

**PENGARUH NUTRISI BAKTERI *Pseudomonas sp* DALAM ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC) TERHADAP KANDUNGAN BOD DAN COD AIR LIMBAH KILANG PARAXYLENE**

*(Effect of the Bacterial Nutrition for Pseudomonas sp in Rotating Biological Contactor (RBC) on COD and BOD contents in Paraxylene Waste Vessel)*

**Ganda Kurniawan, Neni Damajanti\*, Alwani Hamad**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. Raya Dukuh Waluh PO BOX 202 Purwokerto

\*Email: [neni\\_de2000@yahoo.com](mailto:neni_de2000@yahoo.com)

**ABSTRAK**

*Air Limbah pabrik perminyakan adalah air yang masih mengandung sedikit minyak, suspended solid, BOD dan COD yang relative masih tinggi. Penelitian ini bertujuan memperoleh hasil analisa air limbah outlet Rotating Biological Contactor (RBC) yang memenuhi standar KEP. 09 / MENLH/4/1997 khususnya kandungan BOD dan COD. Proses reduksi BOD dan COD terjadi di rotating biological contactor (RBC) oleh bakteri Pseudomonas. Pada penelitian ini digunakan variabel tetap flow rate air limbah 7 m<sup>3</sup>/jam, kecepatan putaran RBC 2,12 rpm sedangkan variable berubahnya adalah injeksi urea (1,1.1,1.2 kg/day) dan fospat (0.2,0.3,0.4 kg/day) kedalam RBC. Air limbah outlet RBC dianalisa setiap hari dengan metode API method 728-53. Dari hasil penelitian diketahui bahwa terjadi penurunan BOD dan COD di air limbah setelah diinjeksi urea dan fospat di RBC. Injeksi yang memberikan hasil terbaik dalam penelitian ini adalah urea 1.2 kg dan fospat 0.4 kg, untuk BOD terjadi penurunan dari rata-rata 166 ppm menjadi 97 ppm, untuk COD terjadi penurunan rata-rata 272 ppm menjadi 198 ppm.*

**Kata kunci:** Rotating Biological Contactor, BOD, COD, Urea, Fospat

**ABSTRACT**

*Oil mill waste water is water that still contains a little oil, suspended solids, BOD and COD are still relatively high. This study aimed to obtain the results of the analysis of RBC's waste water outlet that meets the standard KEP.09/MENLH/4/1997 especially BOD and COD content. Reduction process of BOD and COD occurred in the rotating biological contactor (RBC) by Pseudomonas bacteria. In this study the fixed variable are; flow rate of wastewater (7 m<sup>3</sup>/hr), Rotation speed of RBC (2.12 rpm), while the unfixed variable is injection of urea (1,1.1,1.2 kg / day) and phosphate (0.2,0.3,0.4 kg / day) into the RBC. RBC outlet wastewater were analyzed by the method of the API method 728-53. The survey results revealed that a decrease of BOD and COD in waste water after the injection of urea and phosphate in RBC, for BOD from the average 166 ppm to 97 ppm and for COD from the average 272 ppm to 198 ppm (urea 1.2 kg and phosphate 0.4 kg).*

**Keywords:** Rotating Biological Contactor, BOD, COD, Urea, Phospat

**PENDAHULUAN**

Kemajuan industri dan teknologi seringkali berdampak pula terhadap keadaan air lingkungan, baik air sungai, air laut, air danau maupun air tanah. Dampak ini disebabkan oleh adanya pencemaran air yang disebabkan oleh berbagai hal seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Salah satu cara untuk menilai seberapa jauh air lingkungan telah

tercemar adalah dengan melihat kandungan oksigen yang terlarut di dalam air. Pada umumnya air lingkungan yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah. Hal itu karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk memecah/mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap (yang ditandai dengan bau busuk). Selain dari itu, bahan buangan organik juga dapat bereaksi dengan oksigen yang terlarut di dalam air organik yang ada di dalam air, makinsedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya. Bahan buang anorganik biasanya berasal dari industri kertas, industri penyamakan kulit, industri pengolahan bahan makanan (seperti industri pemotongan daging, industri pengalengan ikan, industri pembekuan udang, industri roti, industri susu, industri keju dan mentega), bahan buangan limbah rumah tangga, bahan buangan limbah pertanian, kotoran hewan dan kotoran manusia dan lain sebagainya. Dengan melihat kandungan oksigen yang terlarut di dalam air dapat ditentukan seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan telah terjadi. Cara yang ditempuh untuk maksud tersebut salah satunya adalah dengan uji *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) (Suriawiria, 1996)

