

## PEMANFAATAN HCl dan CaCl<sub>2</sub> SEBAGAI ZAT AKTIVATOR DALAM PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI TAHU (The Utilization of HCl and CaCl<sub>2</sub> As Activator in Tofu Liquid Waste Treatment)

Surya Hatina<sup>1</sup>, Ria Komala<sup>1</sup>, Randa Wahyudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia Universitas Tamansiswa Palembang  
Jl. Tamansiswa No.261, 20 Ilir D. I, Ilir Tim. I, Kota Palembang  
Email : [surya@unitaspalembang.ac.id](mailto:surya@unitaspalembang.ac.id)

### ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effectiveness of activated carbon from bagasse with activator substances HCl and CaCl<sub>2</sub> in reducing the parameters of COD and TSS and increasing the DO and PH parameters in the tofu processing waste. The optimum conditions in reducing the COD and TSS parameters and increasing the DO and PH parameters in the tofu processing waste are 12 hours of circulation time with a fixed bed reactor. The results of the study with the use of 0.3 M HCl activator has a better ability than 0.2 M CaCl<sub>2</sub> in reducing COD and TSS values and increasing DO and PH values. The results of using activator substances HCl 0.3 M has a better ability than 0.2 M CaCl<sub>2</sub> in reducing COD and TSS values and increasing DO and PH values. The decrease in COD value from 123.7 mg / L to 41.6 mg / L or 66.37%, a decrease in TSS value from 335 mg / L to 103.8 mg / L or 69.1%, an increase in DO value from 1.86 mg / L to 7.6 mg / L or 75.52%, and the increase in pH value from 3.53 to 4.66.

Keywords : activator substances, tofu waste water, activated carbon

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kerja karbon aktif dari ampas tebu dengan zat aktivator HCl dan CaCl<sub>2</sub> dalam mengurangi parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO dan PH pada limbah hasil pengolahan tahu. Kondisi optimum dalam mengurangi parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO dan PH pada limbah hasil pengolahan tahu adalah waktu sirkulasi 12 jam dengan alat fixed bed reaktor. Hasil penelitian dengan penggunaan zat aktivator HCl 0,3 M memiliki kemampuan lebih baik dari pada CaCl<sub>2</sub> 0,2 M dalam menurunkan nilai COD dan TSS serta menaikkan nilai DO dan PH. Penurunan nilai COD dari 123,7 mg/L menjadi 41,6 mg/L atau sebesar 66,37%, penurunan nilai TSS dari 335 mg/L menjadi 103,8 mg/L atau sebesar 69,1 %, kenaikan nilai DO dari 1,86 mg/L menjadi 7,6 mg/L atau sebesar 75,52 %, dan kenaikan nilai pH dari 3,53 menjadi 4,66.

Kata Kunci : zat aktivator, limbah cair tahu, karbon aktif

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu proses yang sering di pakai di industri adalah proses adsorpsi. Adsorben yang paling potensial adalah karbon aktif sebab memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorpsinya besar. Penelitian ini merujuk pada pengujian pengolahan limbah zat cair industry khususnya limbah industri tahu.

Limbah cair pabrik tahu memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih (whey). Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga akan mencemari lingkungan sekitar.

Hasil studi kasus tentang karakteristik air buangan industri tahu di Palembang (Bappeda, 2010), dilaporkan bahwa air buangan industri tahu mengandung BOD, COD, TSS dan DO berturut-

turut sebesar 4583, 7050, 4743, 4,228mg/L. Bila dibandingkan dengan data baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri pengolahan kedelai khususnya industri tahu, kadar maksimum yang dibolehkan untuk BOD, COD, TSS berturut-turut adalah 150, 300 dan 200 mg/L, menurut PP no. 82 tahun 2001 tentang kriteria mutu air, kadar minimum yang dibolehkan untuk DO adalah 6 mg/l, dan menurut PERGUB SUMSEL no. 8 tahun 2012 tentang baku mutu limbah cair untuk industri, kadar maksimum yang dibolehkan untuk BOD dan TSS berturut-turut adalah 75 dan 50 mg/l, kadar minimum DO adalah 6 mg/l, sehingga jelas bahwa limbah cair industri tahu telah melampaui standar baku mutu yang dipersyaratkan.

