



**PENERAPAN *SEQUENCING BATCH REACTOR*  
DALAM AIR LIMBAH TAHU TERHADAP  
PENURUNAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND***

**Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna memperoleh gelar  
sarjana dalam bidang Ilmu Teknik Kimia

**Oleh**

**Adi Mahendra**  
2013620026

Pembimbing :

**Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2017**

No. Kode	: IK MAH p / 17
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Ind	: 4232- FTI / SKP 33499
Divisi	:
Hadiah	:
Dari	: FTI



## LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **PENERAPAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* DALAM AIR LIMBAH TAHU TERHADAP PENURUNAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND***

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 19 Januari 2017

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU



### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Mahendra

NRP : 6213026

Dengan ini menyatakan bahwa laporan skripsi dengan judul :

### **PENERAPAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* DALAM AIR LIMBAH TAHU TERHADAP PENURUNAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND***

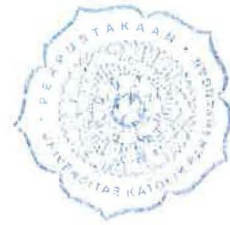
Adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 19 Januari 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by a vertical line and a horizontal stroke, ending in a small dash.

Adi Mahendra  
(6213026)



**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : PENERAPAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* DALAM AIR LIMBAH TAHU TERHADAP PENURUNAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND***

Catatan :

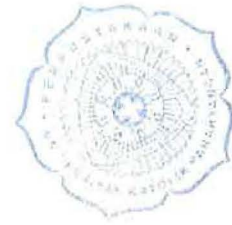
Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 19 Januari 2017

Penguji 1

**Susiana Prasetyo, S.T., M.T.**

Penguji 2

**Hans Kristianto, S.T., M.T.**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Penerapan *Sequencing Batch Reactor* pada Air Limbah Tahu” sesuai waktu yang telah ditentukan. Pada penyusunan Proposal Penelitian dan Seminar ini Penulis mendapat banyak bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU. selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, memberi arahan dan memberikan masukan serta pengetahuan kepada penulis selama penyusunan proposal penelitian ini.
2. Bapak Endang selaku direksi dari pabrik tahu NJ Food yang mengizinkan penulis untuk meneliti air limbah pabrik tahu.
3. Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan dan motivasi selama dalam penyusunan proposal penelitian ini.
4. Teman-teman yang selalu memberi dukungan dan semangat selama penyusunan proposal penelitian ini.
5. Dan semua pihak lain yang telah ikut serta memberikan bantuan dan dorongan dalam proses penyusunan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dalam kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat membantu Penulis demi kesempurnaan laporan penelitian ini. Akhir kata, Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan laporan penelitian ini terdapat banyak kesalahan. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca

Bandung, 9 Januari 2016

Adi Mahendra  
2013620026



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	iv
INTISARI .....	v
ABSTRACT .....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tema sentral masalah penelitian <i>sequencing batch reactor</i> .....	2
1.3 Identifikasi masalah penelitian.....	2
1.4 Premis.....	2
1.4 Tujuan penelitian.....	2
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Proses Pembuatan Tahu.....	4
2.2 Karakteristik air limbah industri tahu.....	6
2.3 <i>Sequencing batch reactor</i> .....	7
2.4 <i>Bacillus licheniformis</i> .....	9
2.5 <i>Chemical oxygen demand</i> .....	10
2.6 <i>Biochemical oxygen demand</i> .....	10
BAB III BAHAN DAN METODA PENELITIAN .....	12

3.1	Waktu penelitian.....	12
3.2	Lokasi penelitian .....	12
3.3	Alat.....	12
3.4	Bahan.....	14
3.5	Prosedur percobaan .....	15
3.5.1	Percobaan pendahuluan .....	15
3.5.2	Percobaan utama .....	18
3.7	Jangka Waktu Penelitian.....	20
BAB IV PEMBAHASAN.....		22
4.1.	Percobaan pendahuluan.....	18
4.2.	Analisa <i>chemical oxygen demand</i> air limbah tahu pabrik NJ Food .....	22
4.3.	Perlakuan awal air limbah tahu pabrik NJ Food .....	22
4.4.	Analisa <i>chemical oxygen demand</i> air limbah tahu pabrik NJ Food pada SBR skala 10 liter.....	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		27
5.1.	Kesimpulan spesifik .....	27
5.2	Kesimpulan umum .....	27
5.3	Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....		28
LAMPIRAN A .....		30
PROSEDUR ANALISIS .....		30
A.1	Analisis Limbah dengan pH meter.....	30
A.2	Analisis Konsentrasi COD dengan Titrasi Ferro Ammonium Sulfat.....	30
LAMPIRAN B MATERIAL SAFETY DATA SHEET .....		31
B.1	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> – Potassium dichromate <sup>[18]</sup> .....	31
B.2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – Sulphuric acid <sup>[19]</sup> .....	32

LAMPIRAN C HASIL ANTARA .....	33
C.1 Penurunan <i>chemical oxygen demand</i> air limbah buatan pada konsentrasi inokulum 0.5% terhadap variasi laju alir udara .....	33
C.2 Penurunan <i>chemical oxygen demand</i> air limbah buatan pada konsentrasi inokulum 2% terhadap variasi laju alir udara .....	33
C.3 Penurunan <i>chemical oxygen demand</i> air limbah pada konsentrasi inokulum 5% terhadap variasi laju alir udara .....	34
C.4 Penurunan <i>chemical oxygen demand</i> air limbah pabrik tahu NJ Food pada konsentrasi inokulum 5% dan laju alir udara 500 ml/menit.....	34
C.5 Penurunan <i>chemical oxygen demand</i> air limbah pabrik tahu NJ Food pada konsentrasi inokulum 10% dan laju alir udara 500 ml/menit.....	34
LAMPIRAN D GRAFIK .....	35
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	37
E.1 Penentuan nilai <i>chemical oxygen demand</i> dengan metode titrasi FAS .....	37
E.2 Rancangan percobaan dua faktorial untuk analisa air limbah buatan .....	37
E.3 Desain <i>sequencing batch reactor</i> berdasarkan <i>rule of thumb</i> .....	38
E.4 Perhitungan efisien penurunan <i>chemical oxygen demand</i> .....	38
LAMPIRAN F DOKUMENTASI.....	39



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Proses pembuatan tahu .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Skema jenis produk industri tahu .....	5
<b>Gambar 2.3</b> Air limbah dari industry tahu .....	7
<b>Gambar 2.4</b> Skema proses SBR .....	7
<b>Gambar 2.5</b> <i>Bacillus licheniformis</i> .....	10
<b>Gambar 3.1</b> Skema rangkaian alat <i>sequencing batch reactor</i> .....	12
<b>Gambar 3.2</b> Bioreaktor <i>sequencing batch reactor</i> .....	14
<b>Gambar 3.3</b> Skema pembuatan inoculum <i>Bacillus lincheniformis</i> .....	15
<b>Gambar 3.4</b> Skema pembuatan air limbah buatan .....	16
<b>Gambar 3.5</b> Skema penentuan kadar COD air limbah tahu.....	16
<b>Gambar 3.6</b> Diagram alir percobaan pendahuluan.....	17
<b>Gambar 3.7</b> Diagram alir analisa COD air limbah pabrik tahu NJ Food.....	18
<b>Gambar 3.8</b> Diagram alir pengkondisian awal air limbah pabrik tahu NJ Food .....	18
<b>Gambar 3.9</b> Diagram alir percobaan utama .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Grafik penurunan COD laju alir udara terhadap vairasi konsentrasi inoculum .....	19
<b>Gambar 4.2</b> Grafik penurunan COD pada lajur alir 500 ml/menit terhadap vairasi kadar inoculum. ....	21
<b>Gambar 4.3</b> Grafik penurunan COD pada konsentrasi inoculum 5g/L terhadap variasi laju alir udara .....	21
<b>Gambar 4.4</b> Limbah air tahu Pabrik NJ Food .....	22
<b>Gambar 4.5</b> <i>Sequencing Batch Reactor</i> .....	23
<b>Gambar 4.6</b> Grafik perbandingan penurunan COD pada inoculum 5g/L dan 10g/L .....	24
<b>Gambar A.1</b> Diagram alir analisa pH dengan pH meter .....	30
<b>Gambar A.2</b> Diagram alir analisis konsentrasi dengan titrasi Ferro Ammonium Sulfat ...	30

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Baku mutu air limbah permen LH No. 15 Tahun 2008 .....	11
<b>Tabel 3.2</b> Rencana penelitian.....	20
<b>Tabel 4.1</b> Data penurunan <i>chemical oxygen demand</i> limbah buatan.....	20
<b>Tabel 4.2</b> Data <i>analysis of variance</i> .....	20



## INTISARI

Industri tahu menghasilkan limbah cair dan padat dengan *Chemical Oxygen Demand* di atas standar Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. *Sequencing batch reactor* merupakan bioreaktor konvensional dan mudah mengatasi limbah industri tahu. **Tujuan penelitian** ini ialah mempelajari konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis*, laju alir udara masuk SBR, dan interaksi antara konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* dan laju alir terhadap penurunan *Chemical Oxygen Demand* dalam air limbah tahu. **Manfaat penelitian** penerapan *sequencing batch reactor* adalah meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses pembuatan tahu dan menciptakan industri tahu tanpa limbah, menambah khasnah ilmu teknik/bioteknologi penerapan *sequencing batch reactor* pada limbah cair tahu,

**Metode penelitian** yang digunakan meliputi penelitian pendahuluan pengaruh konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* (0,5 g/L, 2 g/L, 5g/L) dan laju alir udara masuk SBR (50ml/menit, 250ml/menit, 500ml/menit, 750ml/menit) terhadap penurunan nilai *chemical oxygen demand* pada air limbah buatan dalam SBR skala lab dengan rancangan percobaan faktorial. Pada penelitian utama adalah pengaruh konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* dan laju alir udara masuk SBR dalam penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* air limbah tahu pabrik NJ Food dimana digunakan konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis*, laju alir udara masuk SBR terbaik pada penelitian pendahuluan, SBR skala pilot berkapasitas 10 liter. Analisis kimia yang dilakukan adalah analisis *chemical oxygen demand* menggunakan titrasi *ferro amonium sulphate*.

**Hasil penelitian** menunjukkan konsentrasi awal inokulum dan laju alir udara masuk *sequencing batch reactor* berpengaruh terhadap penurunan *chemical oxygen demand* limbah air tahu dan laju alir udara terbaik masuk SBR ialah 500 ml/menit, konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* terbaik ialah 5 g/L. Konsentrasi awal inokulum 10%, laju alir 5 L/menit, dan waktu tinggal 25 jam merupakan kondisi terbaik untuk menghasilkan *chemical oxygen demand* pada air limbah pabrik tahu NJ Food dalam SBR skala pilot berkapasitas 10 L sampai 220 mg/L sesuai dengan standar baku mutu air limbah permen LH No. 15 Tahun 2008.

Kata kunci ; *sequencing batch reactor* , *Bacillus licheniformis*, udara, COD, limbah tahu.

## ABSTRACT

Industrial know produce liquid and solid wastes with Chemical Oxygen Demand over the standard Environmental Impact Management Agency. Sequencing batch reactor is a conventional bioreactor and easily cope with industrial waste out. The purpose of this research is to study the inoculum concentrations of *Bacillus licheniformis*, SBR intake air flow rate, and the interaction between the *Bacillus licheniformis* inoculum concentration and flow rate of the decrease in Chemical Oxygen Demand in waste water out. Benefits of the application of sequencing batch reactor research is to improve the efficiency and productivity of the manufacturing process out and create tofu industry without waste, adding engineering sciences / biotechnology application on the sequencing batch reactor wastewater know.

The method used includes the preliminary study the effect of *Bacillus licheniformis* inoculum concentration (0.5 g / L, 2 g / L, 5g / L) and the intake air flow rate SBR (50ml / min, 250ml / min, 500ml / min, 750ml / min) to decrease the value of chemical oxygen demand in waste water artificially in a lab-scale SBR. In the main study is the effect of inoculum concentration of *Bacillus licheniformis* and the flow rate of air to enter the SBR in the impairment of Chemical Oxygen Demand of waste water out tofu factory NJ Food which used inoculum concentration of *Bacillus licheniformis*, the flow rate of air to enter the SBR best in the preliminary study, SBR pilot scale with a capacity of 10 liters , Chemical analysis was performed using analysis of chemical oxygen titration demand ferrous ammonium sulphate.

The results showed the initial inoculum concentration and flow rate of air entering the sequencing batch reactor influence the reduction in chemical oxygen demand of waste water out and sign the best air flow rate SBR is 500 ml/min, *Bacillus licheniformis* best inoculum concentration is 5 g / L. Concentration of the initial inoculum of 10%, a flow rate of 5 L / min, and a residence time of 25 hours is the best conditions for producing chemical oxygen demand in wastewater treatment plants are out NJ Food in SBR pilot scale with a capacity of 10 L to 220 mg / L in accordance with quality standards wastewater candy LH No. 15 of 2008.



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi tahu di Indonesia mencapai 7.4 kg/orang/tahun dimana terdapat 240 juta orang di Indonesia. Data diambil dari BPPT menunjukkan bahwa setiap 26,7 kg kedelai menghasilkan 80 kg tahu dan 2610 kg limbah cair dan limbah padat sebanyak. Limbah air tahu dihasilkan sebanyak  $5.794 \times 10^{10}$  kg dalam setahun yang sangat mengganggu lingkungan karena , limbah cair dan padat terdiri atas senyawa konsentrasi protein antara 40-60%, konsentrasi karbohidrat antara 25%-50% , dan konsentrasi lemak 10%. Komponen protein , karbohidrat, dan lemak dihidrolisis secara kimia yang menghasilkan berbagai macam produk asam amino , gula ,dan lemak rantai panjang.<sup>[1]</sup>

Instalasi pengolahan air limbah industri tahu wajib dilakukan agar lingkungan bersih dan produk tahu memenuhi standar SNI dan ISO14000 tentang sistem manajemen lingkungan dan undang-undang RI no 23 tahun 1997 tentang lingkungan hidup. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang konvensional memerlukan lahan yang sangat luas dan ini sulit diterapkan pada industri tahu skala kecil dan menengah yang berada di pinggiran kota besar. Oleh karena itu sistem sequencing batch reactor dengan menggunakan lahan sepi tapi bioreaktor yang menjulang keatas , dapat diatasi dengan *sequencing batch reactor*.

Nilai BOD, COD, TSS, dan minyak air limbah industry tahu tradisional sebesar 4583 mg/L, 4050 mg/L, dan 4743<sup>[2]</sup> yang lebih tinggi dari standard SNI yaitu 150 mg/L, 300 mg/L, dan 200 mg/L.<sup>[2]</sup>

#### 1.1.1 Variabel yang tidak diteliti

Variabel yang tidak diteliti dalam penelitian ini adalah :

1. Lama waktu tinggal adalah 25 jam<sup>[3][1][4]</sup>
2. Laju alir limbah cari tahu yang digunakan adalah 1,5 L/min<sup>[5][6][7]</sup>
3. Kecepatan perputaran agitator sebesar 170 rpm<sup>[8][7][9]</sup>
4. pH awal air limbah tahu 7

### 1.1.2 Variabel yang diteliti

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini adalah :

1. Konsentrasi tablet inokulum *Bacillus licheniformis* 0.5g/L<sup>[4]</sup>; 2g/L<sup>[1]</sup>; 5g/L<sup>[1]</sup>
2. Laju alir udara masuk SBR 50 mL/menit<sup>[1]</sup>, 250 ml/menit<sup>[16]</sup>, 500 ml/menit<sup>[16]</sup>; 750 ml/menit

### 1.2 Tema sentral masalah penelitian *sequencing batch reactor*

Ketidak seragaman variabel konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis*, laju alir udara masuk ke bioreactor, dan tiadanya landasan teori tentang konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* dan laju alir udara, hal ini masih melanda limbah cair tahu di industri tahu konvensional.

### 1.3 Identifikasi masalah penelitian

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi tablet inokulum *Bacillus licheniformis* 0,5g/L; 2g/L dan 5g/L dalam SBR terhadap penurunan COD?
2. Bagaimana pengaruh laju alir udara masuk SBR 50 ml/menit; 250 ml/menit; 500 ml/menit; dan 750 ml/menit masuk ke dalam SBR terhadap penurunan COD?

### 1.4 Premis

Premis-premis dalam penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi tablet inokulum *Bacillus licheniformis* 0,5g/L<sup>[4]</sup>; 2g/L<sup>[1]</sup>; 5g/L<sup>[1]</sup>
2. Laju alir udara masuk SBR 50 ml/menit<sup>[1]</sup>, 250 ml/menit<sup>[16]</sup>, 500 ml/menit<sup>[16]</sup>, 500 ml/menit<sup>[16]</sup>
3. Waktu tinggal adalah 25 jam<sup>[3][1][4]</sup>
4. Laju alir limbah cari tahu yang digunakan adalah 1,5 L/min<sup>[5][6][7]</sup>
5. Kecepatan perputaran agitator sebesar 170 rpm<sup>[8][7][9]</sup>

### 1.4 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Konsentrasi tablet inokulum *Bacillus licheniformis* 0,5g/L<sup>[4]</sup>; 2g/L<sup>[1]</sup>; 5g/L<sup>[1]</sup> dalam SBR berisi air limbah tahu terhadap penurunan COD.
2. Mempelajari pengaruh Laju alir udara masuk SBR 50 ml/menit<sup>[1]</sup>, 250 ml/menit<sup>[16]</sup>, 500 ml/menit<sup>[16]</sup>, 500 ml/menit<sup>[16]</sup> yang masuk ke SBR berisi limbah cair tahu terhadap penurunan COD.

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil pada penelitian ini penurunan nilai *chemical oxygen demand* dalam *sequencing batch reactor* berisi limbah cair tahu dipengaruhi oleh konsentrasi inokulum *Bacillus licheniformis* dan laju alir udara masuk *sequencing batch reactor*.

## 1.6 Manfaat

### 1. Bagi peneliti

Menambah khasnah ilmu teknik/bioteknologi penerapan SBR pada limbah cair tahu (Tofu) dan penggunaan *Bacillus licheniformis* terhadap penurunan *chemical oxygen demand* air limbah tahu.

### 2. Bagi industry

Meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses pembuatn pembuatan tahu (tofu) dan menciptakan idustri tahu (Tofu) tanpa limbah.

### 3. Bagi pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan merupakan salah satu masukan bagi pemerintah untuk membuat SNI hasil penerapan SBR pada limbah cair tahu.