Air Limbah pabrik perminyakan adalah air yang masih mengandung sedikit *oil*, suspended solid, BOD dan COD yang relative masih tinggi. Dengan semakin banyak pabrik di bidang *oil* and gas di Indonesia maka semakin ketat pula pengawasan terhadap air limbah, karena kalau sampai air limbah tidak memenuhi nilai ambang batas maka sangat berbahaya bagi masyarakat dan lingkungan sekitar pabrik. Salah satu cara untuk meminimalkan kandungan *oil*, suspended solid, kadar BOD dan COD adalah dengan pengolahan limbah secara biologis menggunakan bakteri *pseudomonas*, bakteri *pseudomonas* membutuhkan nutrisi berupa nitrogen dan fosfor (Simanjuntak, 2009)

Pengolahan air limbah dari kilang memerlukan kondisi operasi yang tepat agar didapat efisiensi pengolahan yang tinggi. Pada kondisi sekarang pemberian nutrisi di bakteri jarang dilakukan dikarenakan acuan air limbah yang ditekankan di outlet *holding basin* bukan di outlet *Rotating Bio Contactor* (RBC). Air limbah di outlet RBC mempunyai kadar BOD dan COD yang tinggi dialirkan ke *holding basin* bercampur dengan *cooling water return* dari kilang yang kadar BOD dan COD rendah, sehingga air limbah yang ke sungai masih dalam ambang batas normal.

Penelitian ini mempunyai dua tujuan yaitu mengetahui pengaruh penambahan nutrisi urea dan phosphate terhadap kadar BOD dan COD limbah di outlet RBC dan mengetahui komposisi nutrisi yang dapat memberikan kadar BOD dan COD yang memenuhi standar KEP. 09 / MENLH/4/199 di outlet RBC. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai pertimbangan dalam usaha pembuatan WWTP dengan kapasitas yang lebih besar dari 50 m<sup>3</sup>/jam yang air limbah outlet RBC langsung dibuang ke perairan bebas.

## METODOLOGI PENELITIAN

### A. Desain penelitian

#### A.1. Penetapan Variabel

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka variabel yang diduga cukup berpengaruh adalah sebagai berikut :

##### a. Variabel Tetap

- Flow rate air limbah = 7 m<sup>3</sup>/hr
- Kecepatan putaran RBC = 2,12 rpm
- Luas Kontak = 3940 m<sup>2</sup>
- Jumlah *Pseudomonas sp* = 250 kg

### b. Variabel Berubah

- Percobaan 1
  - Injeksi Urea = 1 kg/day
  - Injeksi Phospat = 0,2 kg/day
- Percobaan 2
  - Injeksi Urea = 1,1 kg/day
  - Injeksi Phospat = 0,3 kg/day
- Percobaan 3
  - Injeksi Urea = 1.2 kg/day
  - Injeksi Phospat = 0,4 kg/day