Penelitian pengolahan limbah cair tahu sebelumnya juga telah dilakukan dengan alat fixed

bed reaktor biofiltrasi aerobik dengan media kerikil dan cukup mampu untuk menurunkan kadar COD, dan TSS pada limbah cair tahu (Aminah. 2012). Penelitian pembuatan karbon aktif juga telah dilakukan dengan bahan baku ampas tebu dengan HCl sebagai aktivatornya untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah ampas tebu (Surya Hatina, 2015). Dari penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini akan menerapkan teknologi pengolahan limbah cair industri tahu dengan cara fisika dengan menggunakan alat fixed bed reactor dengan media penyaring karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivasi kimia HCl dan  $\text{CaCl}_2$ . Diharapkan pemilihan media karbon aktif ini mampu menggantikan posisi bahan penyerap lainnya dan memberikan suatu alternatif pengolahan limbah cair industri tahu dan dapat mengetahui efektivitas kerja karbon aktif dari ampas tebu dengan zat aktivator HCl 0,3 M dan  $\text{CaCl}_2$  0,2 M dalam mengurangi parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO pada limbah hasil pengolahan tahu.

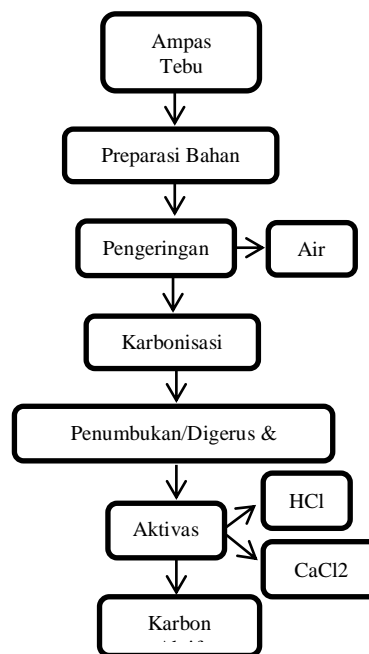
Permasalahan dalam penelitian ini adalah mendapatkan hasil maksimal dari zat aktivator yang paling efektif antara zat aktivator HCl 0,3 M dan  $\text{CaCl}_2$  0,2 M dalam pembuatan karbon aktif dari ampas tebu yang akan digunakan sebagai media adsorpsi pada alat fixed bed reaktor untuk pengolahan limbah cair tahu dalam mengurangi parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO dan PH pada limbah hasil pengolahan tahu.

Tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas kerja karbon aktif dari ampas tebu dengan zat aktivator HCl 0,3 M dan  $\text{CaCl}_2$  0,2 M dalam mengurangi parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO pada limbah hasil pengolahan tahu.

Penelitian ini dapat memberikan manfaat mendapatkan data parameter yang terkandung dalam limbah cair tahu.,memberikan suatu alternatif pengolahan limbah cair industri tahu, sehingga dapat membantu menanggulangi pencemaran lingkungan.Sebagai sumber ilmu pengetahuan

## 2. METODE PENELITIAN

Blok diagram penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

### Pembuatan Karbon

1. Ampas tebu dalam keadaan kering dipotong-potong.
2. Lakukan pembakaran di atas furnace selama 15 menit. Suhu pembakarannya ditentukan 500°C.
3. Arang yang dihasilkan tersebut digiling di kurs porselin.
4. Lakukan pengayakan dengan ukuran 250 mesh.

### Pengaktifan Karbon

1. Arang direndam di dalam larutan aktivator yang berbeda masing – masing dengan waktu aktivasi selama 1 jam.
2. Dari langkah di atas didapat sampel pasta arang. Sample kemudian disaring dengan kertas saring,dan di cuci dengan aquadest hingga pH 7.
3. Keringkan dalam oven pada suhu 150°C selama 2 jam.
4. Di dapatkan 2 macam sampel dengan larutan aktivator yang berbeda.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Data Hasil Analisa COD, TSS, DO, dan pH limbah cair tahu pada kondisi awal dan setelah penelitian disajikan masing-masing pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Analisa awal limbah tahu

