

# PENGGUNAAN ELEKTRODA BESI (Fe), TEMBAGA (Cu) DAN STAINLESS STEEL PADA PROSES ELEKTROKOAGULASI LIMBAH SAUS SAMBAL UNTUK MENURUNKAN PARAMETER BOD DAN TSS

## THE USE OF IRON (Fe), COPPER (Cu), AND STAINLESS STEEL ELECTRODES ON THE ELECTROCOAGULATION PROCESS WASTE CHILI SAUCE TO REDUCE BOD AND TSS PARAMETERS

Dewi Purwati\*, Alimuddin, Erwin

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123

\*E-mail: dewipurwati29@gmail.com

Received: 23 January 2017, Accepted: 25 January 2018

### ABSTRACT

Research on the decline in BOD and TSS from waste chili sauce with electrocoagulation method using electrodes Fe, Cu and stainless steel in decreased amount of BOD and TSS. Conducted to determine the optimum point of each parameter based on the reaction of the electrocoagulation process on waste samples of chili sauce by using a variation of time and variation of voltage. The results obtained show that the effect of time is obtained optimum time of 120 minutes with vigorous optimum voltage of 12 volts to the decreased amount of BOD and TSS, respectively for 10.7577 mg/L and 18 mg/L with the results of successive allowance for 99.17% and 98.36% for electrode Fe and stainless steel. And decreased amount of BOD and TSS respectively for 8.2482 mg/L and 296 mg/L with the preliminary results of a row of 99.36% and 73.09% for the electrode Fe and Cu. With initial values of BOD and TSS each of 1301.4010 mg/L and 1100 mg/L.

**Keywords:** *Electrocoagulation, BOD, TSS*

### PENDAHULUAN

Peranan bahan tambahan pangan (BTP) khususnya bahan pengawet menjadi semakin penting sejalan dengan kemajuan teknologi produksi bahan tambahan pangan sintesis. Banyaknya bahan tambahan pangan dalam bentuk lebih murni dan tersedia secara komersial dengan harga yang relatif murah akan mendorong meningkatnya pemakaian bahan tambahan pangan yang berarti meningkatkan konsumsi bahan tersebut bagi setiap individu [1].

Saus sambal merupakan bahan pelengkap yang digunakan sebagai tambahan untuk menambah kelezatan makanan dapat berupa cairan yang terbuat dari bubur buah berwarna menarik (biasanya merah), mempunyai aroma dan rasa yang merangsang (dengan atau tanpa rasa pedas), mempunyai daya simpan panjang karena mengandung asam, gula, garam dan seringkali pengawet [1].

Elektrokoagulasi adalah sebuah metode pengolahan limbah yang mampu menjawab permasalahan tersebut. Elektrokoagulasi seringkali dapat menetralkan muatan-muatan partikel dan ion, sehingga bisa mengendapkan kontaminan-kontaminan, menurunkan konsentrasi lebih rendah

dari yang bisa dicapai dengan pengendapan kimiawi dan dapat menggantikan dan/atau mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia yang mahal (garam logam, polimer). Proses elektrokoagulasi terbentuk melalui pelarutan logam dari anoda yang kemudian berinteraksi secara simultan dengan ion hidroksi dan gas hidrogen yang dihasilkan dari katoda.

Adapun elektroda-elektroda yang digunakan pada proses elektrokoagulasi limbah saus sambal untuk menurunkan parameter BOD dan TSS yaitu elektroda besi (Fe), tembaga (Cu), dan Stainless Steel.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kabel penghubung, lampu LED 1,5 V, kawat tembaga (Cu), seng (Zn), karbon (C), gelas plastik, pH universal, gunting, gelas kimia dan multimeter.

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larutan HCl, aquades, limbah saus sambal, kertas saring, kertas label dan Elektroda Besi (Fe), Tembaga (Cu dan Stainless steel

## Prosedur Penelitian

### Larutan uji

Disiapkan limbah saus sambal yang akan diuji, kemudian dimasukkan kedalam gelas ukur sebanyak 500 mL.

### Rangkaian alat elektrolisis

Adaptor disiapkan dan disambungkan dengan kabel penghubung (kabel buaya) pada kutub negatif dan kutub positif. Dua elektroda (Cu dan Fe) dan (stainless stell dan Fe) diposisikan pada gelas kimia sehingga elektroda terendam sebagian. Kemudian elektroda tersebut dihubungkan pada adaptor.

