
EFEKTIVITAS PENAMBAHAN *GREEN ADSORBENT* DI *SEQUENCING BATCH REACTOR* UNTUK MENURUNKAN PARAMETER BOD, TSS, DAN WARNA PADA LIMBAH INDUSTRI BATIK

Andhika Pratama dan Novirina Hendrasarie

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Saat ini industri dalam bidang produksi batik menjadi salah satu yang potensial untuk dikembangkan. Limbah yang dihasilkan dari industri batik akan menjadi suatu permasalahan bagi lingkungan. Salah satu teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien adalah *Sequencing Batch Reactor* (SBR). Prinsip operasi SBR adalah mengisi dan menarik (*fill and draw*), yang terdiri dari lima tahap yaitu pengisian, reaksi, pengendapan, pembuangan air olahan dan pembuangan lumpur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja SBR dengan penambahan *green adsorbent* dalam menurunkan kandungan BOD, TSS dan warna pada air limbah batik. SBR dioperasikan dengan waktu retensi hidrolik (HRT) dan konsentrasi limbah yang bervariasi, yaitu masing-masing sebesar 36 dan 48 jam dan konsentrasi limbah sebesar 50% dan 100% dengan penambahan karbon aktif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menguraikan parameter sesuai dengan baku mutu terutamanya tempurung kelapa dapat menurunkan COD sebesar 98,27%.

Kata kunci: Sequencing Batch Reactor (SBR), Air Limbah Batik, Green Adsorbent.

ABSTRACT

Currently, the industry in the field of batik production is one that has the potential to be developed. The waste generated from the batik industry will be a problem for the environment. One of the effective and efficient waste treatment technologies is Sequencing Batch Reactor (SBR). The operating principle is filling and interesting SBR(fillanddraw),which consists of five stages: charging, the reaction, precipitation, disposal of treated water and sludge disposal. This study aims to determine the performance of SBR with the addition of green adsorbent in reducing the BOD, TSS and color content of batik wastewater. SBR was operated with a hydraulic retention time (HRT) and varying waste concentrations, namely 36 and 48 hours respectively and waste concentrations of 50% and 100% with the addition of activated carbon. The results of this study indicate that activated carbon can describe parameters according to quality standards, especially coconut shells, which can reduce COD by 98.27%.

Keywords: Sequencing Batch Reactor (SBR), Batik Wastewater, Green Adsorbent.

PENDAHULUAN

Pada saat ini, pengolahan lingkungan menjadi hal yang sangat penting dilakukan mengingat peningkatan jumlah penduduk yang juga mempengaruhi peningkatan jumlah industri di Indonesia. Industri dalam bidang produksi batik menjadi salah satu yang potensial untuk dikembangkan. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair yang jumlahnya mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang dipergunakan dalam proses pembatikan. Semakin meningkatnya jumlah industri batik, maka limbah cair yang dihasilkan akan semakin besar. Namun, kenaikan jumlah industri batik ini tidak disertai dengan sistem pengolahan limbah yang baik. Seperti halnya pada salah satu sentra industri batik di wilayah Jetis, Sidoarjo yang berdiri sejak tahun 1675.

Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan atau pencelupan. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses pewarnaan antara lain zat warna asam, zat warna basa, zat warna direk, zat warna reaktif, zat warna naftol dan zat warna bejana. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Penggunaan bahan kimia tersebut menyebabkan limbah batik memiliki kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan warna yang tinggi. Jika limbah cair dibiarkan terus menerus mengalir ke saluran-saluran pembuangan, sungai, ataupun badan air tanpa diolah maka akan mengganggu lingkungan yaitu timbulnya bau busuk dan kematian organisme air sehingga perlu adanya pengolahan limbah cair batik untuk menurunkan beban pencemaran yang ada.

