

EFEKTIFITAS ELEKTROFLOKULATOR DALAM MENURUNKAN TSS DAN BOD PADA LIMBAH CAIR TAPIOKA

Hery Setyobudiarso

(Staf Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITN Malang)

hery_sba@yahoo.com

ABSTRAKSI

Industri kecil berbahan baku lokal memegang peranan yang berarti bagi masyarakat, akan tetapi hal tersebut menjadi tidak sebanding dengan kerusakan lingkungan yang ditimbulkan akibat limbah yang dihasilkan, seperti halnya yang terjadi pada industri tapioka yang akhir-akhir ini berperan banyak dalam terjadinya pencemaran perairan sungai. Adanya bahan-bahan organik dalam air limbah menyebabkan tingginya TSS dan BOD badan air sehingga keseimbangan ekosistem air akan terganggu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi elektroflokulator dalam menurunkan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka. Sebagai teknologi alternative yang aplikatif proses elektroflokulasi merupakan sebuah proses yang secara simultan menghilangkan/memindahkan suspended solid, bahan organik teremulsi dan kontaminan lainnya dari air dengan menggunakan arus listrik searah (DC) dari anoda menuju katoda. Sistem ini menyebabkan pelepasan ion pada elektroda untuk berpindah kedalam larutan elektrolit.

Hasil penelitian dan analisa data menunjukkan bahwa elektroflokulator mempunyai kemampuan untuk menurunkan kandungan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka. Dari berbagai perlakuan yang direncanakan penyisihan konsentrasi TSS setelah proses elektroflokulasi yang paling rendah adalah pada waktu 30 menit dengan tegangan 15 volt dengan penurunan 15,93 % dan penyisihan yang paling tinggi adalah pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt dengan penurunan 66,22 % dan penyisihan konsentrasi BOD setelah proses elektroflokulasi yang paling rendah adalah pada waktu 30 menit dengan tegangan 15 volt dengan penurunan 14,76 % dan penyisihan yang paling tinggi adalah pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt dengan penurunan 53,66 %.

Kata kunci: TSS, BOD, Elektroflokulator.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Satu prinsip pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang mempertahankan ketersediaan dan memanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat, baik pada masa sekarang atau masa yang akan datang. Pencemaran oleh limbah industri terjadi karena hal ini

sering diabaikan dan keterbatasan dalam pengolahan limbah sehingga air buangan tersebut dibuang secara langsung ke selokan atau sungai. Atas dasar permasalahan tersebut diperlukan suatu metode pengolahan limbah yang efisien dan ekonomis. Salah satu metode pengolahan limbah industri tapioka dengan menggunakan elektroflokulator.

Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode elektroflokulator dan masalah yang dirumuskan :

1. Bagaimana pengaruh tegangan dan waktu elektrolisis dalam penurunan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka.
2. Seberapa besar tingkat efisiensi metode elektrolisis dalam menurunkan kandungan TSS dan COD pada limbah cair tapioka.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kemampuan elektroflokulator sebagai teknologi alternatif yang aplikatif dalam menurunkan TSS dan BOD dalam limbah cair tapioka.
2. Untuk mengetahui perbedaan tingkat penurunan TSS dan BOD pada proses elektroflokulasi dalam variasi waktu dan tegangan yang direncanakan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pengolahan limbah cair tapioka dengan menggunakan metode elektroflokulator ini adalah mampu menurunkan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka sehingga dapat dijadikan teknologi alternative yang aplikatif.

TINJAUAN PUSTAKA

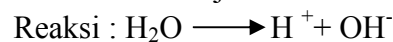
Pada proses produksinya, limbah cair tapoka berasal dari buangan pencucian dan pemerasan pati dari parutan ubi. Bahan-bahan yang terlarut pada air limbah merupakan komponen dari ubi kayu yang merupakan bahan-bahan

organik berupa pati, gula, protein, lemak, serat, dll (Soeratmadja, 1984 dalam Sukadarti S, 2002). Adanya bahan-bahan organik dalam air limbah akan menyebabkan tingginya COD dan BOD dalam air. Selain itu tingginya partikel yang terlarut juga akan menyebabkan kekeruhan pada air.