### Pengaruh lama waktu kontak

Alat sel galvanik dirangkai dengan jumlah sel galvanik yang bervariasi, yaitu 1 sel, 2 sel, 3 sel, 4 sel dan 5 sel dengan menggunakan pasangan elektroda C-Zn, dimana masing-masing sel menggunakan wadah gelas plastik yang berisi 250 mL sampel air asam tambang. Selanjutnya diamati potensial sel terukur pada alat multimeter.

### Waktu kerja sel terhadap potensial sel

Seperangkat alat elektrolisis dirangkai, kemudian limbah saus sambal sebanyak 500 mL dimasukkan kedalam gelas kimia pada rangkaian alat. Tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada tegangan 12 Volt. Proses elektrolisis dilakukan dengan memvariasikan lama waktu kontak selama 40, 80 dan 120 menit.

### Pengaruh kuat tegangan

Seperangkat alat elektrolisis dirangkai, limbah saus sambal sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia pada rangkaian alat. Tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada tegangan 7,5 ; 9 dan 12 volt. Proses elektrolisis dilakukan dengan lama waktu kontak 120 menit.

### Analisis BOD

Sebanyak 1 mL sampel dimasukkan kedalam gelas beaker dan ditambahkan dengan aquades sebanyak 500 mL, kemudian diaerasi selama  $\pm 15$  menit. Setelah itu sampel yang telah di aerasi tersebut dimasukkan kedalam dua buah botol DO (botol *winkler*) sampai meluap. Pada botol yang pertama lanjut ke proses titrasi dan botol yang kedua diberi 3 pipet suspensi mikroba lalu tutup rapat-rapat dan diinkubasi selama 5 hari. Pada botol yang pertama ditambahkan 1 mL  $MnSO_4$  dan 1 mL alkali iodida azida dengan ujung pipet tepat diatas permukaan larutan. Ditutup Erlenmeyer sehingga tidak terjadi gelembung udara. Homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna. Lalu dipindahkan larutan yang

jernih ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan 1 pipet  $H_2SO_4$  ke dalam botol DO yang berisi endapan lalu ditutup dan dikocok hingga homogen. Kemudian dipindahkan semua larutan dari dalam botol DO ke dalam Erlenmeyer. Setelah itu dititrasi dengan  $Na_2S_2O_3$  hingga berwarna kuning cerah, lalu diteteskan sebanyak 3 tetes indikator amilum. Titrasi kembali hingga warna biru tepat hilang.

### Analisis TSS

Kertas saring dioven selama 1 jam dengan suhu  $103^{\circ}C$ , setelah itu kertas saring tersebut dimasukkan ke dalam desikator  $\pm 15$  menit. kemudian ditimbang berat kertas saring awal. Setelah itu diambil sampel sebanyak 50 mL dan disaring, lalu kertas saring tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator  $\pm 15$  menit dan ditimbang berat akhir kertas saring tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Parameter lama waktu kontak terhadap penurunan kadar BOD pada metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Fe dan stainless stell

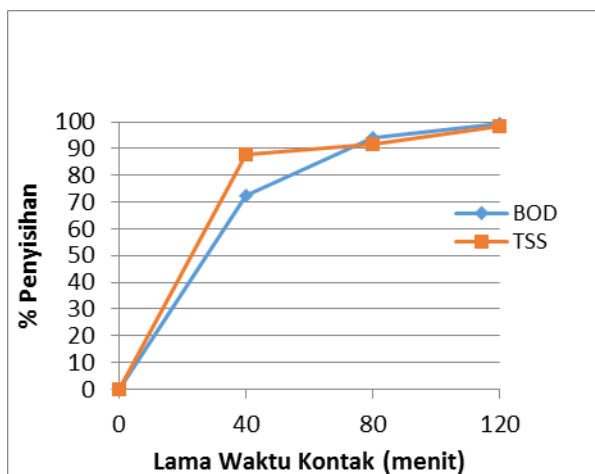
Lama waktu kontak (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1301,4010	1301,4010	0
40	1301,4010	357,1029	72,56
80	1301,4010	75,0829	94,23
120	1301,4010	10,7577	99,17

**Tabel 2.** Parameter lama waktu kontak terhadap penurunan kadar TSS

Lama waktu kotak (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1100	1100	0
40	1100	134	87,81
80	1100	90	91,81
120	1100	18	98,36

Hasil yang didapatkan berdasarkan volume sampel yang digunakan sebanyak 500 mL limbah saus sambal dengan kuat tegangan 12 Volt. Dimana larutan yang telah di elektrokoagulasi diambil melalui keran pada alat yang digunakan sehingga flok-flok tidak ikut pada saat proses pengambilan larutan. Hasil penurunan konsentrasi optimum didapatkan pada lama waktu kontak 120 menit untuk BOD dn TSS dengan presentase penurunan masing-masing yaitu 99,17% dan 98,36%. Sedangkan pada lama waktu kontak 40 menit presentase penurunan BOD dan TSS masing-masing yaitu 72,56% dan

87,81%. Dan pada lama waktu kontak 80 menit didapatkan persentase penurunan BOD dan TSS yaitu 94,23% dan 91,81%. Dari hasil yang didapatkan ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak yang digunakan maka hasil yang didapatkan akan semakin optimum dan semakin banyak pula flok-flok yang terbentuk.