Penerapan pengolahan limbah lebih baik jika bisa diterapkan dengan biaya yang rendah, efektif, memiliki efisiensi ruang dan menggunakan teknologi yang mudah dioperasikan terutama untuk industri pengolahan air limbah. Untuk mewujudkan hal tersebut maka dalam penelitian kali ini akan mencoba menerapkan metode *Sequencing Batch Reactor* (SBR) yang merupakan salah satu alternatif pengolahan secara biologi. Penelitian yang dilakukan oleh Sri Moertinah (2010), membuktikan bahwa penambahan

karbon aktif membuat kerja lumpur aktif semakin meningkat. Sistem gabungan karbon aktif dan lumpur aktif dinilai lebih menguntungkan karena terdapat efisiensi biaya dan tingkat keberhasilan yang tinggi. Maka dari itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hal-hal yang telah dicapai dalam sistem pengolahan limbah ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di rumah penulis Jalan Dukuh Setro, Surabaya. Limbah yang digunakan adalah limbah industri batik dari home industry yang berada di Jetis, Sidoarjo. Pengambilan limbah dilakukan dengan cara yang sesuai dengan SNI 6989.59:2008. Pengambilan limbah dilakukan menggunakan gayung plastik kemudian dimasukkan ke dalam jerigen berukuran 30 liter dan 35 liter.

A. Alat dan Bahan

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Reaktor berbahan akrilik berbentuk tabung dengan volume 6,3 L
- *Air stone*
- *Air pump*
- *pH meter*

Bahan Penelitian

- Air limbah industri batik di Jetis, Sidoarjo
- Lumpur aktif
- Karbon aktif tempurung kelapa, arang bambu, dan zeolit

Karbon aktif butiran (GAC) yang digunakan terbuat dari tempurung kelapa, arang bambu, dan zeolit dengan ukuran partikel GAC yang digunakan pada penelitian ini sebesar 30 mesh. Pemilihan ukuran partikel GAC didasarkan pada penelitian terdahulu dengan zeolit, yang secara umumnya berkisar antara 0,2 mm hingga 0,5 mm dengan hasil efisiensi penurunan COD 80-87%. Dalam pemilihan ukuran partikel, juga didasarkan atas kemudahan ketika mencari GAC dengan spesifikasi yang sesuai serta rendah biaya, contohnya karbon aktif dapat mudah ditemukan di *Online Market Place* dengan spesifikasi:

Untuk tempurung kelapa

1. Merk : KDK *Activated Carbon*
2. Ukuran partikel : M30 = 0,595 mm
3. Iodine : 800 mg/g

Untuk arang bambu

1. Merk : KDK *Activated Carbon*
2. Ukuran partikel : 30 mesh
3. Iodine : 800 mg/g

Untuk zeolit

1. Merk : KDK *Activated Carbon*
2. Ukuran Partikel : 18 mesh
3. Iodine : 800 mg/g

Spesifikasi tersebut juga sudah sesuai dengan syarat-syarat mutu butiran karbon aktif menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan penelitian terdahulu, serbuk adsorben dimasukkan ke dalam reaktor diantara *fase fill* (pengisian) dan fase aerasi (reaksi) dengan dosis 1 g/L hingga 4 g/L dengan volume air limbah yang diolah ± 6 L. Pada penelitian ini dosis serbuk karbon aktif yang akan digunakan sebesar 4 g/L dengan volume air limbah yang diolah 6 L.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bervariasi dan memberikan pengaruh terhadap variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini ada 2, yaitu :

- Waktu retensi hidrolis (HRT) : 36 jam, 48 jam
- Konsentrasi limbah : 50% dan 100 %
- Media : Karbon aktif tempurung kelapa, arang bambu, dan zeolit alam

Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang diamati dan diukur, yang dimana nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini adalah:

- Bentuk reaktor
- Sampel limbah cair industri batik
- Waktu *filling* (pengisian) dan waktu *draw* (pengeluaran *efluen*)

Variabel Kontrol

- pH
- Suhu
- DO atau oksigen terlarut
- Volume lumpur
- Volume air limbah yang masuk dan keluar saat tahap *fill* dan *draw*

C. Prosedur Penelitian

1. Persiapan karbon aktif

- Siapkan karbon aktif tempurung kelapa
- Saring dengan ayakan berukuran 30 mesh
- Timbang karbon aktif dengan massa 4 g/l
- Karbon aktif yang telah ditimbang disiapkan di wadah adsorban reaktor untuk selanjutnya dipasang pada reaktor.