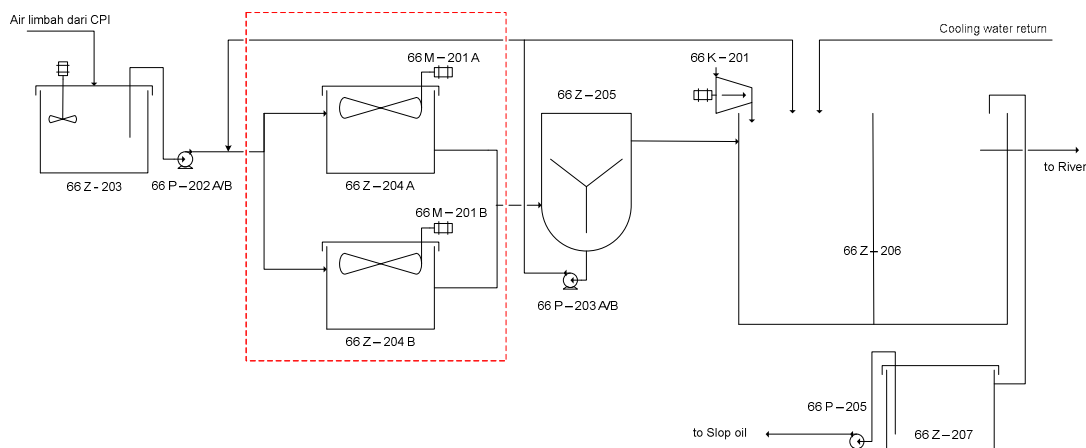
## B. Alat dan Bahan Percobaan

### B.1 Alat

*Rotating Bio Contactor*

### B.2 Bahan

- 1) Urea
- 2) Phospat



**Gambar 1. Flow rangkaian proses percobaan**

## C. Prosedur Penelitian

### C.1 Injeksi Nutrient ke bak RBC

1. Memasukan urea sebanyak 1 kg/day dan phospat sebanyak 0,2 kg/day pada hari ke 1-20
2. Memasukan urea sebanyak 1,1 kg/day dan phospat sebanyak 0,2 kg/day pada hari ke 21-40
3. Memasukan urea sebanyak 1,2 kg/day dan phospat sebanyak 0,3 kg/day pada hari ke 41-60

### C.2 Pengambilan sample

Mengambil sample air limbah di outlet RBC.

## D. Analisa sample air limbah

### D.1 Analisa BOD

#### 1. Langkah Kerja

- a. Takar 7 liter akuades, kemudian jenuhkan dengan oksigen dengan cara menghem buskan udara kedalam akuades selama 2 Jam atau lebih.

- b. Tambahkan larutan phosphate buffer, magnesium chloride, ferric chloride, kalsium chloride, masing – masing 1 ml untuk tiap liter akuades. Dan larutan ini disebut sebagai larutan pengencer.
- c. Atur pH contoh dikisaran 7.2 dengan cara menambahkan HCl / NaOH solution.
- d. Masukkan dengan hati – hati larutan pengencer kedalam gelas ukur 1000 ml sebanyak 300 ml.
- e. Tambahkan sejumlah contoh sesuai COD yang didapat.
- f. Tambahkan seed liquid untuk contoh selain activated sludge.
- g. Tambahkan larutan pengencer sampai tanda batas 1000 ml.
- h. Aduk dengan magnetic stirrer / dikocok sampai rata dengan tanpa menimbulkan gelembung udara.
- i. Pindahkan larutan ini kedalam botol BOD ( 2 botol ).
- j. Catat nomer botol dan volume contoh yang digunakan.
- k. Simpan satu botol didalam incubator 20 oC selama 5 hari untuk ditentukan DO nya pada hari ke 5.
- l. Satu botol langsung ditentukan DO nya sebagai DO awal dengan cara sebagai berikut :
  - Ke dalam sample dalam botol BOD tambahkan 1 ml larutan Manganous Sulfat, 1 ml Alkaline Iodide, bolak - balik botolnya agar tercampur sempurna.
  - Biarkan beberapa menit agar terjadi endapan di dasar botol BOD.
  - Tambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat , bolak – balik botolnya agar endapan larut .
  - Ambil 100 ml , pindahkan kedalam Erlenmeyer Flask, tambahkan beberapa tetes Starch Indikator.
  - Titrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.05 N sampai jernih.
$$DO ( Dissolved Oxygen ) = \frac{A \times N \times 8000}{V}$$

dimana :

A = Larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O yang digunakan untuk titrasi,ml  
 N = Normalitet Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O  
 V = Volume yang dititrasi
- m. Bersamaan dengan ini dikerjakan juga BOD dengan variasi jumlah contoh yang berbeda sebanyak dua buah.
- n. Dari hasil ketiga BOD diambil hasil yang optimum.
- o. Setelah selesai analisa, bekas contoh yang sudah dianalisa ditampung dalam penampungan khusus bekas analisa BOD .