Suatu sel elektrokimia terbentuk dari dua elektroda, yaitu katoda dan anoda. Kombinasi antara kedua elektroda dapat berlangsung tanpa hubungan atau melalui hubungan. Ion-ion dalam larutan elektrolit selalu bergerak, karena mempunyai derajat kebebasan translasi. Elektroda dimana terjadi reaksi oksidasi disebut anoda dan elektroda dimana terjadi reaksi reduksi disebut katoda. Pada sel elektrolisis, katoda merupakan kutup positif dan anoda sebagai kutup negative. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa hantaran elektrolit terjadi karena :

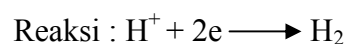
- a. Elektroda masuk kedalam air dan keluar muatan dari larutan yang melalui reaksi pada kedua elektroda.
- b. Elektroda lewat dalam larutan melalui migrasi ion.

Prinsip dasar elektrolisis mulai dari ionisasi air menjadi H^+ dan OH^- :

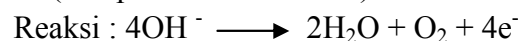


Jika larutan elektrolit (air) diberi elektroda dan dialiri muatan maka akan terjadi :

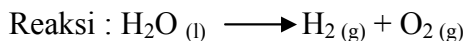
- Ion positif akan ditarik oleh katoda (-) dan disebut reaksi reduksi.



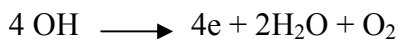
- Ion negative akan ditarik oleh anoda (+), disebut dengan reaksi oksidasi (Pelepasan ion hidroksil).



Sehingga pada reaksi kompleks :



pada anoda mengakibatkan terbentuknya gas oksigen.

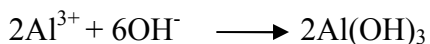


Proses elektroflokulasi merupakan sebuah proses yang secara simultan menghilangkan/memindahkan logam-logam berat, suspended solid, bahan organik teremulsi dan kontaminan lainnya dari air dengan menggunakan arus listrik searah (DC) dari anoda menuju katoda. Sistem ini menyebabkan pelepasan ion pada elektroda untuk berpindah kedalam larutan elektrolit. Kontaminan-kontaminan yang terkandung dalam air limbah dipindahkan oleh reaksi kimia dan proses presipitasi atau dengan menyebabkan bahan-bahan koloid bersatu.

Pada elektroflokulator, reaksi yang terjadi pada kedua elektroda adalah sebagai berikut :

- Anoda (+) : $\text{Al} \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$
- Katoda (-) : $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Unsur-unsur tersebut akan membentuk gumpalan (flok) dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ berdasarkan reaksi berikut :



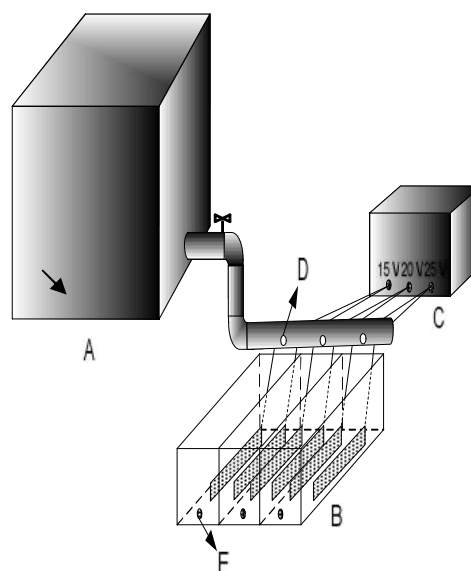
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 02 – 10 bulan Juni 2005 di Laboratorium di Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang. Sampel yang digunakan adalah limbah cair Industri tapioka. PT. Intaf Turen Kecamatan Turen Kabupaten Malang.

Metode analisa penelitian

1. Metode analisa TSS menggunakan TURBIDITY METER, sedangkan BOD menggunakan TITIMETRI
2. Analisis data Statitik menggunakan UNIVARIATE ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan atau tidak (Variasi waktu dan tegangan terhadap penurunan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka.

Alat Pengolahan Limbah.