2. Cara Kerja Penelitian

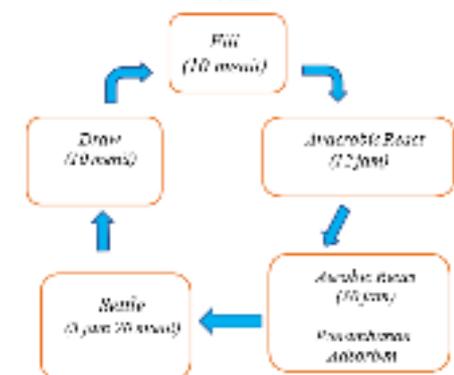


Gambar-1. Cara Kerja Penelitian

3. Mekanisme Kerja Reaktor SBR

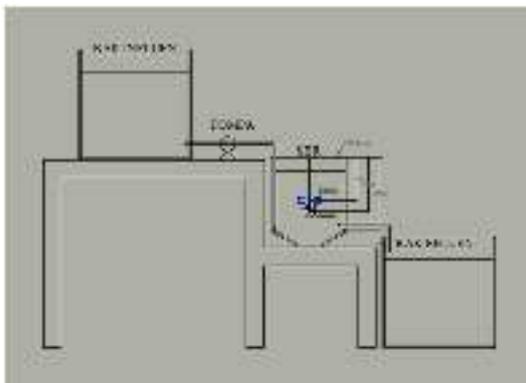


Gambar-2. Mekanisme Kerja Reaktor SBR 36 Jam



Gambar-3. Mekanisme Kerja Reaktor SBR 48 Jam

Berikut ini merupakan sketsa desain reaktor dan bak penampung yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada berikut:



Gambar-4. Sketsa Reaktor SBR modifikasi zona *sludge*

Dari tabel 1 menunjukkan hasil penyisihan tertinggi yaitu pada dosis koagulan 200 mg/L dengan persentase sebesar 72% dari TSS awal. Untuk itu dosis koagulan yang digunakan pada proses pre-treatment adalah 200 mg/l. Hasil dari koagulasi dan flokulasi tersebut yang digunakan proses aklimatisasi. Setelah mendapatkan dosis koagulan terbaik untuk *removal* TSS, maka dilakukan proses koagulasi dan flokulasi. Berikut adalah hasil dari proses koagulasi dan flokulasi :

Tabel-2. Hasil Analisa Proses Koagulasi dan Flokulasi

Parameter	Influen (mg/l)	Efluen (mg/l)	Persen Removal (%)
BOD	934,7	85,4	90,80%
COD	1965,6	306,7	84,4%
TSS	1140	840	26,4%
Warna	1603	727	54,64%

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu diawali oleh proses *seeding*, dimana proses tersebut dilakukan sampai tumbuh *biofilm*, hal tersebut ditandai dengan adanya lapisan lendir berwarna hitam yang menyelimuti permukaan dinding bak. Setelah melalui proses *seeding* dimana mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang biak telah mencukupi, maka dapat dilanjutkan proses aklimatisasi.

Sebelum proses aklimatisasi, dilakukan proses *pre-treatment* dengan proses koagulasi-flokulasi terlebih dahulu agar limbah yang dimasukkan kedalam bak aklimatisasi tidak terlalu parah. Dosis koagulan yang ditentukan melalui jartest dengan hasil sebagai berikut :

Tabel-1. Hasil Analisa Pehitungan Dosis Optimum Koagulan pada proses Pre-Treatment

No	Koagulan PAC (mg/L)	% Removal TSS
1	50	50%
2	100	56%
3	120	64%
4	150	69%
5	200	72%

Tabel 2 menunjukkan hasil penyisihan parameter penelitian yang dihasilkan proses koagulasi dan flokulasi. Penyisihan parameter BOD sebesar 90,80% , penyisihan parameter COD sebesar 84,4%. Penyisihan parameter TSS sebesar 26,4% dan penyisihan parameter warna sebesar 54,64%.

