http://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/industri/index ISSN 1412 - 2146 (Cetak)
Vol. 26 No.1, Hal. 40-52 (2023) ISSN 2721 - 5431 (Online)

Penurunan Kadar Limbah COD dan TSS Pada Limbah Kedelai

Munawar Ali[1], Didi Samanhudi[2]
[1]Program Magister Ilmu Lingkungan – Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
[2]Program Studi Teknik Industri - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Email: [1] munawar.tl@upnjatim.ac.id , [2] didi4work@gmail.com.

Abstrak

Salah satu proses pembuatan tempe yang menghasilkan limbah cair yaitu proses perendaman kedelai. Kedelai merupakan bahan baku pembuatan tempe yang termasuk bahan organik, maka dapat dipastikan pada proses perendaman kedelai juga mengandung banyak bahan organik. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan kandungan organik yang terdapat pada limbah industri tempe seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid (*TSS*)* yang besarnya secara berturut-turut adalah 5.600 mg/1 dan 500 mg/1. Saat ini belum adanya pengolahan terhadap limbah tempe sebelum dibuang ke badan air. Jika kadar COD dan TSS dalam suatu perairan itu tinggi maka dapat menyebabkan pencemaran dan terganggunya ekosistem air sehingga perlu adanya pengolahan penurunan kadar COD dan TSS.

Pada penelitian ini akan dilakukan cara untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair perendaman tempe dengan menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC), mengingat nilai COD adalah parameter yang sering di pakai acuan untuk melihat kondisi limbah cair. Penurunan kadar COD dan TSS ini diharapkan mampu memenuhi Baku Mutu Air Limbah tempe yang berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 dengan kadar maksimum COD 300 mg/1 dan TSS 100 mg/l, sehingga limbah cair perendaman kedelai dalam industri tempe ini aman dibuang ke badan air sehingga memenuhi standar lingkungan.

Efisiensi Penurunan COD yang maksimal yaitu pada kecepatan putaran 5 rpm dalam waktu kontak 4.5 jam di pengambilan sampel ke 5 dengan kadar penurunan COD sebesar 68%, sedangkan efisiensi penurunan COD terkecil yaitu pada kecepatan putaran 15 rpm dalam waktu kontak 1.5 jam dengan kadar penurunan sebesar 1.26%. Efisiensi Penurunan TSS yang baik yaitu kecepatan putaran 5 rpm dalam waktu, kontak 4.5 jam di pengambilan sampel ke 5 dengan kadar penurunan COD sebesar 72%, sedangkan efisiensi penurunan TSS terkecil yaitu pada kecepatan putaran 15 rpm dalam waktu kontak 1.5 jam dengan kadar penurunan sebesar 0.39%.

Kata Kunci : Limbah cair Tempe, Kadar COD, Kadar TSS, Baku Mutu Air

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan oleh sebuah industri saat ini semakin banyak yang dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Industri pengolahan tempe merupakan salah satu industri yang hasil limbahnya langsung dibuang ke badan air, sehingga ini akan berdampak pada lingkungan perairan. Setiap pembuatan tempe akan menghasilkan dampak positif dan negatif. Dampak positif dari pembuatan tempe yaitu menyediakan sumber pangan, namun dampak negatif dari pembuatan tempe yaitu menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan berasal dari limbah

padat (ampas kedelai) dan limbah cair. Sebagian besar limbah cair yang tidak digunakan akan langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu [1].

Salah satu proses pembuatan tempe yang menghasilkan limbah cair yaitu proses perendaman kedelai. Kedelai merupakan bahan baku pembuatan tempe yang termasuk bahan organik, maka dapat dipastikan pada proses perendaman kedelai juga mengandung banyak bahan organik [1]. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan kandungan organik yang terdapat pada limbah industri tempe seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid (*TSS*)* yang besarnya secara berturut-turut adalah 5.600 mg/1 dan 500 mg/1 [2]. Saat ini belum adanya pengolahan terhadap limbah tempe sebelum dibuang ke badan air. Jika kadar COD dan TSS dalam suatu perairan itu tinggi maka dapat menyebabkan pencemaran dan terganggunya ekosistem air sehingga perlu adanya pengolahan penurunan kadar COD dan TSS [3].

Penguraian bahan organik pada limbah perendaman kedelai dapat dilakukan dengan pemanfaatan pengolahan biologis yang menggunakan metode *Rotating Biological Contactor* (RBC). Metode ini memanfaatkan mikroorganisme aerob yang akan menempel dan membentuk biofilm pada media cakram atau disk yang diputar dengan kecepatan tertentu pada reaktor RBC, dengan adanya mikroorganisme yang menempel ada akan membantu dalam mendegradrasi bahan organik dalam limbah cair tersebut [4].

