

PENGGUNAAN METODE BIOFILTER PADA PENURUNAN LIMBAH CAIR

Mustafa^{1,*}, Firman², Masing³, Muh. Syahrir Djalil⁴, Mohammad Rezza Pachrurazi^{5,**}
^{1,2,5}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda
^{3,4}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

The soap industry is one industry that is often found in Indonesia. The soap industry produces liquid waste with a high organic material content. As a result of the disposal of liquid waste produced from the soap industry without prior treatment resulting in pollution of the aquatic environment, it is necessary to have an alternative treatment using a biofilter. This study aimed to determine the effect of variations in the feed flow rate on reducing COD and TSS of liquid soap waste in Samarinda in the anaerobic biofilter process. This study uses the principle of an anaerobic reactor. The variations in the flow rate used in this study were 6 L / hour, 5 L / hour, 4 L / hour, 3 L / hour, and 2 L / hour. Parameters measured were COD and TSS and pH parameters (as additional parameters). In this study, the best percentage reduction in COD and TSS levels was obtained at a variation of the flow rate of 2 L / hour with a decrease in COD of 72.80%, a decrease in TSS of 65.06%, and a pH of 7.25.

Keywords: *soap liquid waste, anaerobic biofilter, COD and TSS*

ABSTRAK

Industri sabun merupakan salah satu industri yang banyak dijumpai di Indonesia. Pada industri sabun menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang tinggi. 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 sabun di Samarinda pada proses biofilter secara anaerob. Penelitian ini menggunakan prinsip reaktor secara anaerob. Variasi laju alir yang di gunakan 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 (sebagai parameter tambahan). Pada penelitian ini, hasil persentase penurunan kadar COD dan TSS terbaik diperoleh pada variasi laju alir 2 L/jam dengan penurunan COD sebesar 72,80%, penurunan TSS sebesar 65,06% , serta pH yang didapatkan yaitu 7,25.

Kata Kunci: *limbah cair sabun, biofilter anaerob, COD dan TSS*

1. 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 COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid).

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 [2]. Berdasarkan metodenya proses pengolahan air limbah cair dibagi menjadi tiga jenis yaitu pengolahan secara fisika, biologi, dan kimia. Pemilihan metode pada pengolahan limbah biasanya salah satu dari metode tersebut atau kombinasi dari ketiganya. Proses pemilihan metode berdasarkan sifat polutan yang akan diolah [3].

* Korespondensi penulis: Mustafa, email mustafa@polnes.ac.id

** Mahasiswa

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 [4]. 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 [5].

Proses anaerob adalah pengolahan biologi yang memanfaatkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik dalam kondisi tidak didapatkan atau sangat sedikit oksigen terlarut. Keuntungan pengolahan anaerob adalah dalam prosesnya menghasilkan energi dalam bentuk biogas, lumpur yang dihasilkan sedikit, tidak memerlukan lahan yang besar dan tidak membutuhkan energi untuk aerasi [4].

Keutamaan dari penelitian ini adalah memberikan alternatif pengolahan sederhana yakni metode biofilter untuk mengurangi kandungan polutan pada air limbah sabun. Dan mengurangi beban pencemaran lingkungan akibat limbah cair sabun sebagai sumber bahan pencemar organik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju alir umpan pada metode biofilter anaerob terhadap penurunan COD dan TSS limbah cair sabun.

2. METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

(1) Variabel berubah adalah laju alir umpan masuk reaktor (6 liter/jam, 5 liter/jam, 4 liter/jam, 3 liter/jam dan 2 liter/jam). (2) Variabel Tetap adalah air limbah sabun, jenis media filter (kerikil), volume Reaktor, 43,2 liter (40 cm x 34 cm x 27 cm). (3) Variable Respon adalah chemical oxygen demand (COD) (SNI 6989.2_2019), total Suspended Solid (TSS) (SNI 06-6989.3_2004) dan pH (SNI 06-6989.11-2004)