Proses aklimatisasi merupakan pengadaptasian mikroorganisme dengan air limbah. Aklimatisasi dilakukan secara bertahap yaitu dengan menaikkan konsentrasi air limbah sebesar 30%, 60%, dan 90%. Pentahapan konsetrasi air limbah bertujuan agar mikroorganisme beradaptasi dengan air limbah baru secara perlahan agar mikroorganisme tidak mengalami shock loading. Aklimatisasi dilakukan selama 7 hari hingga mikroorganisme dapat mendegradasi bahan organik pada konsentrasi limbah tertinggi. Pada proses ini dilakukan pengamatan penurunan nilai COD. Berikut ini merupakan penurunan COD pada saat proses aklimatisasi untuk setiap volume air limbah dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel-3. Penurunan COD saat Konsentrasi 90% Aklimatisasi

Jenis	Vol. Blanko (mL)	Vol. Titrasi (mL)	Vol. Sampel (mL)	N FAS	COD	% Removal
AB 36jam 100%	7,4	6,9	2,5	0,048	768	61%
AB 36jam 50%	7,4	7,1	2,5	0,048	460,8	77%
TK 36jam 100%	7,4	6,8	2,5	0,048	921,6	53%

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN GREEN ABSORBENT ... (ANDHIKA PRATAMA)

TK 36jam 50%	7,4	7,3	2,5	0,048	153,6	92%
Z 36jam 100%	7,4	7	2,5	0,048	614,4	69%
Z 36jam 50%	7,4	73	2,5	0,048	153,6	92%
AB 48jam 100%	7,4	7	2,5	0,069	883,2	55%
AB 48jam 50%	7,4	7,2	2,5	0,069	441,6	78%
TK 48jam 50%	7,4	7	2,5	0,069	883,2	55%
TK 48jam 100%	7,4	7,3	2,5	0,069	220,8	89%
Z 48jam 100%	7,4	7,1	2,5	0,069	662,4	66%
Z 48jam 50%	7,4	7,3	2,5	0,069	220,8	89%

B. Kemampuan Karbon Aktif pada SBR dalam Menurunkan Parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD₅), Total Suspended Solids (TSS), dan Warna

Setelah proses aklimatisasi selesai dengan menghasilkan penurunan nilai COD yang baik, selanjutnya memasuki proses SBR dengan 100% air limbah pada proses pengoperasian SBR dengan penambahan karbon aktif pada proses aerobik.

1. Penurunan Parameter BOD₅

Parameter BOD₅ merupakan salah satu parameter yang digunakan pada penelitian ini. Berikut ini adalah efisiensi penyisihan BOD₅ pada masing-masing jenis karbon aktif dan variasi HRT yang dihasilkan selama proses pengoperasian SBR yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel-4. Pengaruh Karbon Aktif terhadap Penurunan BOD₅ dengan Variasi Waktu Tinggal dan Konsentrasi Limbah

Karbon Aktif	HRT (jam)	Konsentrasi Limbah (%)	BOD Inf (mg/L)	BOD Eff (mg/L)	Penyisihan %	Baku mutu (mg/l)
TK	36	100%	85,4	16,1	81,15	60
AB				6,02	92,95	
Z				9,12	89,32	
TK	36	50%	85,4	1,48	98,27	60
AB				2,71	96,83	
Z				9,05	89,40	
TK	48	100%	85,4	1,54	98,20	60
AB				2,03	97,62	
Z				1,88	97,80	
TK	48	50%	85,4	1,84	97,85	60
AB	48	50%	85,4	2,1	97,54	60
Z				3,2	96,25	

Data pada tabel di atas diperoleh dari proses *running* dengan 3 jenis variasi karbon aktif, 2 jenis variasi waktu retensi hidrolis (HRT) dan 2 jenis konsentrasi limbah. Pengaruh HRT terhadap BOD₅ pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 100% dapat menurunkan 81,15 %, 92,95% dan 89,32%. Sedangkan, pada HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 50% secara berturut-turut dapat menurunkan 98,27%, 96,83%, 89,40 %.