Pada penelitian ini akan dilakukan cara untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair perendaman tempe dengan menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC), mengingat nilai COD adalah parameter yang sering di pakai acuan untuk melihat kondisi limbah cair. Penurunan kadar COD dan TSS ini diharapkan mampu memenuhi Baku Mutu Air Limbah tempe yang berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 dengan kadar maksimum COD 300 mg/1 dan TSS 100 mg/l, sehingga limbah cair perendaman kedelai dalam industri tempe ini aman dibuang ke badan air.

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah Cair Tempe

Setiap hasil olahan tempe pasti akan menghasilkan limbah, salah satunya yaitu limbah cair yang berasal dari olahan kedelai [5]. Kandungan dalam limbah cair tempe ini banyak mengandung limbah organik, Kandungan dalam limbah organik dibagi menjadi 3, yaitu kimia, fisika, dan biologi. Kandungan kimia seperti protein, karbohidrat dan minyak kandungan fisika seperti, Padatan total, bau, suhu, kekeruhan dan warna; Kandungan biologi seperti adanya mikroorganisme patogen atau tidak [6].

Sumber Limbah Cair Tempe

Dalam proses pembuatan tempe air banyak digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian dan pengupasan kedelai. Banyaknya air yang digunakan dalam pengolahan kedelai ini mengakibatkan limbah cair yang cukup besar pula. Air limbah yang tidak dihasilkan oleh proses pembuatan tempe ini jika tidak dikelola dengan baik maka akan mencemari perairan, air tanah dan mengganggu estetika [3].

Karekteristik Limbah Cair

A. BOD (Biological Oxygen Demand)

Menurut Berutu dalam [7], BOD (Biological *Oxygen Demand*) adalah proses biologis yang terjadi di dalam air yang membutuhkan jumlah oksigen terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air dan digunakan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air. Menurut Rohman dalam [8], semakin besar konsentrasi BOD suatu perairan menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air yang juga tinggi. Dasar uji BOD adalah kemampuan metabolik mikroorganisme yang ditambahkan sebagai agen pendegradasi. Semakin tinggi BOD, maka semakin banyak bahan organik yang terkandung dalam air

B. COD *(Chemical Oxygen Demand)*

COD *(Chemical Oxygen Demand)* atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi/mendegradasi zat organik menjadi CO_2 dan H_20 yang ada dalam air limbah melalui reaksi kimia [9]. COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam penguraian bahan organik dengan cara kimia yang menggunakan oksidator kuat kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$), sehingga menurut Metcalf dan Eddy dalam [10], bahan organik yang mudah terurai maupun sulit terurai dalam limbah akan teroksidasi.

Nilai BOD akan selalu lebih rendah dibandingkan COD, hal ini di pengaruhi banyaknya senyawa yang mudah terdegradasi secara kimia daripada secara biologi karena akan membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pendegradasian kandungan organik. Semakin sedikit organisme yang hidup dalam suatu limbah, maka semakin banyak senyawa kimia yang dapat didegradasi [11].

C. TSS (Total Suspendet Solid)

TSS (Total Suspendet Solid) merupakan padatan yang mempunyai ukuran 2pm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Pengamatan TSS dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan. Semakin tingginya nilai TSS suatu perairan maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran diperairan tersebut, sehingga akan menghambat sinar matahari masuk ke dalam air [12]. Zat padat terapung artinya zat tersebut bersifat organik dan zat padat yang mengendap artinya dapat bersifat organik dan anorganik [9].

D. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme dalam air. Nilai pH biasanya akan mendekati netral, jika limbah dalam keadaan asam maka menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung asam organik yang banyak, dan
sebaliknya jika limbah dalam keadaan basa maka limbah tersebut hanya mengaduk sedikit kandungan organik, bakteri akan tumbuh secara subur pada pH Optimum antara 6.5 - 7.5. pH yang terlalu tinggi akan menghambat aktivitas mikroorganisme, sedangkan pH yang terlalu rendah akan mengakibatkan pertumbuhan jamur, dan terjadi persaingan dengan bakteri dalam metabolisme materi organik [6].