## 2. Perhitungan

Rumus untuk contoh Activated Sludge :

$$BOD = \frac{(A-B)}{P} \text{ ppm}$$

Rumus untuk contoh selain Activated Sludge :

$$BOD = \frac{(C-D)-(A-B) \times F}{P} \text{ ppm}$$

dimana : A = DO awal / 15' ( dari contoh Activated Sludge )

B = DO 5 hari ( dari contoh Activated Sludge )

C = DO awal / 15' ( dari contoh selain Activated Sludge )

D = DO 5 hari ( dari contoh selain Activated Sludge )

$$F = \frac{\text{'ml seed yang dipakai}}{\text{'ml seed sebagai contoh}}$$

P = Factor pengenceran.

## D.2 Analisa COD

### 1. Langkah Kerja

- a. Periksa kandungan Na Cl contoh dengan cara sebagai berikut :
  - Timbang contoh 1 – 2 gram kedalam beaker glass 125 ml .
  - Tambahkan air distilat sampai total  $\pm$  100 ml .
  - Tambahkan  $\pm$  3 tetes HNO pekat, masukkan stirrer .
  - Hidupkan (Switch ON) alat 726 Titroprocessor .
  - Panggil metoda yang akan digunakan dengan menekan tombol F2 (Load Method), lalu pilih metoda yang akan digunakan (Pilih NaCl High) dengan tombol tanda panah dan tekan enter .
  - Siapkan Exchange unit (AgNO<sub>3</sub> 0.1 N in water sebagai Titran).
  - Pilih elektrode (Indicator Electrode) Ag Titrode 6.0430.100.
  - Celupkan elektrode kedalam larutan yang akan dititrasi .
  - Hidupkan stirrer dan atur kecepataannya ( 3 – 4 ) .
  - Ketik nama/identitas (id#) contoh dan sample size serta satuannya (unit) .
  - Tekan F4 (Edit Method) pastikan formulanya, dosimat drive, elektrodanya .
  - Jika semuanya sudah benar, tekan start untuk memulai titrasi.
  - Alat akan bertanya lagi (ask) tentang identitas, size sample serta satuannya, jika semuanya sudah benar tekan quit, maka alat akan mulai titrasi dan dilayar nampak curvenya .
  - End Point serta hasilnya (result) secara otomatis akan muncul dilayar dan tercetak .
  - Masukkan beberapa butir glass bead ke dalam digestion flask.
- b. Ambil contoh 50 ml dan masukkan ke dalam digestion flask, dinginkan dengan air es.
- c. Tambahkan 75 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat pelan – pelan sambil diaduk dan didinginkan.
- d. Tambahkan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> Sol'n 0.25 N sebanyak 25 ml.
- e. Pasang kondensor .
- f. Panaskan selama +/- 2 jam sambil kondensor dijalankan kemudian hentikan pemanasan dan dinginkan.
- g. Tambahkan 10 tetes indikator phenanthroline dan titrasi dengan Ferrous Ammonium Sulfat sol'n 0.25 N sampai end point (dari warna kuning berubah menjadi hijau kemudian menjadi merah bata)
- h. Kerjakan juga blank dari air distilat.
- i. Setelah selesai analisa, bekas contoh yang sudah dianalisa di tampung dalam penampungan khusus bekas analisa COD .

### 2. Kalibrasi

Lakukan kalibrasi dengan menghitung normalitet Ferrous Ammonium Sulfat .

$$N = \frac{A \times B}{C}$$

Dimana :

- N = Normalitet Ferrous Ammonium Sulfat
- A = ml larutan potassium dichromate
- B = Normalitet Potassium Dichromate
- C = ml larutan Ferrous Ammonium Sulfat

### 3. Perhitungan

$$\text{COD, ppm} = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{V} - (0.137 \times \text{ppm NaCl})$$

dimana :

A = mL Ferrous Ammonium Sulfat untuk titrasi blank.

B = ml Ferrous Ammonium Sulfat untuk titrasi contoh.

N = Normalitet Ferrous Ammonium Sulfat.

V = ml contoh yang digunakan.