**Gambar 1.** Grafik hubungan antara lama waktu kontak dengan persen penyisihan penurunan kadar BOD dan TSS dengan elektroda Fe dan stainless stell

**Tabel 3.** Pengaruh kuat tegangan terhadap penurunan kadar BOD metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Fe dan stainless stell

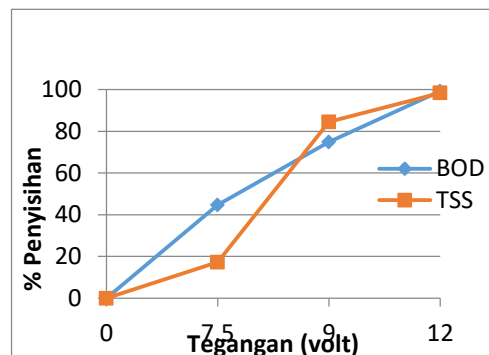
Kuat Tegangan (Volt)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1301,4010	1301,4010	0
7,5	1301,4010	720,3785	44,65
9	1301,4010	327,2387	74,85
12	1301,4010	10,7577	99,17

**Tabel 4.** Parameter kuat tegangan terhadap penurunan kadar TSS

Kuat Tegangan (Volt)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1100	1100	0
7,5	1100	910	17,27
9	1100	171	84,45
12	1100	18	98,36

Hasil yang didapatkan berdasarkan volume sampel yang digunakan sebanyak 500 mL limbah saus sambal dengan kuat tegangan 7,5 V; 9 V; dan 12 V. Masing-masing sampel di elektrokoagulasi selama 120 menit. Berdasarkan dari data diatas didapatkan hasil penurunan kadar BOD dan TSS pada kuat tegangan 7,5 V yaitu 44,65% dan 17,27%. Dengan waktu kontak 120 menit dan kuat tegangan sebesar 7,5 Volt flok-flok yang terbentuk mengambang ke

atas permukaan larutan. Hal ini dikarenakan adanya percampuran antara flok dengan gas H<sub>2</sub> yang terbentuk dari hasil reaksi kedua elektroda yang digunakan.



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara tegangan dengan persen penyisihan penurunan kadar BOD dan TSS dengan elektroda Fe dan stainless stell

Penurunan kadar BOD dan TSS pada kuat tegangan 9 V yaitu 74,85% dan 84,45%. Sedangkan pada kuat tegangan 12 V dengan lama waktu kontak selama 120 menit didapatkan persentase penurunan kadar BOD dan TSS yaitu 99,17% dan 98,36%. Dimana apabila semakin besar kuat tegangan dan lama waktu kontak yang digunakan maka flok-flok yang terbentuk akan semakin banyak dan menempel di elektroda pada saat proses elektrokoagulasi. Dapat disimpulkan bahwa kuat tegangan sebesar 12 Volt dengan lama waktu 120 menit merupakan kuat tegangan optimum untuk melakukan proses elektrokoagulasi. Dan semakin besar kuat tegangan yang digunakan maka semakin besar pula persen penyisihan yang dihasilkan.

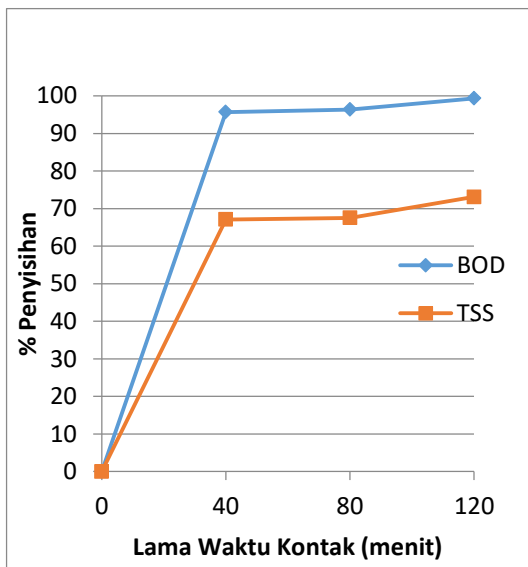
**Tabel 5.** Pengaruh lama waktu kontak terhadap penurunan kadar BOD pada metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Fe dan Cu