Baku Mutu

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Pengolahan Kedelai					
	Kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar *) (mg/1)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/1)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/1)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1.5	150	3	150	1.5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
pH	6 - 9					
Kuantitas air limbah paling tinggi (m^3/ton)	10		20		10	

Hasil Keputusan Permen LH No 5 Tahun 2014 juga di atur bergantung daerah asal limbah Menurut Pergub Jatim No 72 tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Kecap, Tahu, dan Tempe yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. Baku Mutu Limbah Cair

Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Kecap, Tahu, dan Tempe			
Parameter	Kecap	Tahu	Tempe
	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)	Kadar Maksimum (mg/l)
BOD_5	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6 – 9		
Vol air Limbah Maksimum (m^3/ton kedelai)	10	20	10

(Sumber: Pergub Jatim No 72 tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Kecap, Tahu, dan Tempe)

Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biologis

Pada pengolahan limbah yang mengandung bahan organik kebanyakan menggunakan pengolahan biologis untuk mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah, karena pada pengolahan biologis ini menggunakan aktifitas mikroorganisme. Kandungan limbah yang akan didegradasi oleh mikroorganisme seperti minyak, lemak, karbohidrat, protein, hidrokarbon, dan fenol menjadi senyawa organik sederhana dengan mengubahnya menjadi senyawa CO_2, CH_4, H_2, H_2S, air, dan energi yang dibutuhkan untuk proses pekembangbiakan mikroorganisme itu sendiri [13].

Menurut Kementerian Kesehatan, proses pengolahan limbah secara biologis dapat diolah dengan proses aerobik, anaerobik, dan kombinasi aeobik - anaerobik. Perkembangbiakan bakteri dalam proses biologi dibagi menjadi 3 yaitu

perkembangbiakan secara suspensi *(suspended growth),* perkembangbiakan secara melekat *(attached growht),* dan sistem *lagoon* atau kolam. Biofilm merupakan perkembangbiakan mikroorganisme dengan cara melekat pada permukaan media.

Salah satu contoh teknologi pengolahan biologis dengan cara mikroorganisme tumbuh melekat pada media adalah reaktor kontak biologis putar *Rotating Biological Contactor (RBC).*

Proses Pengolahan Limbah Secara Aerob

Pengolahan limbah secara aerobik sangat memerlukan keberadaan oksigen terlarut guna untuk mendegradasi senyawa organik menjadi senyawa yang tidak mencemari perairan yang akan digunakan oleh mikroorganisme dalam proses pendegradasian. Salah satu cara pengolahan limbah secara arobik adalah dengan metode RBC. Reaksi yang terjadi pada proses aerob sebagai berikut :

Zat organik + Mikroba + OZ » Sisa mikroba + C02 + H20 + energi..... (I)

Adapun penguraian ini terjadi dalam tiga tahap, yaitu :

1. Oksidasi sebagian limbah menjadi produk akhir untuk mendapatkan energi untuk pemeliharaan sel serta pembentukan serat-serat sel baru.

CHON + 02 + bakteri aerob » COZ + H20 + NH3 + Produk akhir lain + Energi..(II)

2. Sebagian limbah diubah menjadi jaringan sel baru dengan menggunakan sebagian energi yang dilepaskan selama oksidasi.

C51-170N + OZ + bakteri aerob + Energi » CSH7N02……(III)

3. Sel-sel baru akhirnya memakan selnya sendiri untuk mendapatkan energi untuk pemeliharaan sel.

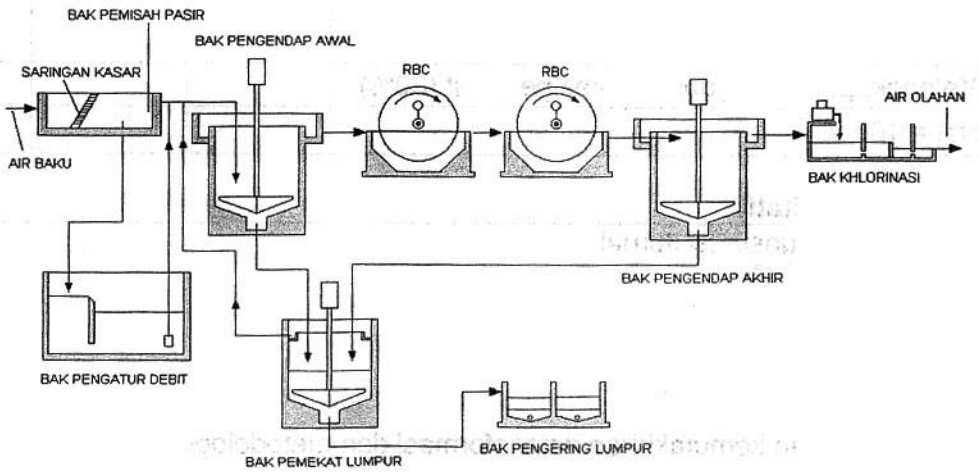
$C_5H_7O_2N + SO_2 \rightarrow {}_5CO_2 + {}_2H_2O$ + Energi..... (IV)

Menurut Kementerian Kesehatan, kecepatan reaksi suatu aerobik tidak dapat diubah sedemikian besar, namun dengan menyediakan populasi mikroorganisme yang banyak maka akan memungkinkan untuk mencapai kecepatan pemisahan material organik menjadi lebih besar. Populasi mikroba yang lebih besar memberikan kesempatan berlangsungnya adsorpsi awal terhadap koloidal, dan organik-organik terlarut disertai dengan sintesis sel-sel baru, sehingga setelah Waktu kontak yang relatif pendek sisa kandungan zat organik dalam larutan tersebut tinggal sedikit. Material organik yang terabsorpsi kemudian dioksidasi menjadi produk akhir secara aerobik.