### 4. Presisi dan Bias

3 % dari hasil analisa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan selama 90 hari, dengan percobaan 1 (injection 1 kg urea dan 0,2 kg fosfat) selama 20 hari, percobaan 2 (injection 1,1 kg urea dan 0,3 kg fosfat) selama 20 hari, percobaan 3 (injection 1,2 kg urea dan 0,4 kg fosfat) selama 20 hari, Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data seperti dalam tabel 1, 2 dan Tabel 3

Penelitian ini meneliti pengaruh *injection* urea dan fosfat terhadap kinerja bakteri *pseudomonas* di RBC dalam proses *biological treatment* untuk mencapai kondisi air limbah yang memenuhi nilai ambang batas untuk dibuang diperairan bebas. Penelitian ini dilakukan 3x dengan dosis urea dan fosfat yang berbeda-beda yaitu ;

1. percobaan 1 dengan dosis urea 1 kg dan fosfat 0,2 kg
2. percobaan 2 dengan dosis urea 1,1 kg dan fosfat 0,3 kg
3. percobaan 3 dengan dosis urea 1,2 kg dan fosfat 0,4 kg

Sample air limbah outlet RBC kita ambil setiap hari dan kita analisa kandungan BOD dan COD nya. Nilai ambang batas untuk BOD dan COD air limbah yang diperbolehkan adalah 100 ppm dan 200 ppm. Dari percobaan 1 diperoleh hasil BOD rata-rata 127 ppm dan COD 255 ppm, dari percobaan 2 diperoleh hasil BOD rata-rata 113 ppm dan COD 224 ppm, serta dari percobaan 3 diperoleh hasil BOD rata-rata 97 ppm dan COD rata-rata 198 ppm.

Hasil penelitian ini untuk tahap percobaan yang ketiga (injection urea 1,2 kg dan fosfat 0,4 kg) merupakan hasil yang paling bagus karena bisa mengurangi kandungan BOD dan COD dari influent RBC 190 ppm BOD dan 300 ppm COD menjadi 95 ppm BOD dan 197 ppm COD

Tabel 1 Percobaan I (Batch 1)

SEBELUM PERCOBAAN		SESUDAH PERCOBAAN			
BOD	COD	BOD		COD	
		(ppm)	penurunan (%)	(ppm)	penurunan (%)
172	270	132	23,26	254	5,93
165	272	126	23,64	261	4,07
162	278	125	22,84	262	5,93
174	280	130	25,29	252	10,37
171	268	128	25,15	248	7,41
175	271	132	24,57	250	7,78
152	272	126	17,11	248	8,89
163	269	125	23,31	252	6,30
157	267	128	18,47	261	2,22
170	272	129	24,12	262	3,70
169	274	131	22,49	245	10,74
168	266	124	26,19	246	7,41
159	269	125	21,38	253	5,93
158	270	127	19,62	248	8,15
166	280	128	22,89	261	7,04
168	274	123	26,79	256	6,67
158	271	123	22,15	260	4,07
170	273	126	25,88	262	4,07
172	269	125	27,33	256	4,81
168	270	127	24,40	254	5,93

Dari hasil tersebut ternyata pengaruh injection nutrisi ke bakteri pseudomonas sangat berpengaruh terhadap kinerja bakteri tersebut, disamping faktor-faktor lain seperti kandungan DO, influent air limbah dll sesuai dengan teoritisnya. Menurut *Simanjuntak* (2009) beberapa unsur mineral sangat diperlukan sebagai nutrisi untuk metabolisme zat organik oleh mikroorganisme, kecuali nitrogen dan fosfor mineral tersebut biasanya telah ada dalam jumlah yang cukup dalam air. Kuantitas nitrogen dan fosfor yang diperlukan untuk penghilangan BOD yang efektif. Tetapi tidak semua senyawa nitrogen organik dapat untuk sintesis mikroba. Nitrogen biasanya ditambahkan dalam bentuk urea, senyawa nitrogen sebelum digunakan harus dikonversi lebih dahulu ke bentuk amonia, nitrit, nitrat dan sekitar 75% senyawa nitrogen organik juga dapat digunakan untuk sintesis mikroba, fosfor dapat diberikan sebagai asam fosfat, tri super phosphate (TSP) biasanya digunakan sebagai sumber nutrisi fosfor

Tabel 2 Percobaan II (Batch 2)