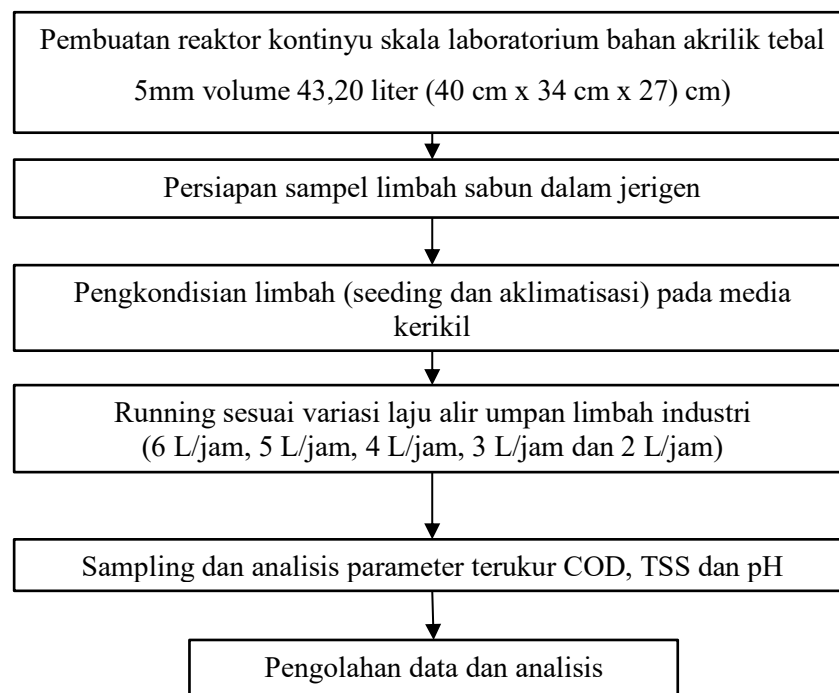
Alat Dan bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor biofilter anaerob, jerigen, rak vessel, vessel ukuran 16 x 100 mm, gelas kimia 100 ml, heating block, bulb, hot plate, oven, spectrometer carry 50, termometer, pompa, aerator, kertas saring Whatman Grade 934 AH, pompa vakum, dan pH meter. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air limbah laundry, aquadest, aquabidest, K₂Cr₂O₇, H₂SO₄ Pekat, HgSO₄, Ag₂SO₄, Kalium Hidrogen Ptalat (KHP) dan H₂SO₄.

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Proses Seeding adalah dilakukan 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. (2) Proses Aklimatisasi: pertamanya melakukan analisa air limbah umpan (COD) kemudian mengalirkan air limbah secara kontinyu ke dalam reaktor anaerob, setelah itu menjalankan proses dan mengambil data 1 hari sekali terhadap COD sampai diperoleh kondisi tunak (steady state). Kondisi tunak ditandai COD yang konstan. (3) Proses running: pertamanya melakukan analisa air limbah umpan (COD, TSS dan pH), kemudian mengalirkan air limbah ke dalam reaktor anaerob secara kontinyu dengan laju alir umpan 6 L/jam, setelah itu melakukan analisa effluent reaktor anaerob (COD, TSS, dan pH), lalu mengulangi langkah satu sampai dengan tiga dengan variasi yang telah ditentukan laju alir umpan yaitu 5 L/jam dan 4 L/jam, 3 L/jam dan 2 L/jam.

Skema Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

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

Tabel 1. Hasil Analisa Awal Limbah dan Nilai Standar Baku Mutu

Parameter	Nilai Parameter Awal	Nilai Parameter Baku Mutu
COD (mg/l)	848,00	180
TSS (mg/l)	544,50	60
pH	6,53	6-9

Tabel 2. Data Aklimatisasi

Hari ke	Debit (L/jam)	TD (jam)	COD (mg/L)		Efisiensi (%)
			Awal	Keluar	
1	6	14,4	673,00	569,78	15,34
2	6	14,4	674,00	530,78	21,25
3	6	14,4	674,67	377,33	44,07
4	6	14,4	672,33	457,33	31,98
5	6	14,4	672,67	374,33	44,35
6	6	14,4	687,33	352,56	48,71
7	6	14,40	688,33	388,33	43,58
8	6	14,40	689,33	222,56	67,71
9	6	14,40	691,00	170,11	75,38
10	6	14,40	689,33	193,22	71,97