Rotating Biological Contactor (RBC)

Rotating Biological Contactor (RBC) merupakan pengolahan limbah dengan menggunakan mikroorganisme yang melekat *(attached growth).* Media untuk pelekatkan mikroorganisme biasanya terbuat dari piringan (disk) tipis yang berbentuk bulat disusun secara seri atau paralel didalam reaktor, kemudian dialirkan aliran limbah secara kontinyu. Media biasanya berdiameter 2 - 4 mdengan tebal 0.8 mm, jarak antar media berkisar 30 - 40 milimeter. Media yang berputar diletakkan dalam keadaan tercelup sekitar 40% dari diameter disk, kirakira 95 % dari seluruh permukaan media tercelup kedalam air limbah dan berada di atas permukaan air limbah.

Kecepatan putaran untuk memutar disk sangat bervariasi antara 1 - 2 rpm [14]. Secara umum dalam pengolahan air limbah dengan sistem RBC terdiri dari bak pemisah pasir, bak pengendap awal, bak kontrol aliran, reaktor/kontaktor biologis putar (RBC), Bak pengendap akhir, bak khlorinasi, serta unit pengolahan lumpur [14]. Diagram proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC adalah seperti pada Gambar 2.1.

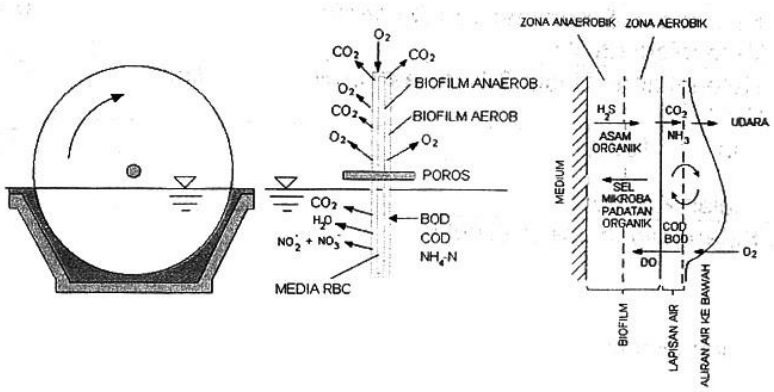


Gambar 2.1 Diagram Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem RBC [14]

2.6 Pertumbuhan Mikroorganisme dalam Reaktor RBC

Pertumbuhan mikroorganisme pada reaktor *Rotating Biological Contactor (RBC)* yang melekat pada media disk disebut dengan Biofilm. Biofilm yang melekat pada media disk akan menyerap senyawa organik yang ada di dalam air limbah yang mengalir pada media disk yang di lekati oleh biofilm, pada saat disk berputar jika disk di atas permukaan air maka biofilm akan menyerap oksigen dari udara atau oksigen terlarut, kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme untuk proses metabolisme atau perkembangbiakan, senyawa hasil proses perkembangbiakan akan keluar dari biofilm dan terbawa oleh aliran air yang akan menyebabkan terjadinya padatan tersuspensi [14].

Pertumbuhan mikroorganisme semakin lama akan semakin menebal, sehingga akan terjadi pengelupasan biofilm pada media disk dan akan menjadi padatan tersuspensi. Saat terjadi pengelupasan maka mikroorganisme akan mulai tumbuh lagi dengan sendirinya hingga terjadi keseimbangan senyawa organik yang ada dalam air limbah [14]. Penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme didalam media disk RBC dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. Mekanisme Proses Penguraian Senyawa Organik Oleh Mikroorganisme di dalam RBC [14]