Pengaruh HRT terhadap BOD₅ pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 48 jam dapat

menurunkan lebih baik dibandingkan HRT 36 jam. Reaktor dengan HRT 48 jam dengan konsentrasi limbah 100% secara berturut-turut dapat menurunkan 98,20%, 97,62%, dan 97,80%. Reaktor dengan HRT 48 jam dengan konsentrasi limbah 50% dapat menurunkan BOD₅ sebesar 97,84%, 97,54%, dan 96,25%.

2. Penurunan Parameter TSS

Parameter TSS merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan SBR dalam menurunkan konsentrasi TSS dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini :

Tabel-5. Pengaruh Karbon Aktif terhadap Penurunan TSS dengan Variasi Waktu Tinggal dan Konsentrasi Limbah

Karbon Aktif	HRT (jam)	Konsetrasi Limbah (%)	TSS influen (mg/l)	TSS efluen(mg/l)	Persen Penyisihan %	Baku Mutu (mg/l)
TK	36 jam	100%	840	180	78,57%	100
AB				200	76,19%	
Z				480	42,86%	
TK	36 jam	50%	840	120	85,71%	100
AB				140	83,33%	
Z				280	66,67%	
TK	48 jam	100%	840	160	80,95%	100
AB				180	78,57%	
Z				240	71,43%	
TK	48 jam	50%	840	100	88,10%	100
AB				120	85,71%	
Z				200	76,19%	

Data pada tabel di atas diperoleh dari proses *running* dengan 3 jenis variasi karbon aktif, 2 jenis variasi waktu retensi hidrolis (HRT) dan 2 jenis konsentrasi limbah. Pengaruh HRT terhadap TSS pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 100% dapat menurunkan 78,57%, 76,19% dan 42,86%. Sedangkan, pada HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 50% secara berturut-turut dapat menurunkan 85,71%, 83,33%, 66,67%.

Pengaruh HRT terhadap TSS pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 48 jam dapat

menurunkan lebih baik dibandingkan HRT 36 jam. Reaktor dengan HRT 48 jam dengan konsentrasi limbah 100% secara berturut-turut dapat menurunkan 80,95%, 78,57%, dan 71,43%. Reaktor dengan HRT 48 jam dengan konsentrasi limbah 50% dapat menurunkan TSS sebesar 88,10%, 85,71%, dan 76,19%.

3. Penurunan Parameter Warna

Parameter warna merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan SBR dalam menurunkan konsentrasi warna dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini :

Tabel-6. Pengaruh Karbon Aktif terhadap Penurunan Warna dengan Variasi Waktu Tinggal dan Konsentrasi Limbah

Karbon Aktif	HRT (jam)	Konsetrasi Limbah (%)	Warna influen (mg/l)	Warna efluen(mg/l)	Persen Penyisihan %
TK	36 jam	100%	727	197	72,90%
AB				237	67,40%
Z				298	59,01%
TK	36 jam	50%	727	156	78,54%
AB				201	72,35%
Z				127	82,53%
TK	48 jam	100%	727	147	79,78%
AB				130	82,12%
Z				155	78,68%
TK	48 jam	50%	727	98	86,52%
AB				90	87,62%
Z				88	87,90%

Data pada tabel di atas diperoleh dari proses *running* dengan 3 jenis variasi karbon aktif, 2 jenis variasi waktu retensi hidrolis (HRT) dan 2 jenis konsentrasi limbah. Pengaruh HRT terhadap warna pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 100% dapat menurunkan 72,90%, 67,40% dan 59,01%. Sedangkan, pada HRT 36 jam dengan konsentrasi limbah 50% secara berturut-turut dapat menurunkan 78,54%, 72,35%, 82,53%.