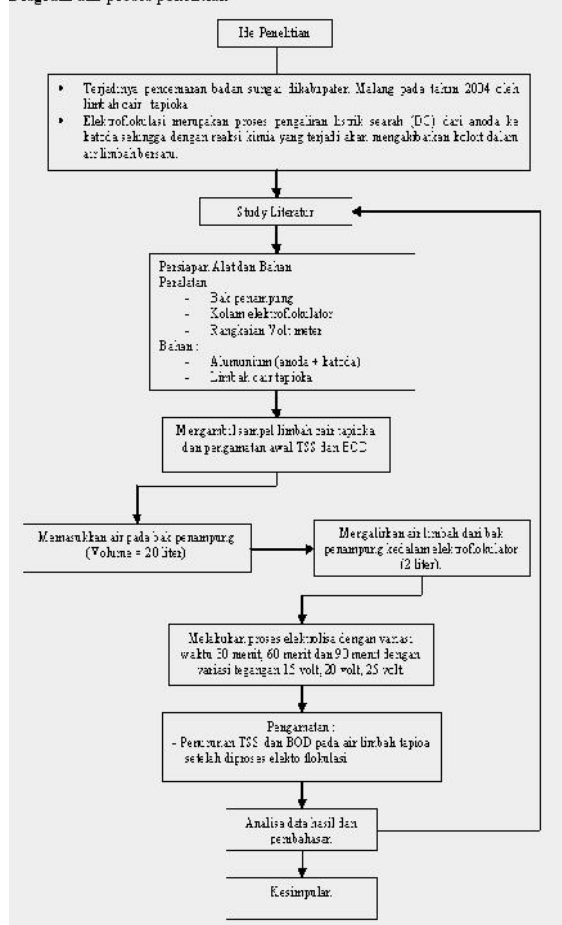


Gambar 1: Alat pengolahan limbah cair tapioka (Elektroflokulator)

Keterangan :

- A . Bak penampung
- B. Bak Elektroflokulator
- C. Volt meter
- D. In let
- E. Out let

Diagram alir proses penelitian



Tabel 2. Konsentrasi akhir TSS setelah proses Elektroflokulasi

t (menit)	V (Volt)	Konsentrasi TSS setelah proses Elektroflokulasi (mg/l)		
		1	2	3
30	15	502,82	503,27	502,19
	20	423,09	422,52	422,85
	25	341,75	342,85	342,22
60	15	438,02	438,94	439,53
	20	353,97	354,06	353,42
	25	273,55	272,14	272,96
90	15	361,26	360,31	360,74
	20	276,09	275,58	275,65
	25	201,82	202,75	201,41

Tabel 3 Penurunan konsentrasi TSS setelah proses elektroflokulasi

t (Menit)	V (Volt)	Penurunan konsentrasi TSS setelah proses elektroflokulasi (mg/l)		
		1	2	3
30	15	95,21	95,76	95,84
	20	174,94	175,50	175,18
	25	256,28	256,28	255,81
60	15	160,01	159,09	158,50
	20	244,06	243,97	244,61
	25	324,48	325,89	325,07
90	15	236,77	237,72	237,29
	20	321,94	322,45	322,38
	25	396,21	395,28	396,62

Tabel 4. Persentase penurunan konsentrasi TSS

t (menit)	V (Volt)	Persentase penurunan konsentrasi TSS (%)			Rata-rata (%)
		1	2	3	
30	15	15,92	15,84	16,02	15,93
	20	29,25	29,35	29,29	29,30
	25	42,85	42,67	42,77	42,76
60	15	26,76	26,60	26,50	26,62
	20	40,81	40,79	40,90	40,83
	25	54,26	54,49	54,35	54,37
90	15	39,59	39,75	39,68	39,67
	20	53,83	53,92	53,90	53,88
	25	66,25	66,09	66,32	66,22

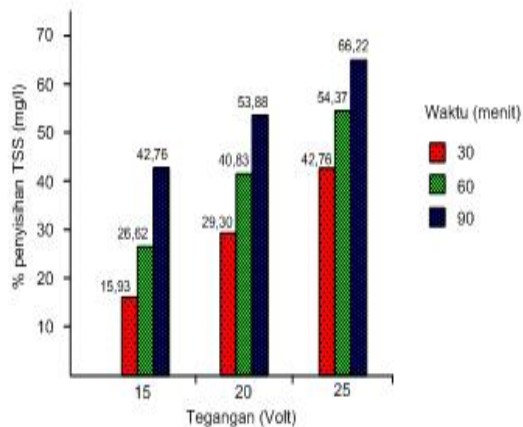
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Tabel 1. Konsentrasi awal limbah cair Tapioka