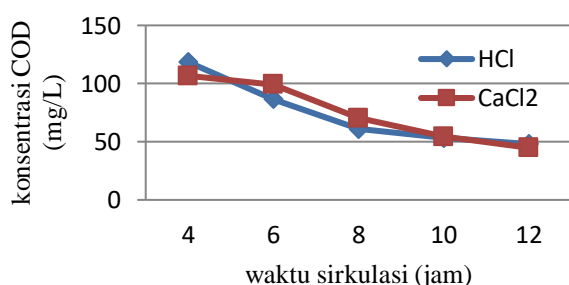
Parameter	Nilai
COD (mg/L)	123,7
TSS (mg/L)	335
DO (mg/L)	1,86
Ph	3,53

**Tabel 2. Analisalimbah tahu setelah penelitian**

Zat Aktivator	Waktu Sirkulasi (jam)	Analisa			
		COD (mg/L)	TSS (mg/L)	DO (mg/L)	pH
HCl 0,3 M	4	118,4	182	5,33	4,07
	6	86,4	167,66	6,67	4,09
	8	60,8	155,03	6,8	4,20
	10	53,33	113,33	7,2	4,25
	12	41,6	103,8	7,6	4,66
CaCl <sub>2</sub> 0,2 M	4	106,66	189	2,13	4,99
	6	99,2	162	2,267	5,15
	8	70,4	156,18	2,4	5,19
	10	54,4	169,66	3,13	5,50
	12	48	158,66	3,46	5,43

**Pembahasan Hasil Penelitian**

1. Analisa Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Penurunan COD



Gambar 2. Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Penurunan COD

Untuk menyatakan kualitas air dibutuhkan beberapa parameter yang terkait. Salah satu diantaranya adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat – zat organik yang ada dalam sampel air, dimana pengoksidasi kuat seperti kalium kromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) atau kalium permanganat ( $KmnO_4$ ) digunakan sebagai sumber oksigen.

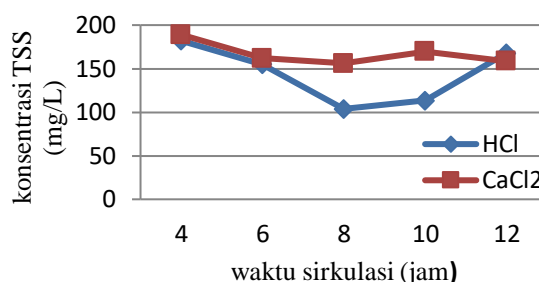
Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat – zat organik secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

Hasil analisa nilai COD merujuk pada variasi zat aktivator pada karbon aktif sebagai media adsorpsi dan waktu sirkulasi pada alat fix bed reaktor terhadap konsentrasi COD. Dari proses pengolahan limbah cair tahu pada alat fixed bed reaktor, diketahui bahwa nilai

COD menurun seiring dengan lamanya sirkulasi pada alat fixed bed reaktor.

Penurunan maksimal terjadi pada sirkulasi 12 jam dan media karbon aktif aktivator HCl yaitu sebesar 41,6 mg/L pada proses ini dapat menurunkan nilai COD mencapai 66,37 % dari nilai awal COD 123,7 mg/L. Dari nilai ini menunjukkan penurunan nilai yang cukup tinggi dan bisa dikatakan proses ini mampu menurunkan nilai COD dari limbah cair tahu, sehingga pengolahan dengan menggunakan proses ini dapat dikatakan proses yang baik untuk pengolahan limbah cair tahu.

b. Analisa Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Penurunan TSS



Gambar 3. Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Penurunan TSS

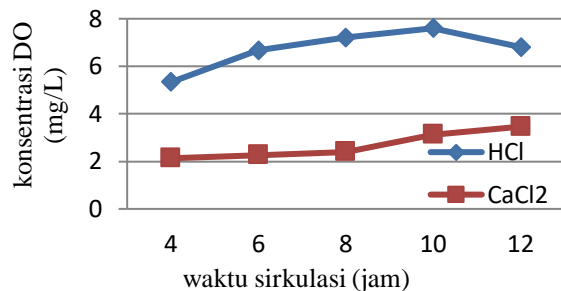
Terdapatnya jumlah TSS dalam jumlah yang berlebihan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kekeruhan dalam limbah cair tahu, padatan ini tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung, terdiri dari partikel – partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen. Konsentrasi TSS yang cukup tinggi pada air limbah tahu ini disebabkan oleh tingginya kadar bahan organik yang terdapat dalam air limbah tahu.