Dapat dilihat pada Gambar 2.2 kandungan limbah yang ada dalam perairan seperti senyawa organik (BOD/COD), ammonia, fosfor, dan lainnya akan meresap pada biofilm yang melekat pada media disk. Pada saat terjadinya kelarutan oksigen untuk mendegradasi senyawa organik; biofilm akan menghasilkan energi yang akan diubah menjadi biomassa. Semakin banyaknya oksigen yang masuk kedalam air limbah maka dapat membantu proses penguraian senyawa organik yang stabil dapat dilihat pada aklimatisasi 30% hingga 80% dengan penyisihan pada range angka 50%. Penurunan kadar COD dianggap stabil jika penurunan kandungan organik fluktuasi < 10% [15], namun pada aklimatisasi 100% terjadi penurunan yang signifikan, artinya biofim sudah rnampu mendegradasi kadar COD semakin maksimal. Pada proses aklimatisasi biofilm yang terbentuk dan menempel pada media memiliki ketebalan film hingga ketebalan maksimum sebesar 0,05 - 0,15 dan dengan ketebalan maksimum tersebut biofilm dapat dikatakan hidup kuat menempel [14]. Setelah proses aklimatisasi berjalan dengan maksimal maka dapat dilanjutkan dengan proses penelitian utama.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berjalan ± 1 minggu setelah proses aklimatisasi berlangsung. Penelitian utama ini dilakukan secara *continue* dengan 2 tahapan proses yaitu proses pengolahan limbah pada bak RBC dan pada bak sedimentasi, kemudian setelah proses pengolahan limbah pada bak sedimentasi maka limbah akan dilakukan resirkulasi meuju bak RBC. Proses ini berjalan selama waktu kontak dan kecepatan yang telah ditentukan pada bak RBC. Pada penelitian utama ini digunakan waktu kontak selama 1.5 jam, 2.5 jam, 3.5 jam, 4.5 jam dan 5.5 jam, dimana dalam waktu setengah jam terakhir dari waktu kontak ini berada pada bak sedimentasi. Kecepatan putaran yang digunakan pada bak RBC sebesar 5, 10, 15 rpm, dan dalam setiap pergantian putaran akan dimulai dengan limbah baru selama waktu kontak berjalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi penurunan kadar COD berdasarkan variabel waktu kontak yang digunakan sebesar 1.5 jam, 2.5 jam, 3.5 jam, 4.5 jam dan 5.5 jam dan variabel kecepatan putaran 5 rpm, 10 rpm, dan 15 rpm. Penelitian ini dilakukan 5 kali pengambilan sampel pada bak sedimentasi dengan selang waktu 30 menit setelah waktu kontak berjalan.

Hasil persentase penyisihan untuk penurunan COD pada limbah perendaman kedelai menggunakan *Rotating Biological Contactor (RBC)* rata-rata hasil maksimal untuk efisiensi penurunan COD diperoleh pada kecepatan 5 rpm di setiap masing-masing waktu kontak. Semakin rendah kecepatan putaran, maka akan memberikan prosentase penurunan parameter semakin besar, namun jika kecepatan putaran semakin besar maka akan mengganggu proses pembentukan biofilm sehingga menjadi kurang optimal karena waktu kontak antara biofilm, air limbah dan oksigen menjadi kurang [4]. Pada waktu kontak 1.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm sebesar 20,17%, Gambar 4.4, pada waktu kontak 2.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm sebesar 22.29%, Gambar 4.5 pada waktu kontak 3.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm sebesar 34.70%, Gambar 4.6 pada waktu kontak 4.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm sebesar 68%, dan pada waktu kontak 5.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm sebesar 21.88%.

Persentase penyisihan COD seharusnya lebih besar daripada waktu kontak lainnya, namun hal ini dipengaruhi karena pada waktu kontak 5.5 jam telah terjadi pengelupasan biofilm. Pada saat lapisan biofilm bertambah tebal maka daya lekat mikroorganisme terhadap media penyangga tidak akan kuat menahan gaya berat lapisan biofilm dan akan terjadi pengelupasan biomassa, selain itu juga dapat disebabkan oleh pengikisan secara berlebihan saat mengalir melalui biofilm [17]. Menurut Pohan dalam [18], pengelupasan biofilm juga bisa diakibatkan karena meningkatnya konsentrasi awal limbah sehingga efisiensi penurunan COD akan semakin kecil, sehingga persentase pada waktu kontak 5.5 jam ini tidak mendapatkan hasil yang maksimal. Pada waktu kontak 4.5 jam prosentase penyisihan COD pada kecepatan 5 rpm mampu menurunkan kadar COD lebih dari 50%, yaitu sebesar 68%, hal ini disebabkan karena lamanya waktu kontak yang berlangsung selama proses penurunan kadar COD dalam bak RBC maupun bak sedimentasi. Jika waktu tinggal yang lebih lama maka kontak limbah dengan bakteri biofilm akan semakin panjang sehingga memberikan efisiensi penurunan konsentrasi pada kadar COD [19].