No	Parameter	Kandungan (mg/l)
1	TSS	598,00
2	BOD	576,90

Dari tabel 4. didapat persentase penurunan konsentrasi TSS pada limbah cair tapioka setelah melalui proses Elektroflokulasi dapat dibuat grafik seperti gambar 2.



Gambar 2. Grafik % penyisihan TSS pada limbah cair tapioka dengan berbagai variasi.

Analisa BOD

Tabel 5. Konsentrasi akhir BOD setelah proses elektroflokulasi

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Konsentrasi BOD setelah proses Elektroflokulasi (mg/l)		
		1	2	3
30	15	492,35	491,07	491,90
	20	424,91	425,13	424,22
	25	364,28	363,54	365,24
60	15	445,96	447,20	446,08
	20	383,79	384,05	382,55
	25	319,32	319,93	318,63
90	15	399,05	398,56	398,76
	20	333,87	333,24	332,41
	25	268,54	267,49	267,92

Tabel 6. Penurunan konsentrasi BOD setelah proses elektroflokulasi

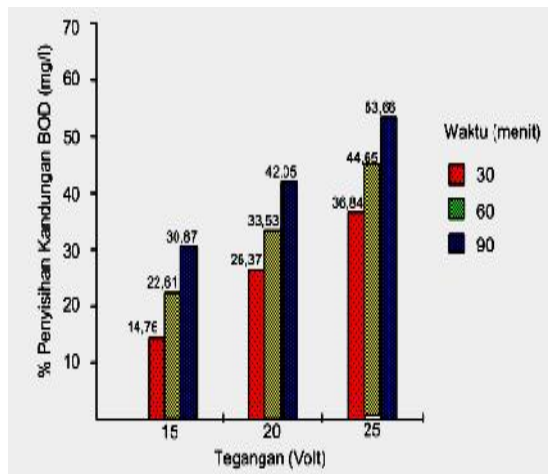
Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Penurunan konsentrasi BOD setelah proses Elektroflokulasi (mg/l)		
		1	2	3
30	15	84,56	85,84	85,01
	20	151,99	151,78	152,69
	25	212,63	213,37	211,67
60	15	130,95	129,71	130,83
	20	193,21	192,86	194,36
	25	257,59	256,98	258,28
90	15	177,86	178,35	178,15
	20	243,04	239,67	244,50
	25	308,37	309,42	308,99

Sedangkan besar prosentase penyisihan BOD pada setiap variasi adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Persentase penurunan konsentrasi BOD setelah proses elektroflokulasi

Waktu (menit)	Tegangan (Volt)	Persentase penurunan konsentrasi BOD (%)			Rata-rata (%)
		1	2	3	
30	15	14,66	14,88	14,74	14,76
	20	26,35	26,31	26,47	26,37
	25	36,86	36,98	36,69	36,84
60	15	22,69	22,48	22,67	22,61
	20	33,47	33,43	33,69	33,53
	25	44,65	44,54	44,76	44,65
90	15	30,82	30,91	30,88	30,87
	20	42,23	41,54	42,38	42,05
	25	53,45	53,63	53,91	53,66

Dari tabel 7 didapat persentase penurunan konsentrasi TSS pada limbah cair tapioka setelah melalui proses Elektroflokulasi dapat dibuat grafik seperti gambar 3.



Gambar 3. Grafik % penyisihan BOD pada limbah cair tapioka dengan berbagai variasi.