Tabel 3 Laju Alir Terhadap COD

No	Debit (L/jam)	TD (jam)	COD (mg/L)		Efisiensi (%)
			Awal	Keluar	
1	6	7.20	848,00	546,67	35,54
2	5	8.64	851,00	503,33	40,99
3	4	10.80	854,00	429,67	50,04
4	3	14.40	850,67	282,33	67,02
5	2	21.60	850,67	233,33	72,799

Tabel 4 Laju Alir Terhadap TSS

No	Debit (L/jam)	TD (jam)	TSS (mg/L)		Efisiensi (%)
			Awal	Keluar	
1	6	7,20	544,50	336,00	38,29
2	5	8,64	566,50	340,00	39,98
3	4	10,8	540,60	309,60	42,73
4	3	14,4	547,50	252,17	53,94
5	2	21,6	549,00	197,34	64,06

Tabel 5 Laju Alir Terhadap pH

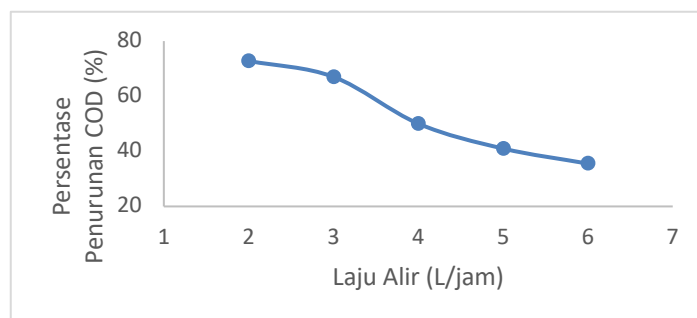
No	Debit (ml/menit)	TD (jam)	pH	
			Awal	Keluar
1	6	7,2	6,53	6,91
2	5	8,64	6,54	6,97
3	4	10,8	6,60	7,13
4	3	14,4	6,49	7,26
5	2	21,6	6,59	7,25

Limbah cair sabun yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini berasal dari usaha sabun laundry N@CO jalan APT PRANOTO samarinda seberang. Apabila data tabel kualitas air limbah sebelum diolah dibandingkan dengan nilai baku mutu limbah cair sabun, maka limbah cair tersebut belum layak dibuang langsung ke perairan karena nilai COD dan TSS melebihi ambang batas, oleh karena itu perlu perlakuan sebelum limbah tersebut dibuang ke perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir dalam pengolahan biofilter anaerob terhadap kadar COD, TSS dan pH

Sebelum melakukan proses penelitian berdasarkan variasi laju alir, terlebih dahulu dilakukan proses seeding pada media kerikil dilakukan secara alami yaitu dengan mengembangbiakkannya di dalam reaktor, untuk memicu pertumbuhan awal mikroorganisme diperlukan starter EM4. Setelah itu proses aklimatisasi, dengan cara mengalirkan air limbah sabun secara kontinyu ke dalam reactor, dijalankan dengan debit 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 72% pada hari ke 10.

Pengaruh variasi laju alir terhadap kadar COD

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



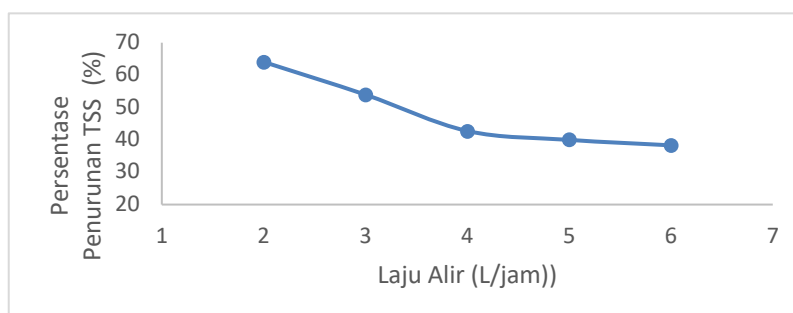
Gambar 2. Variasi Laju Alir Terhadap Efisiensi Penurunan COD