Pengaruh HRT terhadap Warna pada masing-masing karbon aktif dapat dilihat bahwa reaktor dengan HRT 48 jam dapat menurunkan lebih baik dibandingkan HRT 36 jam. Reaktor dengan HRT 48 jam

dengan konsentrasi limbah 100% secara berturut-turut dapat menurunkan 79,78%, 82,12%, dan 78,68%. Reaktor dengan HRT 48 jam dengan konsentrasi limbah 50% dapat menurunkan warna sebesar 86,52%, 87,62%, dan 87,90%.

C. Pengaruh HRT dan *Green Adsorbent* terhadap Kualitas Efluen berdasarkan Baku Mutu

Pada penelitian ini yang diteliti adalah BOD₅, TSS dan warna. Pengaruh *green adsorben* dalam kemampuan masing-masing karbon aktif dalam menurunkan presentase baku mutu. Kemampuan karbon aktif paling efektif dalam menurunkan masing-masing baku mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel-7. Perbandingan Kualitas Efluen berdasarkan Baku Mutu

Parameter	Karbon Aktif	HRT (jam)	Konsetrasi Limbah	Inf (mg/L)	Eff (mg/L)	Penyisihan %	Baku Mutu (mg/l)
BOD ₅	TK	36	50%	85,4	1,48	98,27%	60
	TK	48	100%	85,4	1,54	98,20%	60
TSS	TK	48	50%	840	100	88,10%	100
WARNA	Z	48	50%	727	88	87,90%	-

Tabel 7 di atas menunjukkan kemampuan terbaik karbon aktif dan pengaruh variasi HRT dalam menurunkan parameter hingga mencapai titik sesuai dengan baku mutu. Dapat diketahui dari percobaan yang telah dilakukan bahwa karbon aktif tempurung kelapa dapat mengurangi parameter BOD₅ lebih baik dari karbon aktif lainnya. Tempurung kelapa dapat mengurangi paramater BOD₅ terbaik di HRT 36 jam dengan penyisihan 98,27% sehingga kadar BOD₅ hanya 1,48mg/L dalam limbah batik. Dengan demikian pemberian aerasi yang cukup menyebabkan mikroorganisme dalam sistem pengolahan limbah ini berkembang dengan baik dalam mendegradasi parameter BOD₅ yang ada dalam air limbah dengan memanfaatkan oksigen dari pemberian aerasi tersebut (Rahmayetty dkk, 2018).

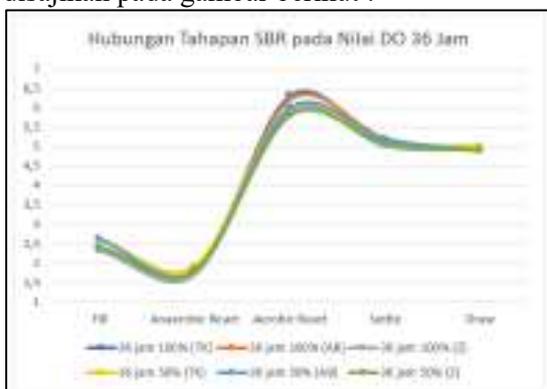
Pada parameter TSS, tempurung kelapa juga mampu mengurangi TSS pada limbah batik hingga 88,10%, hal ini membuktikan bahwa tempurung kelapa efektif dijadikan sebagai adsorben. Selanjutnya, karbon aktif yang dapat

mendegradasi parameter warna terbaik adalah zeolit. Karbon aktif zeolit pada percobaan ini mampu menurunkan warna hingga 87,90% penyisihan. Zeolit mampu menjernihkan warna pada limbah batik meskipun kecerahannya tidak bisa mencapai 100%. Zat warna reaktif (zat warna direk, asam, basa, mordan, belerang, bejana, naftol, dispersi, dan reaktif) adalah kromofor yang mengandung gugus yang aktif dan reaktif terhadap permukaan pada bahan tertentu. Zat warna ini memiliki gugus reaktif monoklorotriazina dan vinil sulfon yang juga dapat diaplikasikan untuk serat protein, yaitu wool dan nilon. Zat warna reaktif seperti zat warna azo umumnya mempunyai sifat sulit terbiodegradasi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Manurung, R., 2004).