PEMBAHASAN

Proses elektroflokulasi merupakan sebuah proses yang secara simultan menghilangkan/memindahkan bahan pencemar (suspended solid, bahan organik teremulsi dan kontaminan lainnya) dari air limbah dengan menggunakan arus listrik searah (DC) dari anoda menuju katoda. Dalam penelitian ini elektroda yang digunakan adalah Alumunium (Al), sistem ini menyebabkan pelepasan-pelepasan ion pada elektroda untuk berpindah kedalam larutan elektrolit (limbah cair tapioka). Kontaminan-kontaminan yang terkandung dalam air limbah tapioka dipindahkan oleh reaksi kimia dan proses presipitasi atau dengan menyebabkan bahan-bahan koloid bersatu. Proses elektroflokulasi sangat baik untuk mengolah limbah cair yang mengandung padatan yang sulit terendapkan seperti lumpur, mikroorganisme dan kontaminan yang menambah kekeruhan air lainnya,

(Mckay Creek Teknologis Ltd, 1997 dalam Andy F, 2004).

Menurut Donini Et al, 1988 (Dalam Andy F, 2004), pengolahan secara elektrokimia menggunakan elertroda Alumunium (Al) memiliki beberapa keuntungan di banding dengan pengolahan dengan menggunakan koagulan, karena dalam proses ini tidak memerlukan supply alkalinity dalam menjalankan reaksinya. Dengan membuang anion-anion yang berkompetisi menggunakan elektoda alumunium (Al) dengan kemurnian tinggi, residu logam dan endapan yang dihasilkan sedikit.

Pengaruh variabel Waktu dan Tegangan terhadap % Penurunan TSS

Dari hasil penelitian menunjukan bahwa konsentrasi awal TSS dari limbah cair tapioka adalah 590,00 mg/l (tabel 4), setelah dilakukan proses elektroflokulasi dengan variasi waktu (30 menit, 60 menit, 90 menit) dan tegangan (15 volt, 20 volt, 25 volt) telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi TSS pada limbah cair tapioka secara meningkat seiring dengan lamanya waktu dan besarnya tegangan yang diberikan. Cepatnya laju reaksi yang terjadi pada proses elektroflokulasi ini disebabkan oleh adanya banyak muatan ion yang terkandung dalam air limbah tapioka tersebut, karena jika elektrolisis dilakukan pada larutan yang memiliki banyak ion/atom yang terlarut, maka ion-ion tersebut akan berlomba-lomba menuju elektroda untuk melepaskan dan menerima elektron (Vogel, 1979).

Pada gambar 4.1 menunjukkan % penyisihan konsentrasi TSS setelah

proses elektroflokulasi yang paling rendah adalah pada waktu 30 menit dengan tegangan 15 volt dengan penurunan 15,93 % dan penyisihan yang paling tinggi adalah pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt dengan penurunan 66,22 %. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu dan semakin besar tegangan yang diberikan maka kesempatan penguraian logam Aluminium (Al) untuk melepaskan Al^{3+} semakin besar terhadap air limbah tapioka, dan partikel-partikel yang dilepas akan bergabung menjadi $Al(OH)_3$ sehingga flok-flok yang terbentuk akan semakin besar dan tingkat penurunan TSS semakin meningkat. Semakin banyak partikel bermuatan ion yang bereaksi (reaksi redoks) maka akan semakin banyak partikel yang bergabung, (Mckay Creek Teknologis Ltd, 1997 dalam Andy F; 2004).

Laju reaksi pada proses ini akan mencapai titik optimum pada saat muatan ion yang ada pada air limbah dapat berikatan secara sempurna sehingga pada kondisi ini penambahan waktu dan tegangan tidak berpengaruh lagi, karena besarnya jumlah muatan yang berpindah keelektroda sebanding dengan besarnya jumlah ion/ m^3 pada sampel (F Suryatmo; 1995 dalam Dhanardono; 2000).

Berdasarkan hasil analisa statistik, diketahui pengaruh kedua variabel (waktu dan tegangan) sangat signifikan dan dari hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap penambahan tegangan lebih besar pengaruhnya dibanding dengan penambahan waktu dalam penurunan konsentrasi TSS.

Pengaruh variabel Waktu dan Tegangan terhadap % Penurunan BOD

Dari hasil penelitian menunjukan bahwa konsentrasi awal BOD dari limbah cair tapioka adalah 576,90 mg/l (tabel 4.1), setelah dilakukan proses elektroflokulasi dengan variasi waktu (30 menit, 60 menit, 90 menit) dan tegangan (15 volt, 20 volt, 25 volt) telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi BOD pada limbah cair tapioka secara meningkat seiring dengan lamanya waktu dan besarnya tegangan yang diberikan.