SEBELUM PERCOBAAN		SESUDAH PERCOBAAN			
BOD	COD	BOD		COD	
		(ppm)	penurunan (%)	(ppm)	penurunan (%)
172	270	112	34,88	228	15,56
165	272	112	32,12	224	17,78
162	278	110	32,10	222	20,74
174	280	115	33,91	226	20,00
171	268	114	33,33	227	15,19
175	271	111	36,57	230	15,19
152	272	116	23,68	228	16,30
163	269	114	30,06	231	14,07
157	267	118	24,84	223	16,30
170	272	112	34,12	221	18,89
169	274	113	33,14	220	20,00
168	266	111	33,93	224	15,56
159	269	110	30,82	223	17,04
158	270	114	27,85	225	16,67
166	280	113	31,93	222	21,48
168	274	116	30,95	221	19,63
158	271	112	29,11	224	17,41
170	273	115	32,35	221	19,26
172	269	114	33,72	222	17,41
168	270	112	33,33	222	17,78

Dari data diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa bakteri pseudomonas di pengolahan air limbah RBC memerlukan tambahan nutrisi urea dan phosphat untuk mencapai kondisi yang optimal. Dari data diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan BOD dan COD apabila di RBC di injeksikan urea dan phosphat, sebelum percobaan dapat dilihat kandungan BOD di air limbah sangat tinggi rata-rata 166 ppm dan COD rata-rata 272 ppm , setelah dilakukan percobaan kandungan BOD di air limbah turun sampai rata-rata 97 ppm dan COD turun menjadi 198 ppm

Tabel 3 Percobaan III (Batch 3)

SEBELUM PERCOBAAN		SESUDAH PERCOBAAN			
BOD	COD	BOD		COD	
		(ppm)	penurunan (%)	(ppm)	penurunan (%)
172	270	98	43,02	199	26,30
165	272	100	39,39	199	27,04
162	278	99	38,89	201	28,52
174	280	98	43,68	202	28,89
171	268	99	42,11	200	25,19
175	271	100	42,86	200	26,30
152	272	97	36,18	198	27,41
163	269	96	41,10	198	26,30
157	267	96	38,85	198	25,56
170	272	96	43,53	199	27,04
169	274	98	42,01	197	28,52
168	266	94	44,05	196	25,93
159	269	97	38,99	197	26,67
158	270	95	39,87	197	27,04
166	280	96	42,17	196	31,11
168	274	96	42,86	198	28,15
158	271	94	40,51	198	27,04
170	273	95	44,12	197	28,15
172	269	96	44,19	196	27,04
168	270	94	44,05	196	27,41

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh hubungan antara injeksi nutrient (urea dan phosphate) terhadap kinerja bakteri pseudomonas di *rotating biological contactor* (RBC) dalam pengolahan air limbah kilang paraxylene cilacap. Dengan penambahan nutrisi urea dan phosphate di RBC dapat meningkatkan kinerja bakteri pseudomonas sp dalam mengurangi kadar BOD dan COD air limbah. Dari ketiga percobaan yang dilakukan dalam penelitian, percobaan ketiga (injeksi urea 1,2 dan phosphate 0,4 kg/day) didapat hasil yang paling bagus diantara percobaan pertama dan kedua.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adhitiastuti, Heryani dan Oktafia Bisono, Puji Hastuti. 2008, "*Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik Dengan Trickling Filter*", Undip, Semarang
- Boyd, C.E. 1990. "*Water quality in ponds for aquaculture*". Alabama agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482 p.
- Kussuryani, Yanni. 2003, "*Penelitian Pengaruh Nutrisi terhadap Biodegradasi Limbah Cair Kilang Minyak*", Grafika LEMIGAS, Jakarta
- Mays, L.W. 1996. "*Water resources handbook*". McGraw-Hill. New York.
- Metcalf and Eddy, Inc. 1991. "*Wastewater Engineering; treatment, disposal, reuse*". McGraw-Hill, Inc. New York, Singapore.

- Simanjuntak, Hidup. 2009. "*Study Korelasi antara hubungan BOD dengan C,N dan K dari Limbah Cair Kelapa Sawit*". Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Sugihartono, Msc, 1987, "*Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah* ", UI Press, Jakarta
- Suriawiria, Unus. 1996, "*Mikrobiologi Air* ", edisi 2, Bandung
- Umaly, R. C. Dan Ma L.A. Cuvin. 1988. "*Limnology: Laboratory and field guide, Physico-chemical factors, Biological factors*". National Book Store, Inc. Publishers. Metro Manila