D. Kondisi Parameter Pendukung DO pada SBR

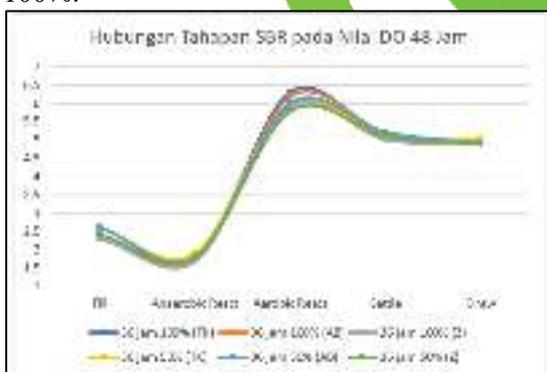
DO merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh pada proses pengoperasian SBR. Nilai DO akan

menentukan seberapa besar nilai oksigen terlarut dalam reaktor yang berpengaruh terhadap kinerja mikroorganisme dalam reaktor. Berikut merupakan hasil uji parameter DO pada proses SBR untuk disajikan pada gambar berikut :



Gambar-5. Hubungan Tahapan Proses SBR Terhadap Nilai DO Pada HRT 36 Jam

Pada Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan tahapan proses SBR terhadap nilai DO pada HRT 36 jam. Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa pada tahap aerob react nilai DO meningkat, hal tersebut dikarenakan adanya suplai oksigen yang tinggi dari proses aerasi. Pada HRT 36 jam nilai DO tertinggi adalah variasi Tempurung Kelapa pada konsentrasi limbah 100%.



Gambar-6. Hubungan Tahapan Proses SBR Terhadap Nilai DO Pada HRT 48 Jam

Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan bahwa grafik hubungan tahapan proses SBR terhadap nilai DO pada HRT 48 jam. Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa pada tahap aerob react nilai DO meningkat, hal tersebut dikarenakan adanya suplai oksigen yang tinggi dari proses aerasi. Pada HRT 48 jam nilai DO tertinggi adalah variasi Tempurung Kelapa pada konsentrasi limbah 100%.

E. Identifikasi Mikroorganisme pada (Sequencing Batch Reactor) SBR

Identifikasi mikroorganisme dalam reaktor SBR untuk mengetahui jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses penyisihan bahan-bahan organik pencemar selama pengoperasian reaktor. Identifikasi bakteri dilakukan di BBLK Surabaya.

Sesuai hasil uji bakteri di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, menunjukkan bakteri yang terdapat pada proses SBR ini adalah *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Bakteri *Pseudomonas* termasuk pada filum *Proteobacteria*. Bakteri ini bekerja pada proses denitrifikasi, mengubah nitrat menjadi nitrit dan melepas gas nitrogen. Proses denitrifikasi menjadi proses penguraian lanjutan dari nitrifikasi untuk mengurai kadar pencemar. Mikroorganisme yang ada pada media merupakan grup yang sama dengan organisme pada lumpur aktif (Said, 2017).

Pseudomonas termasuk bakteri dalam golongan PAO (bakteri pengumpul polifosfat). Beberapa bakteri yang termasuk golongan PAO adalah *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Moraxella*, *E. Coli*, *Mycobacterium* dan *Beggiatoa* (Khusnuryani, 2008). *Bacillus, sp* bersifat aerob dan fakultatif anaerob. *Bacillus, sp* jugamerupakan salah satu bakteri yang bermanfaat dalam proses pengolahan air limbah. *Bacillus, sp*. Dapat memproduksi enzim ekstraseluler pengurai selulosa dan hemiselulosa. *Bacillus* berperan dalam proses denitrifikasi. Pada kondisi anaerobik serta adanya substrat organik, organisme denitrifikasi seperti *Bacillus* dapat menggunakan nitrat sebagai elektron akseptor selama proses respirasi.