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat pada grafik nilai efisiensi penurunan COD semakin meningkat seiring dengan semakin rendah laju alir. Angka penurunan terbesar ditunjukkan pada laju alir 2 L/jam dan dengan efisiensi penurunan COD yaitu 72,80 %. Mengalami penurunan kadar COD dari 850,67 mg/L menjadi 233,33 mg/L Hal ini sesuai dengan hasil penelitian [6] yang menyatakan bahwa untuk perpanjangan waktu reaksi akan menghasilkan penyisihan organik yang lebih baik. Hal ini karena semakin rendah laju alir maka proses biodegradasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam limbah berlangsung baik, karena kontak antara mikroorganisme dengan limbah berlangsung lebih lama. Hal serupa juga terjadi pada penelitian yang dilakukan efisiensi penurunan COD pada laju alir 500 mL/menit lebih tinggi daripada yang dihasilkan dengan laju alir 1000 mL/menit

Penurunan kadar COD limbah cair pembuatan sabun dengan menggunakan metode biofilter anaerob dapat dikatakan sebagai penurunan yang cukup efektif. Tetapi berdasarkan [7] kadar COD yang di perkenankan sebesar 180 mg/L. Hal ini berarti bahwa kadar COD hasil pengolahan dengan biofilter anaerob belum memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan ini disebabkan untuk perpanjangan waktu reaksi akan menghasilkan penyisihan organik yang lebih baik. Hal ini karena semakin rendah laju alir maka proses biodegradasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam limbah berlangsung baik, karena kontak antara mikroorganisme dengan limbah berlangsung lebih lama. Oleh karena itu untuk menghasilkan efisiensi penyisihan yang cukup tinggi, maka perlu adanya pengembangan penelitian lanjutan misalnya dengan mengkombinasikan teknologi pengolahan untuk mengolah air limbah, pengolahan lanjutan seperti biofilter aerob dan pengolahan fisika sebagai pre-treatment/pengolahan awal seperti penambahan koagulan.

Pengaruh variasi laju alir terhadap kadar TSS

Hasil analisa konsentrasi TSS pada 5 variasi laju alir serta efisiensi penurunan TSS dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 3. Variasi Laju Alir Terhadap Efisiensi Penurunan TSS

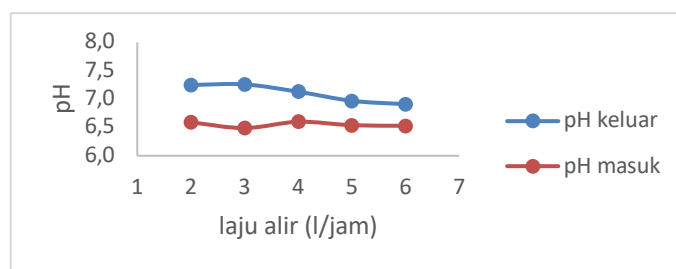
Dari grafik tersebut menunjukkan semakin kecil laju alir maka semakin besar pula efisiensi penurunan TSS. Penurunan konsentrasi TSS terjadi disebabkan adanya proses pengolahan zat organik yang terkandung didalam limbah seperti karbohidrat, protein, dan lemak oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat di media biofilter [6]. Dari total lima variasi laju alir dapat dilihat pada gambar 3 bahwa efisiensi penurunan TSS yang

paling besar yaitu 64,06 %. Dimana sebelum perlakuan metode biofilter diperoleh kadar TSS 549 mg/L dan setelah perlakuan metode biofilter terjadi penurunan kadar TSS menjadi 197,34 mg/L pada laju alir 2 L/jam dikarenakan semakin kecil laju alir maka semakin lama pula limbah terkontak dengan biofilm bakteri yang terbentuk pada media kerikil sehingga akan memperbanyak kesempatan mikroorganisme untuk menyisihkan zat organik dalam air limbah tersebut.