Penelitian ini dilakukan 5 kali pengambilan sampel pada bak sedimentasi dengan selang waktu 30 menit setelah waktu kontak berjalan, hasil persentase penyisihan untuk penurunan TSS pada limbah perendaman kedelai menggunakan *Rotating Biological Contactor (RBC)* yang dipengaruhi oleh waktu kontak ratarata hasil maksimal efisiensi penurunan TSS diperoleh pada kecepatan 5 rpm di setiap masing-masing waktu kontak. Pada waktu kontak 1.5 prosentase penyisihan TSS pada kecepatan 5 rpm sebesar 10,55%, pada waktu kontak 2.5 jam prosentase penyisihan TSS pada kecepatan 5 rpm sebesar 20.00%, pada waktu kontak 3.5 jam prosentase penyisihan TSS pada kecepatan 5 rpm sebesar 29.86 %, pada waktu kontak 4.5 jam prosentase penyisihan TSS pada kecepatan 5 rpm sebesar 72.92 %

dan pada waktu kontak 5.5 jam prosentase penyisihan TSS rata-rata mempunyai nilai negatif yang artinya tidak mengalami penurunan kadar TSS, melainkan meningkatkan kadar pencemar, sehingga pada waktu kontak 5.5 jam ini tidak bisa menyisihkan TSS.

Pada waktu kontak 5.5 jam tidak mampu menurunkan kadar TSS secara maksimal yaitu telah terjadinya pengelupasan biofilm pada waktu kontak tersebut. Pengelupasan lapisan biofilm terjadi karena dapat disebabkan adanya beban organik terlalu tinggi sehingga lapisan biofilm bagian dalam kurang oksigen sehingga terjadi pengelupasan [20]. Jika biofilm bertambah tebal maka daya lekat mikroorganisme terhadap media penyangga tidak akan kuat menahan gaya berat lapisan biofilm dan akan terjadi pengelupasan biomassa, juga dapat disebabkan oleh pengikisan secara berlebihan saat mengalir melalui biofilm [17], sehingga menyebabkan kadar TSS semakin tinggi dikarenakan adanya biomass yang mati. Prosentase penyisihan pada kecepatan 5 rpm dalam waktu kontak 4.5 jam mampu menurunkan kadar TSS lebih dari 50% yaitu 72%, hal ini di sebabkan lamaya waktu kontak yang berlangsung. Perlakuan dengan putaran lebih lambat dapat menurunkan TSS lebih besar karena waktu kontak antara biofilm dan air limbah akan lebih lama. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme aerob yang berfungsi sebagai pengurai dapat tumbuh dengan maksimal akibat proses aerasi sehingga dapat mempercepat penggumpalan endapan-endapan [20].

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Parameter COD dan TSS Limbah Perendaman Kedelai 1Vlenggunakan *Rotating Biological Contactor (RBC)*

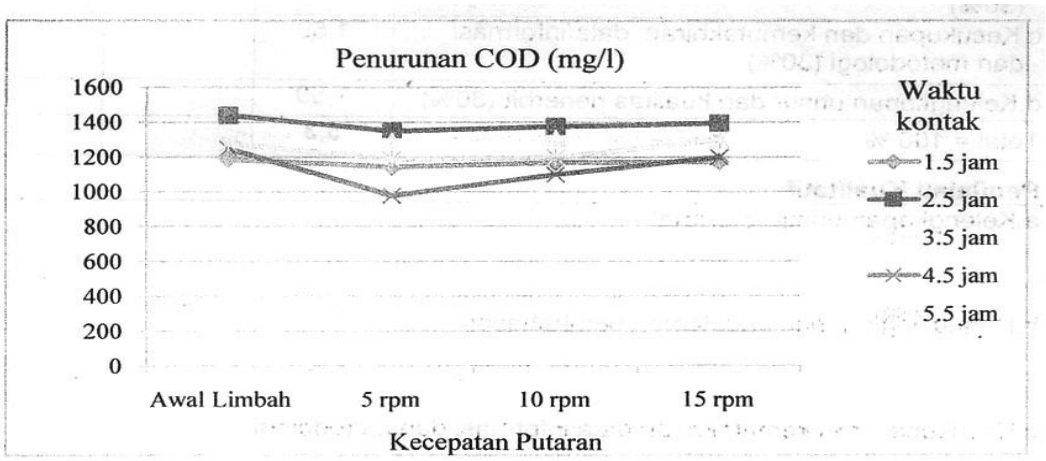
Pada Penelitian ini menggunakan waktu kontak dan kecepatan putaran sebagai variabel. Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 jam dengan kecepatan putaran 5, 10, 15 rpm. Pengaruh waktu kontak terhadap penurunan COD dapat dilihat pada Tabe14.3 dan Gambar 4.13. Pengaruh waktu kontak terhadap penurunan TSS dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Prosentase Penurunan Kadar COD