Lama waktu kontak (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1301,4010	1301,4010	0
40	1301,4010	56,2029	95,68
80	1301,4010	46,9023	96,39
120	1301,4010	8,2482	99,36

**Tabel 6.** Parameter lama waktu kontak terhadap penurunan kadar TSS

Lama waktu kontak (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1100	1100	0
40	1100	362	67,09
80	1100	357	67,54
120	1100	296	73,09

Hasil yang didapatkan berdasarkan volume sampel yang digunakan sebanyak 500 mL limbah saus sambal dengan kuat tegangan 12 Volt. Dimana larutan yang telah di elektrokoagulasi diambil melalui keran pada alat yang digunakan sehingga flok-flok tidak ikut pada saat proses pengambilan larutan. Hasil penurunan konsentrasi optimum didapatkan pada lama waktu kontak 120 menit untuk BOD dn TSS dengan presentase penurunan masing-masing yaitu 99,36% dan 73,09%. Sedangkan pada lama waktu kontak 40 menit presentase penurunan BOD dan TSS masing-masing yaitu 95,68% dan 67,09%. Dan pada lama waktu kontak 80 menit didapatkan persentase penurunan BOD dan TSS yaitu 96,39% dan 67,54%. Dari hasil yang didapatkan ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak yang digunakan maka hasil yang didapatkan akan semakin optimum dan semakin banyak pula flok-flok yang terbentuk.



**Gambar 3.** Grafik hubungan lama waktu kontak dengan persen penyisihan penurunan kadar BOD dan TSS dengan elektroda Fe dan Cu

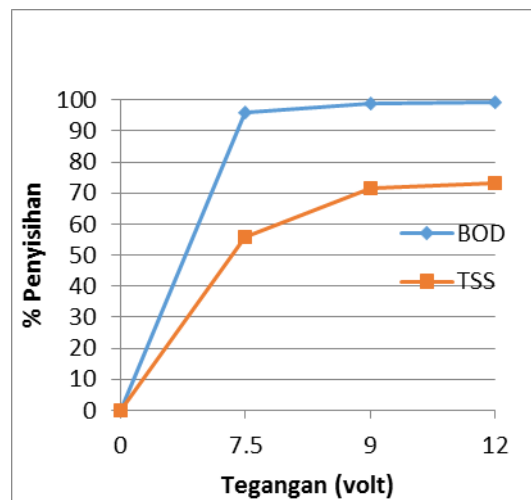
**Tabel 7.** Pengaruh kuat tegangan terhadap penurunan kadar BOD pada metode elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda Fe dan Cu

Kuat tegangan (volt)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1301,4010	1301,4010	0
7,5	1301,4010	51,5713	96,03
9	1301,4010	13,9023	98,93
12	1301,4010	8,2482	99,36

**Tabel 8.** Parameter kuat tegangan terhadap penurunan kadar TSS

Kuat tegangan (volt)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Persen Penyisihan (%)
0	1100	1100	0
7,5	1100	485	55,90
9	1100	311	71,72
12	1100	296	73,09

Hasil yang didapatkan berdasarkan volume sampel yang digunakan sebanyak 500 mL limbah saus sambal dengan kuat tegangan 7,5 V; 9 V; dan 12 V. Masing-masing sampel di elektrokoagulasi selama 120 menit. Berdasarkan dari data diatas didapatkan hasil penurunan kadar BOD dan TSS pada kuat tegangan 7,5 V yaitu 96,03% dan 55,90%. Dengan waktu kontak 120 menit dan kuat tegangan sebesar 7,5 Volt flok-flok yang terbentuk mengambang ke atas permukaan larutan. Hal ini dikarenakan adanya percampuran antara flok dengan gas H<sub>2</sub> yang terbentuk dari hasil reaksi kedua elektroda yang digunakan.