Penurunan kadar TSS limbah cair pembuatan sabun dengan menggunakan metode biofilter anaerob dapat dikatakan sebagai penurunan yang cukup efektif. Tetapi berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 tahun 2014 kadar TSS yang di perkenankan sebesar 80 mg/L. Hal ini berarti bahwa kadar TSS hasil pengolahan dengan biofilter anaerob belum memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan, maka perlu adanya pengembangan penelitian lanjutan misalnya dengan mengkombinasikan teknologi pengolahan untuk mengolah air limbah, pengolahan lanjutan seperti biofilter aerob dan pengolahan fisika sebagai pre-treatment/pengolahan awal seperti penambahan koagulan.

Pengaruh Variasi Laju Alir Terhadap pH

Hasil analisa pH pada 5 variasi laju alir dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 4. Variasi Laju Alir Terhadap pH

Perubahan pH air limbah sebelum dan sesudah pengolahan secara lengkap ditunjukkan seperti pada Tabel 5 dan Gambar 4. Dari data yang dihasilkan dapat diketahui bahwa pH pada setiap laju alir memiliki kecenderungan yang sama, dimana setelah limbah melewati tahapan proses, maka pH akan semakin naik. Pada influen pH lebih rendah dibandingkan dengan pH dari efluen anaerob.

Hal ini dapat dipahami, bahwa tahap terakhir dari proses anaerob adalah metanogenesis, yang hasil akhirnya adalah gas metan dan karbon dioksida. diketahui bahwa bakteri metanogenesis memanfaatkan substrat turunan yaitu: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, asam format, asam asetat, metanol, metal amin, dan karbon monoksida. Proses yang bisa memungkinkan efluen anaerobik bersifat agak basa ($\text{pH} > 7$) adalah proses pembentukan metana yang berasal dari metil amin, dimana proses degradasi senyawa ini selain menghasilkan metan juga menghasilkan karbon dioksida, air, dan amonia seperti ditunjukkan dalam reaksi berikut [5]:

$4(\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 9\text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$. Proses anaerobik yang menghasilkan amonia inilah yang memungkinkan efluen anaerobik bersifat sedikit basa ($\text{pH} > 7$).

Pada penelitian kali ini pada laju alir 2 L/jam dapat menaikkan pH 6,59 menjadi pH 7, berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 tahun 2014 kadar pH yang di perkenankan sebesar pH 6 – 9. Hal ini berarti bahwa kadar pH hasil pengolahan masuk dalam rentang pH yang ditentukan dan sudah memenuhi persyaratan baku mutu yang telah ditetapkan.

4. 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 72,8 % dan 64,05 %, dengan kadar COD menjadi 233,33 mg/L TSS menjadi 197,34 mg/L dan pH menjadi 7,25. Parameter COD, TSS, dan pH pada limbah cair sabun dapat diturunkan dengan efektif menggunakan biofilter anaerob pada laju alir 2 L/jam, hanya saja belum maksimal sehingga limbah yang diolah belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda beserta jajarannya, Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian dan memperoleh dana perjalanan penelitian dengan skema penelitian mandiri serta semua pihak yang telah mendukung kelancaran penelitian ini

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewanti, Hariyadi. 1997. "Ulasan Ilmiah: Pembentukan biofilm bakteri pada permukaan padat. Ilmu dan Teknologi pangan" I : 70-25. IPB : Bogor
- [2] Mahida N.U. 1981. "Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri". Jakarta : CV. Rajawali.
- [3] Riffat, R. (2012), *Fundamentals Of Wastewater Treatment And Engineering*, CRC Press.
- [4] Indriyati. (2005). Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, JAI Vol. 1 , No.3
- [5] Said, N I. (2002). Teknologi Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilm Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.1, No. 2.
- [6] Ariani, W, Sumiyati S, Wardana I.W. (2014). Studi Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Rumah Makan Dengan Teknologi Biofilm Anaerob - Aerob Menggunakan Media Bioring Susunan Random. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 3, No. 1, 2014, Pp. 1-10.
- [7] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah