

Bidang: Teknik Kimia Analisis Kimia Mineral  
Teknik Kimia

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses

## ANALISIS LAJU ALIR UMPAN TERHADAP PENURUNAN COD DAN TSS LIMBAH CAIR PEMBUATAN SABUN DENGAN METODE BIOFILTER AEROB

Wahyudi<sup>1</sup>, Mustafa<sup>2</sup>, Harjanto<sup>3</sup> dan Damianus Samosir<sup>4</sup>

Politeknik Negeri Samarinda

wahyudi@polnes.ac.id<sup>1</sup>, mustafa@polnes.ac.id<sup>2</sup>, harjanto@polnes.ac.id<sup>3</sup>,  
damianissamosir@polnes.ac.id<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Industri sabun merupakan salah satu industri yang banyak dijumpai di Indonesia. Industri tahu menghasilkan limbah cair dan padat. Akibat dari pembuangan limbah cair yang dihasilkan dari industri sabun tanpa pengolahan terlebih dahulu mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan perairan, maka perlu adanya alternatif pengolahan dengan menggunakan biofilter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi laju alir umpan terhadap penurunan COD dan TSS limbah cair pembuatan sabun di Samarinda pada proses biofilter secara aerob. Penelitian ini menggunakan prinsip reaktor secara aerob dengan mencampurkan limbah cair sabun dengan EM4 ke dalam reaktor. Variasi laju alir yang digunakan pada penelitian ini yaitu 6 L/jam, 5 L/jam, 4 L/jam, 3 L/jam, dan 2 L/jam. Parameter yang diukur yaitu COD dan TSS serta parameter pH. Pada penelitian ini, hasil persentase penurunan kadar COD dan TSS terbaik diperoleh pada variasi laju alir 2 L/jam dengan persentase penurunan COD sebesar 69,57%, TSS sebesar 72%, serta pH yang didapatkan yaitu 7,23.

**Kata kunci:** COD, limbah cair sabun, pH, sistem aerob, TSS

### ABSTRACT

The soap industry is one of the industries that is often found in Indonesia. The tofu industry produces liquid and solid waste. As a result, the disposal of liquid waste produced from the soap industry without prior processing results in pollution of the aquatic environment, so there is a need for alternative processing using biofilters. This research aims to determine the effect of varying feed flow rates on reducing COD and TSS of liquid soap-making waste in Samarinda in the aerobic biofilter process. This research uses the principle of an aerobic reactor by mixing liquid soap waste with EM4 into the reactor. The flow rate variations used in this research were 6 L/hour, 5 L/hour, 4 L/hour, 3 L/hour, and 2 L/hour. The parameters measured are COD and TSS as well as pH parameters. In this study, the best percentage results for reducing COD and TSS levels were obtained at a flow rate variation of 2 L/hour with a COD reduction percentage of 69.57%, TSS of 72%, and the pH obtained was 7.23.

**Keywords:** COD, liquid soap waste, pH, aerobic system, TSS

### PENDAHULUAN

Sabun merupakan salah satu hasil industri yang cukup penting, karena merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat. Di Indonesia sudah ada industri sabun yang ditunjang dengan semakin berkembangnya banyak kota dan pertumbuhan penduduk yang juga semakin cepat. Dengan ditingkatkannya sektor industri sabun diharapkan taraf hidup masyarakat akan dapat ditingkatkan lagi. Akan tetapi, dengan munculnya industri ini perlu dipikirkan juga efek sampingnya yang berupa limbah. Limbah tersebut dapat berupa limbah padat, limbah cair, maupun limbah gas. [1]

Limbah cair yang langsung dibuang ke badan air memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, Beberapa kandungan pencemar yang terdapat di dalam limbah cair sabun ini adalah kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS). Keberadaan COD dan TSS dalam konsentrasi tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan di

badan air dapat menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air. Kandungan COD yang tinggi akan mengurangi kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem yang ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu usaha pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengolah kandungan COD dan TSS tersebut agar didapatkan kandungan COD dan TSS yang sesuai dengan baku mutu. [3]

Limbah cair sabun mengandung bahan organik yang tinggi karena itu pengolahan secara biologi efektif dilakukan. Pengolahan secara biologi adalah proses yang menggunakan kemampuan mikroba untuk mendegradasi bahan-bahan polutan organik. [2]

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair secara biologi yaitu Pengolahan dengan metode biofilter. Pengolahan dengan metode biofilter yakni proses pengolahan limbah secara biologis dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. [4]

Limbah cair sabun terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standar air yang baik [5].

Salah satu upaya mengolah limbah cair pembuatan sabun dengan cara sederhana yaitu dengan pengolahan biofilter aerob menggunakan media kerikil, pengolahan dengan biofilter aerob ini merupakan teknologi pengolahan air limbah yang mudah operasinya serta hemat energi.

Konsep teknologi pengolahan dengan biofilter aerob merupakan suatu istilah dari reaktor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh dan berkembang menempel pada suatu media filter dan membentuk biofilm (attached growth). Pengolahan ini adalah pengolahan yang sangat mudah dan sangat murah dari segi operasional. Biofilter dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik [6].

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan bahan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor biofilter aerob, jerigen, termometer, pH meter, pompa, aerator, hot plate, oven, timbangan digital, spektrofotometer, stopwatch, pompa vakum, erlenmeyer vakum 500 ml, desikator, botol sampel, kertas saring whatman, corong buchner, magnetic stirrer, gelas kimia (100 ml; 200 ml; 500 ml), Pipet volumetrik (2 ml; 5 ml; 10 ml; 20 ml; 25 ml). Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian inia adalah limbah cair sabun, aquadest, aquabidest, larutan  $K_2Cr_2O_7$  0,1 N, larutan  $Ag_2SO_4 + H_2SO_4$  pekat,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $HgSO_4$ , Indicator ferroin, larutan pereaksi asam sulfat, larutan digestion tinggi.

### **Prosedur Penelitian**

#### **A. Proses Seeding**

Untuk memicu pertumbuhan awal mikroorganisme diperlukan starter EM4. Dengan penambahan starter sebanyak 250 ml pada reaktor, dan merendam media kerikil dengan air limbah sabun selama 14 hari.

#### **B. Proses Aklimatisasi**

- 1) Melakukan analisa air limbah umpan (COD).
- 2) Mengalirkan air limbah cair pembuatan sabun secara kontinyu ke dalam reaktor.
- 3) Menjalankan proses dan mengambil data 1 hari sekali terhadap COD sampai diperoleh kondisi tunak (steady state). Kondisi tunak ditandai COD yang konstan

#### **C. Proses running**

- 1) Melakukan analisa air limbah umpan (COD, TSS dan pH).
- 2) Mengalirkan air limbah ke dalam reaktor aerob secara kontinyu dengan laju alir umpan 6 L/jam.
- 3) Melakukan Analisa effluent reaktor aerob (COD, TSS dan pH).
- 4) Mengulangi langkah satu sampai dengan tiga dengan variasi yang telah ditentukan laju alir umpan yaitu 5 L/jam, 4 Ljam, 3 L/jam, dan 2 L/jam

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi laju alir terhadap kadar COD, TSS dan pH limbah cair pembuatan sabun. Pada penelitian ini menggunakan metode biofilter aerob pada variasi laju alir 6 L/jam, 5 L/jam, 4 L/jam, 3 L/jam dan 2 L/jam diperoleh laju alir terhadap kadar COD, TSS dan pH dapat dilihat di table-tabel dibawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Awal Limbah dan Nilai Standar Baku Mutu PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014

Parameter	Nilai Parameter Awal	Baku Mutu PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014
<b>COD</b>	546,667 (mg/L)	180 (mg/L)
<b>TSS</b>	336,000 (mg/L)	60 (mg/L)
<b>pH</b>	6,91	6 - 9

**Tabel 2.** Data Aklimatisasi

Hari Ke-	Debit (L/jam)	t (jam)	COD (mg/l)		Efisiensi (%)
			Awal	Keluar	
1	6	14	673	570	15.30
2	6	14	674	531	21.22
3	6	14	675	377	44.15
4	6	14	672	457	31.99
5	6	14	673	374	44.43
6	6	14	687	353	48.62
7	6	14	688	388	43.60
8	6	14	689	222	67.78
9	6	14	691	170	75.40
10	6	14	689	193	71.99

**Tabel 3.** Laju Alir terhadap COD

Debit (L/jam)	t (jam)	COD (mg/l)		Efisiensi (%)
		Awal	Keluar	
6	7	547	200	63.44
5	9	503	178	64.61
4	11	430	149	65.35
3	14	280	98	65
2	24	230	70	69.57

**Tabel 4.** Laju alir terhadap TSS

Debit (L/jam)	t (jam)	TSS (mg/l)		Efisiensi (%)
		Awal	Keluar	
6	7	341	229	32.84
5	9	332	226	31.93
4	11	312	205	34.29
3	14	251	137	45.42
2	24	200	56	72

**Tabel 5.** Laju alir terhadap pH

DEBIT (L/jam)	t (jam)	pH	
		Awal	Keluar
6	7	6.87	7.12
5	9	6.98	7.19
4	11	7.11	7.21
3	14	7.20	7.25
2	24	7.27	7.23

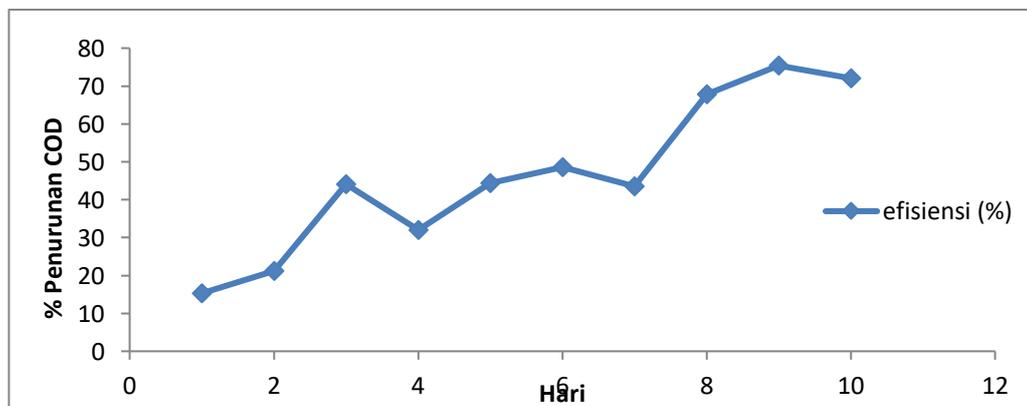
### Pembahasan

Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir dalam pengolahan biofilter aerob terhadap kadar COD, TSS, dan pH limbah cair pembuatan sabun. Sebelum melakukan proses penelitian berdasarkan variasi laju alir, terlebih dahulu dilakukan proses pembiakan (*seeding*) mikroorganismenya yang dilakukan secara alami yaitu dengan cara merendam media kerikil didalam reaktor dengan limbah cair pembuatan sabun dan EM4 sebagai pemicu pertumbuhan awal mikroorganismenya sampai terbentuknya lapisan biofilm pada media biofilternya selama  $\pm 2$  minggu. Selama proses pembiakan dilakukan pemberian oksigen secara terus menerus dengan menginjeksikan oksigen ke dalam reaktor agar proses oksidasi biologis oleh mikroba dapat berjalan dengan baik.

Proses *seeding* diamati setiap hari, apabila pada media terbentuk lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganismenya pada media. Jika senyawa organik yang ada mulai pecah oleh aktivitas bakteri dan adanya oksigen terlarut direduksi menjadi nol, maka warna biasanya berubah menjadi semakin gelap.

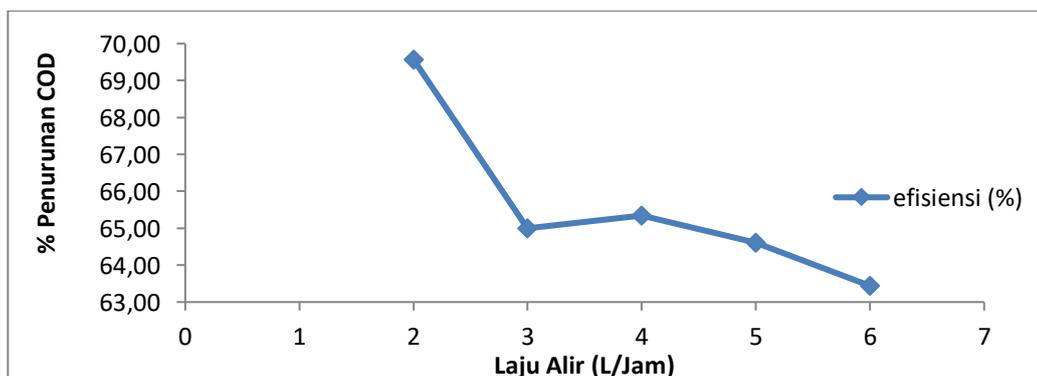
Setelah itu dilakukan proses aklimatisasi, yaitu proses pemberian limbah baru ke dalam reaktor biofilter, aklimatisasi dilakukan untuk mendapatkan suatu kultur mikroorganismenya yang stabil dan dapat beradaptasi dengan limbah cair pembuatan sabun. Proses aklimatisasi dilakukan untuk menghindari matinya bakteri yang telah di-*seeding* sebelumnya karena belum sempat beradaptasi dengan lingkungan baru. Proses aklimatisasi pada penelitian ini berlangsung selama 10 (sepuluh) hari, yaitu dengan cara mengalirkan limbah cair tersebut ke dalam reaktor biofilter secara perlahan dengan debit yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu 6 L/jam.

Dalam tahap ini dilakukan pengukuran 1 hari sekali terhadap konsentrasi COD sampai diperoleh kondisi tunak (*steady state*). Kondisi tunak ditandai dengan efisiensi penyisihan bahan organik (COD) relatif konstan dengan toleransi 10%. Pada penelitian ini proses aklimatisasi dicapai pada hari ke 10 dengan besar efisiensi penyisihan COD sebesar 71.99% pada hari ke 10.



Gambar 1. Efisiensi penurunan COD selama tahap aklimatisasi

Hasil analisa konsentrasi COD pada 5 variasi laju alir serta efisiensi penurunan COD dapat dilihat pada gambar 2., berikut ini.

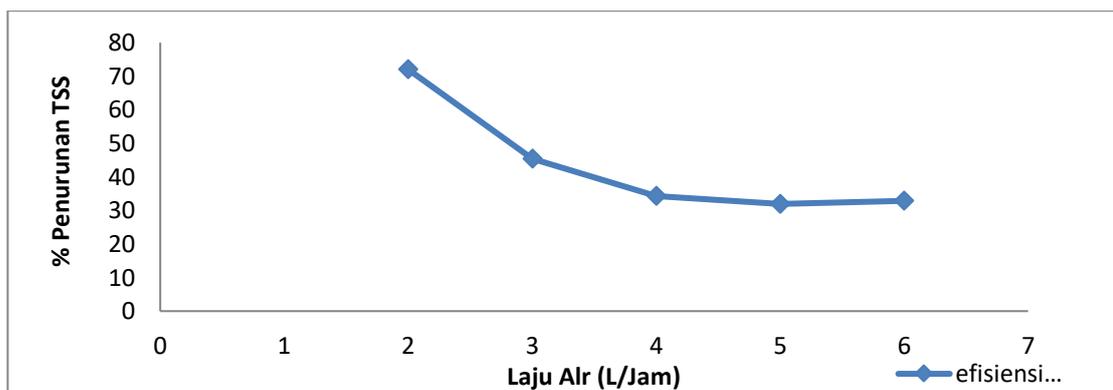


Gambar 2. Variasi Laju Alir Terhadap Efisiensi Penurunan COD

Dari hasil analisa diatas dapat dilihat bahwa laju alir berpengaruh terhadap efisiensi penurunan COD. Semakin kecil laju alir, maka semakin tinggi efisiensi penurunan COD. Dari total lima variasi laju alir diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan COD yang paling besar yaitu 69.57%. Mengalami penurunan kadar COD dari 230 mg/L menjadi 70 mg/L pada laju alir 2 L/jam. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ariani dkk (2014) yang menyatakan bahwa untuk perpanjangan waktu reaksi akan menghasilkan penyisihan organik yang lebih baik, dikarenakan semakin kecil laju alir maka semakin lama limbah terkontak dengan biofilm bakteri yang terbentuk pada media kerikil sehingga akan memperbanyak kesempatan mikroba untuk menyisihkan kandungan organik dalam air limbah tersebut.

Penurunan kadar COD dengan menggunakan metode biofilter aerob dapat dikatakan sebagai penurunan yang cukup efektif. Berdasarkan PERMEN LH RI no.5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kadar COD yang di perkenankan sebesar 180 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar COD hasil pengolahan dengan biofilter aerob telah memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan.

Hasil analisa konsentrasi COD pada 5 variasi laju alir serta efisiensi penurunan TSS dapat dilihat pada gambar 3, dibawah ini.

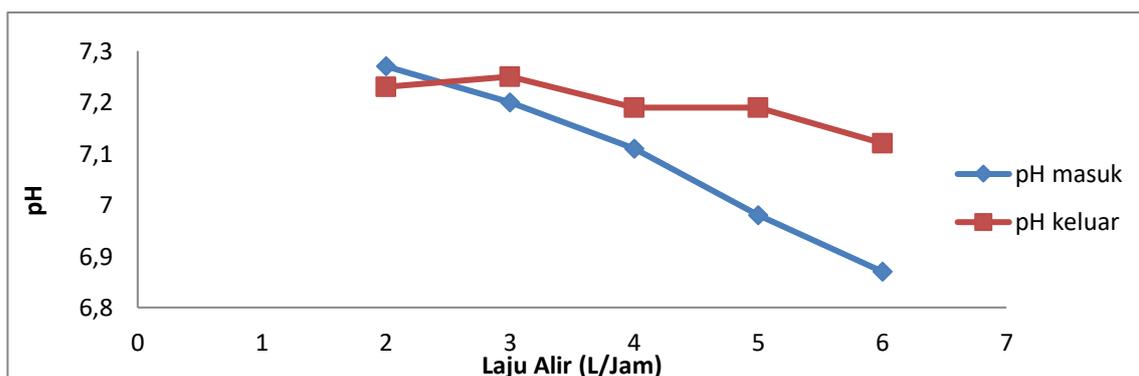


Gambar 3. Variasi Laju Alir Terhadap Efisiensi Penurunan Kadar TSS

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa menunjukkan semakin kecil laju alir maka semakin besar efisiensi penurunan TSS. Penurunan kadar TSS yang paling besar terdapat pada laju alir yang paling kecil yaitu laju alir 2 L/jam, dimana efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 72%. Hal ini disebabkan oleh pengkondisian yang telah cukup lama dan lapisan biofilm telah terbentuk. Semakin kecil laju alir maka semakin lama juga limbah terkontak dengan biofilm bakteri yang terbentuk pada media kerikil, sehingga akan memperbanyak kesempatan mikroba untuk menguraikan kadar organik dalam limbah tersebut. Partikel-partikel padatan yang terdapat dalam limbah diikat oleh lapisan biofilm dan ada yang mengalami pengendapan di dasar reaktor. Hal serupa juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Sari (2013) efisiensi penurunan TSS pada laju alir 500 mL/menit lebih tinggi daripada yang dihasilkan dengan laju alir 1000 mL/menit.

Berdasarkan PERMEN LH RI no.5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kadar TSS yang di perkenankan sebesar 60 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar TSS hasil pengolahan dengan biofilter aerob belum memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan. karena itu dibutuhkan pengolahan lanjutan seperti penambahan koagulasi-flokulasi sebagai pre-treatment/pengolahan awal.

Untuk hasil analisa pH pada 5 variasi laju alir dapat dilihat pada gambar 4, dibawah ini.



Gambar 4. Variasi Laju Alir Terhadap pH

Pada gambar diatas nilai pH selama proses pengolahan menunjukkan kestabilan yang bagus. Nilai pH pada semua perlakuan laju aliran tidak menunjukkan beda nyata. pH efluen cenderung naik secara perlahan. Berdasarkan PERMEN LH RI no.5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kadar pH yang di perkenankan sebesar pH 6 – pH 9. Hal ini menunjukkan bahwa kadar pH hasil pengolahan masuk dalam rentang pH yang ditentukan dan sudah memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan.

#### **KESIMPULAN**

Parameter COD dan TSS cenderung semakin menurun jika laju alir semakin kecil. Dikarenakan semakin kecil laju alir maka semakin besar waktu tinggal, sehingga semakin banyak mikroba menyisihkan kandungan organik pada limbah.

Efisiensi penurunan COD dan TSS tertinggi diperoleh pada laju alir 2 L/jam masing-masing sebesar 66,857% dan 55%, dengan kadar COD 77,333 mg/L, TSS 90 mg/L, pH 7,25

Parameter COD dan pH pada limbah cair pembuatan sabun dapat diturunkan dengan efektif menggunakan biofilter aerob pada laju alir 2 L/jam, dibuktikan dari hasil yang mencapai baku mutu air limbah menurut PERMEN LH RI NOMOR 5 TAHUN 2014 TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur politeknik negeri Samarinda dan pusat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat politeknik negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mengembangkan ide yang tertuang dalam penelitian ini serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Dewanti, Hariyadi. 1997. "Ulasan Ilmiah: Pembentukan biofilm bakteri pada permukaan padat. Ilmu dan Teknologi pangan" I : 70-25. IPB : Bogor
- [2] Indriyati. (2005). pengolahan limbah cair organik secara biologi menggunakan reaktor anaerobik lekat diam. Jurnal teknologi lingkungan, *JAI Vol. 1, No.3*
- [3] Mahida N.U. 1981. "Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri". Jakarta : CV. Rajawali.
- [4] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah
- [5] Said, N.I. (2002). *Pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biologis biakan melekat menggunakan media plastik sarang tawon*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.
- [6] Wijeyekoon, S., Mino T., Satoh, H., dan Matsuo, T. 2000. Growth and novel Structural features of tubular biofilms. *Journal water science and technology*.