar 3.** Pengaruh Debit Limbah terhadap Penurunan Kadar BOD dengan Debit *Recycle* Mikroba yang Bervariasi

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa debit limbah masuk ke tangki kontak terhadap penurunan kadar BOD dengan debit *recycle* yang bervariasi memiliki kecenderungan menurun. Presentase penurunan kadar BOD yang terbesar diperoleh pada debit limbah masuk sebesar 8 liter/jam dengan debit *recycle* mikroba yang bervariasi. Kemudian pada debit limbah masuk sebesar 10 liter/jam sampai dengan 24 liter/jam, terjadi penurunan yang signifikan terhadap penurunan kadar BOD.

Laju alir air limbah masuk mempengaruhi waktu limbah berkontak dengan mikroba pada proses pengolahan air limbah yang terjadi di tangki kontak. Penurunan kadar COD dan BOD yang paling besar diperoleh pada debit air limbah masuk sebesar 8 liter/jam dengan variasi *recycle* mikroba sebesar 12 liter/jam, presentase penurunan kadar COD pada kondisi tersebut sebesar 94.10% dan presentase penurunan kadar BOD pada kondisi tersebut sebesar 95.48% dimana waktu detensi pada kondisi tersebut selama 6 jam.

Hal serupa juga terjadi pada penelitian penurunan kadar COD yang dilakukan oleh Tasbieh

(2015), pengolahan limbah cair menggunakan teknologi kontak stabilisasi dengan waktu tinggal selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam memberikan hasil maksimum pada waktu tinggal 4 jam dengan efisiensi penyisihan COD sebesar 87.14%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses penguraian senyawa organik pada limbah cair harus cukup lama agar proses metabolisme oleh mikroba aerobik dalam tangki kontak dapat berjalan secara efisien. Debit air limbah yang rendah menyebabkan waktu tinggal yang lebih lama dalam tangki kontak, sedangkan semakin besar debit *recycle* mikroba aerob yang masuk ke tangki stabilisasi, menunjukkan bahwa semakin besar jumlah konsentrasi mikroba pada tangki aerasi, namun jumlah mikroba juga harus dikontrol agar dapat mengolah limbah cair yang merupakan sumber makanannya.

### SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kadar COD dan BOD semakin besar seiring dengan semakin kecilnya laju alir limbah yang masuk ke tangki kontak. Sebaliknya, semakin besar laju alir *recycle* mikroba aerob yang masuk ke tangki stabilisasi, maka semakin signifikan penurunan kadar COD dan BOD. Penurunan kadar COD dan BOD pada proses pengolahan limbah kerupuk udang dengan teknologi kontak stabilisasi paling besar terjadi saat laju alir limbah masuk 8 liter/jam dan laju alir *recycle* mikroba aerob 12 liter/jam menghasilkan efisiensi penurunan COD sebesar 94,10% yaitu sebesar 60.75 mg/liter dan BOD sebesar 95,48% yaitu sebesar 24.16 mg/liter.

### SARAN

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait jumlah oksigen yang dialirkan menuju tangki kontak dan tangki stabilisasi. Pada penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan *flow* meter agar lebih mudah dalam mengatur debit air yang masuk serta dapat menambahkan batu aerator agar distribusi oksigen lebih merata selama proses pengolahan air limbah berlangsung.

### DAFTAR PUSTAKA

Alloway, Chibby. dan Flowers, Dave., 2013, Basic Activated Sludge Process Control, Water Environment Federation, Alexandria., hh.10-18

Anggraeni, Destika. Alexander Tunggul S, dan J.Bambang Rahadi W 2014, 'Pengaruh Volume Lumpur Aktif dengan Proses Kontak Stabilisasi Pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan', *Jurnal*

*Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, vol.1, no.3, hh.6-12

- Atima, Wa 2015, 'BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah', *Jurnal Biology Science & Education*, vol.4, no.1, hh.83-93
- Department of Environmental Protection, State of Maine 2017, Activated Sludge Process Control, US Environmental Protection Agency, United States, hh.6
- Gani, Husni Zaini Abdul., dkk 2022, 'Penerapan Metode Activated Sludge dalam Pengolahan Limbah Industri Tahu Beru', *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, vol.9, no.2, hh.135-143
- Ginting, P., 2017, *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, Yrama Widya, Bandung., hh.174
- Guyer J, Paul 2013, *Introduction to Secondary Wastewater Treatment*, Continuing Edu & Development Inc., Woodcliff Lake, hh.1-21
- Halim, Abdul., dkk 2022, 'Pengolahan Limbah Cair dengan Lumpur Aktif Aerobik: Studi Kasus Industri Minuman', *Jurnal Bhuwana*, vol.2, no.2, hh.184-190
- McAllister, Graeme and Parsons, Andrew F 2019, 'Going Green in Process Chemistry: Optimizing an Asymmetric Oxidation Reaction To Synthesize the Antiulcer Drug Esoepazole', *Journal of Chemical Education*, vol.96, hh.2617-2621
- Metcalf and Eddy., Tchobanoglous, G., Burton, F. L., and Stensel, H. D. 2016, *Wastewater engineering: Treatment and reuse (5th ed.)*, McGraw-Hill Companies Inc., New York., hh.585
- Notonugroho, Owen Jacob., dkk 2022, 'Model Parameter Kinetika Biologis Proses Lumpur Aktif Air Limbah Kertas Berdasarkan Variasi Waktu Detensi Pada Kondisi Tidak Tunak', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol.20, no.4, hh.829-840
- Pranoto, Kris., dkk 2019, 'Teknologi Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal', *Indonesian Mining Professionals Journal*, vol.1, no.1, hh.61-66
- Priyono, Agus., dkk 2012, *Kajian Aklimatisasi Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sagu Secara Aerob*, Prosiding SNTK TOPI
- Putri, Faralenggi Dimar Maulita., dkk 2017, 'Hubungan Perbandingan Total Nitrogen dan Total Fosfor dengan Kelimpahan Chrysophyta dua Perairan Waduk Panglima Besar Soedirman, Banjarnegara', *Scripta Biologica*, vol.1, no.1, hh.96-101
- Rahmayetty dkk 2019, 'Pengaruh Laju Alir Aerasi Terhadap Kualitas Effluent dalam Pengolahan

- Limbah Cair Industri Tepung Aren', *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol.7, no.2
- Said, Nusa Idaman 2006, 'Daur Ulang Air Limbah (Water Recycle) Ditinjau dari Aspek Teknologi, Lingkungan dan Ekonomi', *Jurnal Air Indonesia*, vol.2, no.2, hh.100-131.
- Suyasa, Wayan Budiarsa & I Made Arsa 2013, 'Penurunan Kadar Minyak dan COD Air Limbah Operasional Pembangkit Listrik dengan Flotasi dan Lumpur Aktif', *Jurnal Bumi Lestari*, vol.12. no.1, hh.98-105
- Tasbieh, Hayatric dkk 2015, 'Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Limbah Cair Pulp dan Kertas dengan Reaktor Kontak Stabilisasi', *Jom FTEKNIK*, vol.2, no.1, hh.1-9