Waktu Kontak (jam)	Kadar awal (COD) (mg/l)	5 rpm		10 rpm		15 rpm	
		(COD) (mg/l)	% Penurunan	(COD) (mg/l)	% Penurunan	(COD) (mg/l)	% Penurunan
1.5	1190	1145	3.78%	1170	1.68%	1175	
2.5	1440	1350	6.25%	1376	4.44%	1394	
3.5	1340	1295	3.36%	1310	2.24%	1300	
4.5	1250	980	21.60%	1100	12.00%	1200	
5.5	1280	1190	7.03%	1200	6.25%	1300	

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)

ISSN 1412 - 2146 (Cetak)
ISSN 2721 - 5431 (Online)

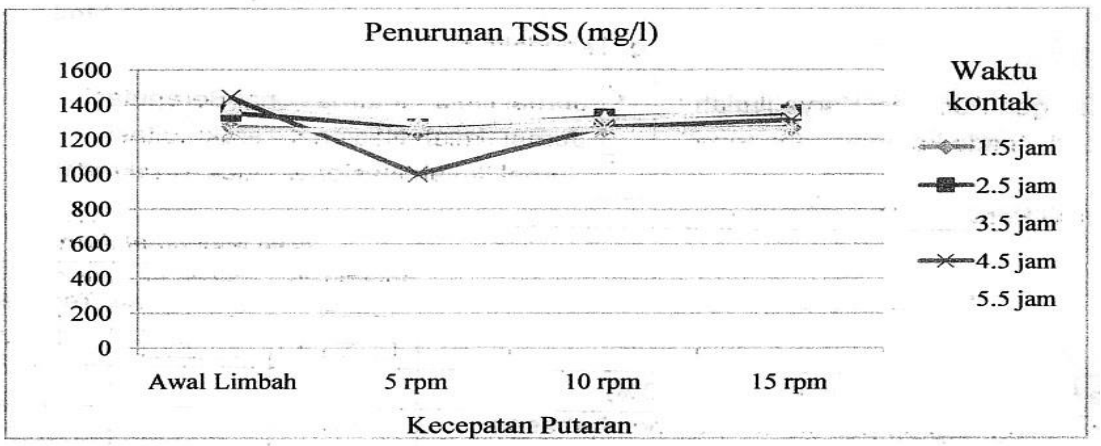


Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Kontak dan Kecepatan Putaran Terhadap Penurunan Kadar COD (mg/1)

Tabel 2. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Prosentase Penurunan Kadar TSS

Waktu Kontak (jam)	Kadar awal (COD) (mg/l)	5 rpm		10 rpm		15 rpm	
		(COD) (mg/l)	% Penurunan	(COD) (mg/l)	% Penurunan	(COD) (mg/l)	% Penurunan
1.5	1270	1240	2.36%	1259	0.87%	1265	0.39%
2.5	1350	1270	5.93%	1325	1.85%	1350	0.00%
3.5	1390	1285	7.55%	1315	5.40%	1365	1.80%
4.5	1440	1000	30.56%	1270	11.81%	1310	9.03%
5.5	1250	1256	-0.48%	1254	-0.32%	1260	-0.80%

(Sumber : Hasil Analisa, 2023)



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Kontak dan Kecepatan Putaran Terhadap Penurunan Kadar TSS (mg/1)

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. mengenai penurunan kadar COD maupun TSS mengenai hubungan waktu kontak dan kecepatan putaran untuk hasil maksimal penurunan COD dan TSS terjadi pada kecepatan putaran sebesar 5 rpm dan pada waktu kontak selama 4.5 jam. Hal ini dipengaruhi karena semakin lama waktu kontak dengan limbah dan semakin pelan kecepatan putaran akan mampu menurunkan beban pencemar secara efisien [20]. Hubungan antara COD dan TSS juga dapat dikatakan sebagai hubungan yang linear, dimana jika kadar COD meningkat maka nilai TSS pun akan meningkat, karena COD merupakan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dan TSS diakibatkan karena adanya suspensi dari senyawa-senyawa organik [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang di dapatkan adalah :

1) Efisiensi Penurunan COD yang maksimal yaitu pada kecepatan putaran 5 rpm dalam waktu kontak 4.5 jam di pengambilan sampel ke 5 dengan kadar penurunan COD sebesar 68%, sedangkan efisiensi penurunan COD terkecil yaitu pada kecepatan putaran 15 rpm dalam waktu kontak 1.5 jam dengan kadar penurunan sebesar 1.26%. Efisiensi Penurunan TSS yang baik yaitu kecepatan putaran 5 rpm dalam waktu, kontak 4.5 jam di pengambilan sampel ke 5 dengan kadar penurunan COD sebesar 72%, sedangkan efisiensi penurunan TSS terkecil yaitu pada kecepatan putaran 15 rpm dalam waktu kontak 1.5 jam dengan kadar penurunan sebesar 0.39%
2) Berdasarkan penelitian ini bahwa pengaruh waktu kontak 4.5 jam lebih efisien dalam menurunkan kadar COD dan TSS, karena pada waktu kontak 5.5 jam tidak dapat menurukan kadar COD dan TSS yang disebabkan pada waktu kontak 5.5 jam terjadi pengelupasan biofilm, sehingga menyebabkan kenaikan kadar COD dan TSS.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hudha, M. L, & Jimmy, M. (2014). Studi Penurunan Cod Dan Tss Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Proses Elektrokimia.