Hasil analisa nilai TSS merujuk pada variasi zat aktivator pada karbon aktif sebagai media adsorpsi dan waktu sirkulasi pada alat fix bed reaktor terhadap konsentrasi TSS. Diketahui bahwa nilai TSS menurun seiring dengan lamanya sirkulasi pada alat fixed bed reaktor walaupun penurunannya tidak signifikan. Hal ini dikarenakan masih tingginya kadar bahan organik yang terdapat pada limbah cair tahu yang belum terserap oleh karbon aktif.

Penurunan maksimal dari analisa nilai TSS pada proses pengolahan limbah cair tahu ditunjukkan pada sirkulasi 12 jam pada aktivator HCl 0,3 M yaitu sebesar 103,8 mg/L pada proses ini dapat menurunkan nilai TSS mencapai 69,1 % dari nilai awal TSS sebesar 335 mg/L. Dari nilai ini bisa dikatakan proses ini mampu menurunkan nilai

TSS dari limbah cair tahu, sehingga pengolahan dengan menggunakan proses ini dapat dikatakan proses yang baik untuk pengolahan limbah cair tahu

- c. Analisa Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap kenaikan DO



Gambar 4. Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap kenaikan nilai DO

Kandungan oksigen terlarut (DO) menunjukkan cadangan oksigen dalam air sungai tersebut. Dilihat dari jumlahnya, oksigen terlarut adalah satu jenis gas terlarut dalam air pada urutan kedua setelah nitrogen. Namun jika dilihat kepentingannya bagi kehidupan, oksigen menempati urutan paling atas.

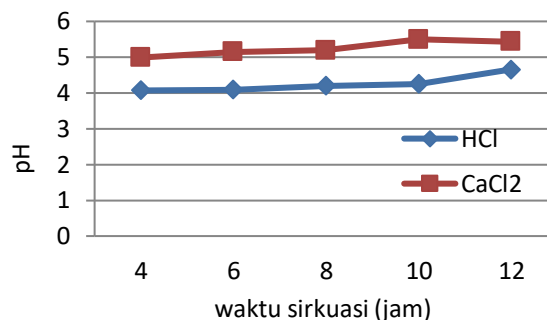
Oksigen memainkan peranan dalam menguraikan komponen-komponen kimia menjadi komponen yang lebih sederhana. Oksigen memiliki kemampuan untuk beroksidasi dengan zat pencemar seperti komponen organik sehingga zat pencemar tersebut tidak membahayakan. Oksigen juga diperlukan oleh mikroorganisme, baik yang bersifat aerob serta anaerob, dalam proses metabolisme. Dengan adanya oksigen dalam air, mikroorganisme semakin giat dalam menguraikan kandungan dalam air. Oleh karena itu kadar oksigen terlarut dapat dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas air. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam perairan merupakan indikasi kuat adanya pencemaran terutama pencemaran bahan organik.

Analisa DO pada penelitian ini dilakukan dengan metode Winkler yaitu dengan melakukan titrasi. Hasil analisa nilai DO merujuk pada variasi zat aktivator pada karbon aktif sebagai media adsorpsi dan waktu sirkulasi pada alat fix bed reaktor terhadap konsentrasi DO. Dari proses pengolahan limbah cair tahu pada alat fixed bed reactor ini, diketahui bahwa nilai DO naik seiring dengan lamanya sirkulasi pada alat fixed bed reactor baik menggunakan media karbon aktif aktivator HCl maupun CaCl<sub>2</sub>.