Bacillus, sp memiliki kemampuan untuk memanfaatkan bahan organik dalam limbah dengan cara melepaskan enzim untuk menguraikan senyawa organik sehingga menghasilkan produk sampingan berupa karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), hidrogen (H₂), air (H₂O) dan energi sebagai penunjang aktivitas metabolisme (Retnosari dan Shovitri, 2013)

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Proses *Pretreatment* menggunakan koagulasi dan flokulasi pada pengolahan limbah batik melalui *jartest* mendapatkan koagulan optimal untuk penurunan TSS sebesar 840 mg/L dengan penurunan 26,4 %.
2. *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dengan penambahan green adsorben untuk efektifitas penyisihan BOD₅ yang optimal menggunakan *adsorben* tempurung kelapa pada HRT 36 jam dikonsentrasi limbah 50% dengan efektifitas penyisihan BOD₅ sebesar 98,27% dan pada HRT 48 jam dikonsentrasi limbah 100% sebesar 98,20%. Kemudian untuk efektifitas penyisihan TSS yang optimal menggunakan *adsorben* tempurung kelapa pada HRT 48 jam dikonsentrasi 50% dengan efektifitas penyisihan TSS sebesar 93%. Sedangkan untuk efektifitas penyisihan warna yang optimal menggunakan adsorben zeolite pada HRT 48 jam dikonsentrasi limbah 50% dengan efektifitas penyisihan warna sebesar 87,90%.
3. Pada penelitian ini penambahan karbon aktif dapat mempengaruhi penurunan parameter BOD₅, TSS, dan warna dimana karbon aktif tempurung kelapa dapat menurunkan BOD₅ sebesar 1,48 mg/L dari baku mutu yang ditetapkan sebesar 60 mg/L. Karbon aktif tempurung kelapa juga menurunkan TSS paling tinggi sebesar 80 mg/L dari baku mutu yang ditetapkan sebesar 100 mg/L. Sedangkan, untuk penurunan parameter warna dimana karbon aktif zeolit paling efektif sebesar 88 mg/L. Tetapi, untuk baku mutu warna masih belum ada yang ditetapkan.
4. Pada penelitian ini penambahan green *adsorben* pada *Sequencing Batch Reactor* mempengaruhi karakteristik DO serta mempengaruhi penurunan BOD₅, TSS, dan warna dimana nilai DO terbaik terdapat pada pengolahan limbah batik dengan variasi karbon aktif tempurung kelapa dikonsentrasi limbah 100% pada HRT 36 jam dan 48 jam.

5. Mikroorganisme yang terdapat pada media reaktor *Sequencing Batch Reactor* (SBR) untuk efektifitas penyisihan BOD₅, TSS, dan warna adalah *Pseudomonas* dan *Bacillus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Khusnuryani, A. (2008). Mikroba sebagai Agen Penurun Fosfat pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. *In Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Yogyakarta.*
- Manurung, R., & Hasibuan, R. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob–Aerob. *e-USU Repository, Universitas Sumatera Utara.*
- Moertinah, S., Yuliasuti, R., & Yuliasni, R. (2010). Peningkatan kinerja lumpur aktif dengan penambahan karbon aktif dalam pengolahan air limbah industri tekstil pewarnaan dengan zat warna indigo & sulfur. *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*, 4(1).
- Rahmayetty, R., Kanani, N., & Wardhono, E. Y. (2018). Pengaruh penambahan PLA pada pati terplastisasi gliserol terhadap sifat mekanik blend film. *Prosiding Semnastek.*
- Retnosari, A. A., & Shovitri, M. (2013). Kemampuan isolat *Bacillus* sp. dalam mendegradasi limbah tangki septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(1), E7-E11.
- Said, N. I., 2017. Teknologi Pengolahan Air Limbah. Jakarta: Erlangga. *sequencing batch reactor process. Bioresource Technology*, 100(14), 3506- 3512