Pada gambar 4.1 menunjukkan % penyisihan konsentrasi BOD setelah proses elektroflokulasi yang paling rendah adalah pada waktu 30 menit dengan tegangan 15 volt dengan penurunan 14,76 % dan penyisihan yang paling tinggi adalah pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt dengan penurunan 53,66 %. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu dan semakin tinggi tegangan, bahan-bahan kimia yang sisihkan akan semakin besar. Terjadinya penurunan BOD ini disebabkan reaksi elektrolisis yang dalam prosesnya mengalami pengikatan, penetralan atau penguraian bahan-bahan kimia yang ada dalam air limbah oleh reaksi yang terjadi pada elektroda yang membentuk endapan, (Bambang mulyana H, 2001).

Selain itu pada reaksi oksidasi pada anoda akan terjadi pelapasan ion hidroksil sehingga dari reaksi yang terjadi pada anoda akan menghasilkan gas O_2 , (A. Handayana Pudjaatmaka, 1995). Dengan adanya gas O_2 yang dihasilkan ini akan membantu proses penurunan BOD pada air limbah tapioka. Besarnya gas O_2 yang

dihasilkan dalam proses ini akan tergantung dari besarnya tegangan yang diberikan. Karena dalam reaksi elektrolisis akan menghasilkan gas O_2 jika tegangan yang diberikan lebih besar dari 1,7 volt (Sukardjo; 1997).

Laju reaksi pada proses ini akan mencapai titik optimum pada saat muatan ion yang ada pada air limbah dapat berikatan secara sempurna sehingga pada kondisi ini penambahan waktu dan tegangan tidak berpengaruh lagi, karena besarnya jumlah muatan yang berpindah keelektroda sebanding dengan besarnya jumlah ion/ m^3 pada sampel (F Suryatmo; 1995 dalam Dhanardono; 2000).

Berdasarkan hasil analisa statistik, diketahui pengaruh kedua variabel (waktu dan tegangan) sangat signifikan dan dari hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap penambahan tegangan lebih besar pengaruhnya dibanding dengan penambahan waktu dalam penurunan konsentrasi BOD.

KESIMPULAN

1. Metode elektroflokulator memiliki kemampuan untuk menurunkan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka dan dari parameter yang direncanakan tegangan lebih besar pengaruhnya dibanding dengan waktu dalam menurunkan kandungan TSS dan BOD.
2. Hasil penyisihan kadar TSS paling tinggi adalah 66,22 % dan penurunan kadar BOD paling tinggi adalah 53,66 % pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt.

3. Metode elektroflokulator memiliki kemampuan untuk menurunkan TSS dan BOD pada limbah cair tapioka dan dari parameter yang direncanakan tegangan lebih besar pengaruhnya dibanding dengan waktu dalam menurunkan kandungan TSS dan BOD.
4. Hasil penyisihan kadar TSS paling tinggi adalah 66,22 % dan penurunan kadar BOD paling tinggi adalah 53,66 % pada waktu 90 menit dengan tegangan 25 volt.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andy F, 2004 “*Pengolahan Limbah industri Tahu Menggunakan Elektrokoagulan*” Politeknik Brawijaya Malang.
2. Bambang Mulyana H, 2001 “*Pengaruh Jarak Elektroda Dalam Proses Elektrokoagulan pada pengolahan limbah cair industri tahu*” Teknik Kimia ITN Malang.
3. Dhanardono, 2000 “*Pengaruh Elektrolisis teradap Laju Reaksi Ion pada larutan elektrolit*” Jurusan Kimia UPN Veteran Yogyakarta.
4. Sukarjo, 1997. “*Kimia Fisika*”. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
5. Sukadarti. S, 2002 “*Pengolahan Limbah Cair Tapioka Menggunakan Lumpur Atif Secara Anaerob*” Jurusan Kimia UPN Veteran Yogyakarta.
6. Vogel, 1990 “*Buku Teks Kimia Analitis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*” Bagian II, Edisi ke lima, Penerbit PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.