Hasil terbaik dari analisa nilai DO pada proses pengolahan limbah cair tahu ditunjukkan pada sirkulasi 12 jam dan media karbon aktif Aktivator HCL 0,3 M yaitu sebesar 7,6 mg/L pada proses ini dapat menaikkan nilai DO hingga mencapai 75,52 % dari nilai awal DO sebesar 1,86 mg/L. Dari nilai ini menunjukkan kenaikan nilai yang cukup tinggi dan bisa dikatakan proses ini mampu menaikkan nilai DO dari limbah cair tahu untuk karbon aktif dengan

aktivator HCl 0,3 M. Hal ini dikarenakan lama waktu sirkulasi pada alat fixed bed reactor sehingga terjadi banyak kontak antara permukaan air dengan udara yang menyebabkan air tersebut kaya akan oksigen kembali yang sebelumnya terpakai oleh mikroorganisme dalam menguraikan zat di air limbah tersebut.

- d. Analisa Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Peningkatan Nilai pH



Gambar 7. Pengaruh Zat Aktivator dan Waktu Sirkulasi terhadap Peningkatan Nilai pH

Berdasarkan standar baku mutu limbah tahu, pH limbah cair tahu harus berada pada kisaran 6 – 9. Nilai keasaman pada limbah cair tahu sebelum penyaringan dengan karbon aktif adalah 3,53. Rendahnya nilai keasaman menunjukkan bahwa telah terjadi aktivitas mikroba yang dapat menguraikan bahan – bahan organik menjadi asam.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, penyaringan limbah cair tahu dengan media karbon aktif dari ampas tebu mampu meningkatkan nilai pH pada sirkulasi 12 jam dengan aktivator CaCl<sub>2</sub> sebesar 5,43 pada proses ini dapat menaikkan pH mencapai 34,99 % dari nilai awal pH sebesar 3,53. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif berpengaruh terhadap keasaman limbah tahu. Secara umum, karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivator HCl dan CaCl<sub>2</sub> ini mampu meningkatkan nilai pH limbah cair tahu, namun belum mencapai standar nilai pH baku mutu limbah yaitu pada kisaran 6 – 9. Hal ini dipengaruhi oleh luas permukaan karbon aktif yang cukup besar sehingga tidak mampu menyerap dengan optimal.

#### 5. Perbandingan Hasil Percobaan dengan berbagai Peraturan.

Untuk melihat sejauh mana keberhasilan penelitian, maka data hasil penelitian ini diregulasikan dengan berbagai peraturan baku mutu air dan baku mutu limbah cair kegiatan industri, baik lingkup nasional maupun daerah. Perbandingan data tersebut dapat disampaikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Penelitian dengan  
 Ketentuan Peraturan

Parameter	PP NO. 82 TH 2001 KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR	Hasil Penelitian	
		HCl 0,3 M Sirkulasi 12 jam	CaCl <sub>2</sub> 0,2 M Sirkulasi 12jam
COD (mg/L)	100	41,6	48
TSS (mg/L)	200	103,8	158,66
DO (mg/L)	6	7,6	3,46
pH	6-9	4,66	5,43

Pada tabel diatas terlihat bahwa, konsentrasi parameter COD, TSS, DO setelah dilakukan perlakuan dengan pengolahan menggunakan karbon aktif sebagai media adsorpsi di alat fixed bed reaktor ini memberikan hasil yang cukup baik dengan kedua aktivator yaitu HCl 0,3 M dan CaCl<sub>2</sub> 0,2 M. Namun aktivator HCl 0,3 M memberikan hasil yang lebih efektif dari pada aktivator CaCl<sub>2</sub>. Hal ini dikarenakan karbon yang setelah diaktivasi dengan HCl 0,3 M menghasilkan luas permukaan yang lebih baik dari pada karbon yang diaktivasi dengan CaCl<sub>2</sub>.

Untuk parameter pH dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karbon aktif berpengaruh terhadap keasaman limbah tahu. Secara umum, karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivator HCl dan CaCl<sub>2</sub> ini mampu meningkatkan nilai pH limbah cair tahu, namun belum mencapai standar nilai pH baku mutu limbah.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Media karbon aktif dengan aktivator HCl 0,3 M dan sirkulasi alat fixed bed reactor selama 12 jam memiliki kemampuan yang paling baik dan efektif menurunkan parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO dan pH pada limbah hasil pengolahan tahu yaitu menurunkan nilai COD dari 123,7 mg/L menjadi 41,6 mg/L atau sebesar 66,37 %, menurunkan nilai TSS dari 335 mg/L menjadi 103,8 mg/L atau sebesar 69,1 %, menaikkan nilai DO dari 1,86 mg/L menjadi 7,6 mg/L atau sebesar 75,52 %, dan menaikkan nilai pH dari 3,53 menjadi 4,66.
2. Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan, karbon aktif dari ampas tebu memiliki kemampuan meningkatkan kualitas limbah cair tahu yaitu menurunkan parameter COD dan TSS serta menaikkan parameter DO dan PH.

#### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, hal yang perlu diperhatikan adalah dalam pembuatan karbon aktif menggunakan bahan yang lain dan jenis zat aktivator yang dapat memberikan hasil yang lebih baik namun lebih ekonomis.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai parameter lain yang berpengaruh terhadap efisiensi adsorpsi.
3. Perlunya penambahan bahan lain pada limbah cair tahu sebelum dilakukan pengolahan atau penambahan alat penyaringan yang lain untuk menetralkan pH limbah cair tahu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, Kun. 2012. *Skripsi : Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Pada Alat Fixed Bed Reaktor Biofiltrasi Aerobik*. Palembang: Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
- Animous. *TSS dan TDS*.i  
 ([www.scribd.com/doc/96260432/Laporan-Praktikum-Kimia-TSS-DAN-TDS](http://www.scribd.com/doc/96260432/Laporan-Praktikum-Kimia-TSS-DAN-TDS)) diakses pada 29 Maret 2014
- Aqly. 2009. *BOD dan COD*.  
 (<http://www.scribd.com/doc/98953302/BOD-DAN-COD>) diakses pada Desember 2013
- Austin, G.T. 1996. *Industri Proses Kimia*. Jakarta Erlangga.
- Bon, E. P. S. 2009. *Ethanol Production via Enzymatic Hydrolysis of Sugarcane Bagasse and Straw*. Science and Technology. Brazil
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 2003. *Syarat Mutu dan Uji Arang Aktif SII No. 0258-88*. Palembang: Balai Perindustrian dan Perdagangan
- Pohan, H. G. 1993. *Prospek Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri*. Bogor: Warta IHP.
- Junior, O. K., Gurgel, L. V. A., et al. 2009. Adsorption of Cu(II), Cd(II), and Pb(II) from Aqueous Single Metal Solution by Mercerized Cellulose and Mercerized Sugarcane Bagasse Chemically Modified with EDTA Dianhydride (EDTAD). *Carbohydrate Polymers* 77(3) : 643-650
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.
- Lienden, C., Shan. L., Rao, S., Ranieri, E., Young, T.M. 2010. Metals Removal from Stormwater by Commercial and Non-

- Commercial Granular Activated Carbons.  
*Water Environment Research* 82(6) : 351-356
- Lisnasari, S.F., 1995. *Pemanfaatan Gulma Air (Aquatic Weeds) Sebagai Upaya Pengolahan Limbah Cair Industri Pembuatan Tahu*. Thesis Master. Program Pasca Sarjana USU Medan.
- Manocha, S.M. 2003. *Porous Carbons*. *Sadhana* 28 : 335-348
- MetCalf & Eddy, 2003, *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, 4th ed., McGraw Hill Book Co., New York.
- Murti, S. 2008. *Skripsi : Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Molekul Amonia dan Ion Krom*. Depok : Universitas Indonesia
- PP no. 82 tahun 2001 tentang kriteria mutu air.  
Penentuan Luas permukaan Karbon Aktif.  
Diakses pada 25 maret 2014 dari
- PERGUB SUMSEL no. 16 tahun 2005 tentang baku mutu air sungai
- Shofa. 2013. *Skripsi : Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*. Depok: Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia
- Surya Hatina, 2015. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Dengan Menggunakan Hcl Sebagai Aktivator Untuk Mengurangi Dampak Lingkungan Dari Limbah Industri Tahu*. *Kinetika*. Vol 6 : 35 - 41
- Winaya, I. N. S., Susila, I.B. 2010. *CoFiringSistem Fluized Bed Berbahan Bakar Batubara dan Ampas Tebu*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M* 4(2): 180-188