[2] Romli, M. (2009). Suprihatin,"Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya,". Jurnal Purifikasi, 10(2), 141-154.

[3] Riva, A. F., Sumiyati, S., & Wardana, I. W. (2014). Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Industri Pembuatan Tempe Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kombinasi Bioball Dan Limbah Kulit Kerang. Jurnal Teknik Lingkungan, 3(1), 1-11.

[4] Sayekti, R. W., Haribowo, R., Vivit, Y., & Prabowo, A. (2011). Studi Efektifitas Penurunan Kadar Bod, Cod dan Nh3 pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Rotating Biological Contactor. Jurnal Teknik Pengairan, 2(2), 182189.

[5] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 15 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.

[6] Doraja, P. H., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2012). Biodegradasi limbah domestik dengan menggunakan inokulum alami dari tangki septik. Jurnal Sains dan Seni ITS, 1(1), E44-E47.

[7] Inayah, N. (2022). Analisis Kualitas BOD (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) Air Sungai Dhurbugan Batuputih Sumenep. EVOLUSI: JOURNAL OF MATHEMATICS AND SCIENCES, 6(2), 59-62.

[8] Purnama, V. (2022). ANALISIS KADAR BOD (BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND) DAN COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND) PADA AIR SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN DI UPTD LABORATORIUM DINAS LINGKUNGAN HIDUP KABUPATEN MERANGIN. INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH (IJCR), 36-43.

[9] Suhardjo, D. (2008). Penurunan Cod, Tss Dan Total Fosfat Pada Septic Tank Limbah Mataram Citra Sembada Catering Dengan Menggunakan Wastewater Garden (Degradation of Cod, Tss and Total Phosphate in Septic Tank Wastewater of Mataram Citra Sembada Catering Using Wastewater). Jurnal Manusia dan lingkungan, 15(2), 79-89.

[10] Alisawi, H. A. O. (2020). Performance of wastewater treatment during variable temperature. Applied Water Science, 10(4), 89.

[11] Agustina, A., Suprihatin, I. E., & Sibarani, J. (2017). Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak dan lemak dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Trickling Filter. CAKRA KIMIA (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry), 4(2),137-145.

[12] Andini, V. M., Anjasmara, I. M., & Witasari, Y. (2015). Studi Persebaran Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Aqua Modis di Laut Senunu, Nusa Tenggara Barat. Geoid, 10(2), 204-213.

[13] Retnosari, A. A., & Shovitri, M. (2013). Kemampuan Isolat Bacillus sp. dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septik. Jurnal Sains dan Seni ITS, 2(1), E7El l.

[14] Said, N. I. (2011 a). Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Reaktor Biologis Putar (Rotating Biological Contactor) dan Parameter Disain. Jurnal Air Indonesia, 1(2).

[15] Syahrin, A., Andrio, D., & Veronika, N. (2016). Proses Seeding Dan Aklimatisasi Untuk Pengolahan Anaerob Limbah Cair Produksi Minyak Sawit. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains, 3(2), 1-5.

[16] Said, N. I. (2011 b). Teknologi pengolahan air limbah Dengan proses biofilm tercelup. Jurnal Teknologi Lingkungan, 1(2).

[17] Said, N. L, & Utomo, K. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Lumpur Aktif Yang Diisi Dengan Media Bioball. Jurnal Air Indonesia, 3(2).

[18] Hendrasarie, N., & Santosa, B. A. (2019). Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan Menggunakan Rotating Biological Contactor Modifikasi Sludge Zone. Journal of Research and Technology, 5(2), 168-177.

[19] Priyo, F. A., Suharto, B., & Susanawati, L. D. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD dan COD Limbah Tapioka dengan Metode Rotating Biological Contactor. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 2(1), 21-26.

[20] Laili, F. R., Susanawati, L. D., & Suharto, B. (2014). Efisiensi Disc Datar Dan Disc Baling-Baling Dengan Variasi Kecepatan Putaran Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Rotating Biological Contactor. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 1(2), 71-77.