**Gambar 4.** Grafik hubungan kuat tegangan dengan persen penyisihan penurunan kadar BOD dan TSS dengan elektroda Fe dan Cu

Penurunan kadar BOD dan TSS pada kuat tegangan 9 V yaitu 98,93% dan 71,72%. Sedangkan pada kuat tegangan 12 V dengan lama waktu kontak selama 120 menit didapatkan persentase penurunan kadar BOD dan TSS yaitu 99,36% dan 73,09%. Dimana apabila semakin besar kuat tegangan dan lama waktu kontak yang digunakan maka flok-flok yang terbentuk akan semakin banyak dan menempel di elektroda pada saat proses elektrokoagulasi. Dapat disimpulkan bahwa kuat tegangan sebesar 12 Volt dengan lama waktu 120 menit merupakan kuat tegangan optimum untuk melakukan proses elektrokoagulasi. Dan semakin besar kuat tegangan yang digunakan maka semakin besar pula persen penyisihan yang dihasilkan.

Limbah saus sambal setelah dilakukan proses elektrokoagulasi kemudian dilakukan analisa BOD dan TSS. Pada uji BOD digunakan metode titrasi dengan cara winkler. Dimana sampel akan di aerasi terlebih dahulu selama  $\pm 20$  menit. Sampel dibagi menjadi dua yaitu botol A1 dan botol A2, dimana untuk botol A1 akan langsung dilakukan uji  $DO_0$  dan botol A2 akan didiamkan selama 5 hari untuk dilakukan uji  $DO_5$ .

BOD 5 (Biochemical Oxygen Demand) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan waktu 100 hari pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal sebagai BOD 5 [2].

Analisa TSS terhadap limbah saus sambal yang telah dielektrokoagulasi adalah dengan menggunakan metode gravimetri dimana pada awalnya kertas saring terlebih dahulu dimasukkan kedalam oven selama 1 jam dengan suhu  $103^\circ\text{C}$ , lalu dimasukkan kedalam desikator selama  $\pm 15$  menit. Setelah itu ditimbang berat awal kertas saring, lalu di ambil sampel sebanyak 50 mL dan disaring. Kertas saring tersebut kemudian dimasukkan kedalam oven selama 1 jam. Setelah itu kertas saring dimasukkan kembali kedalam desikator selama  $\pm 15$  menit dan ditimbang berat akhir dari kertas saring tersebut. Pada proses elektrokoagulasi didapatkan data dari hasil analisa TSS bahwa semakin lama waktu kontak yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi maka akan semakin besar penurunan kadar TSS terhadap sampel. Dan pada penelitian ini yang mengalami penurunan paling besar adalah dengan lama waktu kontak 120 menit. Begitu juga dengan kuat tegangan yang digunakan, semakin besar kuat tegangan yang digunakan selama proses elektrokoagulasi maka akan

lebih banyak mereduksi jumlah TSS dan pada penelitian ini didapatkan data pada kuat tegangan sebesar 12 Volt kadar TSS mengalami penurunan yang maksimum.

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses elektrokoagulasi pada penelitian ini adalah kinerja plat elektroda yang mengalami kejenuhan. Sehingga menyebabkan pembentukan  $\text{OH}^-$  pada katoda semakin berkurang karena adanya penempelan endapan. Semakin besar endapan yang menempel maka akan semakin besar pula permukaan katoda tertutup sehingga terhambatnya pembentukan  $\text{OH}^-$ . Jika  $\text{OH}^-$  yang dihasilkan berkurang maka pengikatan  $\text{Fe}^{2+}$  untuk membentuk koagulan akan semakin berkurang.

Hal ini terjadi karena adanya adsorpsi dari interaksi antara ion-ion yang terlepas akan menyebabkan pengikisan pada permukaan elektroda. Pada katoda ketika logam bertemu dengan polutan air limbah akan membentuk endapan dan gas. Endapan inilah yang terlihat pada elektroda bagian katoda, sedangkan gas dapat dilihat berupa buih disekeliling elektroda bagian katoda selama berlangsungnya proses elektrokoagulasi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah saus sambal. Dengan nilai awal BOD dan TSS yaitu 1301,4010 mg/L dan 1100 mg/L. Dan didapatkan penurunan dari parameter lama waktu kontak dari BOD dan TSS yaitu sebesar 10,7577 mg/L dan 18 mg/L untuk elektroda Fe dan stainless stell. Untuk elektroda Fe dan Cu didapatkan hasil penurunan BOD dan TSS yaitu 8,2482 mg/L dan 296 mg/L.
2. Parameter kuat tegangan memiliki keadaan optimum pada kuat tegangan sebesar 12 volt yang menghasilkan persen penurunan BOD dan TSS hingga mencapai 99,17% dan 98,36% untuk elektroda Fe dan stainless stell. Untuk elektroda Fe dan Cu didapatkan hasil penurunan BOD dan TSS yaitu 99,36% dan 73,09%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyadi, S. 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [2] Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI- Press.