

# Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi

Angelica Alimsyah dan Alia Damayanti  
Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: lia@ its.ac.id

**Abstrak**—Air limbah tahu yang dibuang langsung tanpa pengolahan dapat mencemari badan air. Sesuai dengan hasil laboratorium, air limbah tahu yang dibuang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan tidak memenuhi baku mutu. Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan adanya pengolahan air limbah tahu. Salah satu alternatif pengolahan adalah menggunakan arang tempurung kelapa dan eceng gondok. Kontaminan pada air limbah tahu diharapkan dapat berkurang dengan adanya proses adsorpsi yang dilakukan arang tempurung kelapa dan fitoremediasi yang dilakukan oleh eceng gondok. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh konsentrasi air limbah tahu terhadap penurunan  $\text{NH}_4$ , TSS, dan COD yang dilakukan oleh arang tempurung kelapa dan tumbuhan eceng gondok. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi air limbah 60% dan 50% serta Parameter yang digunakan adalah  $\text{NH}_4$ , TSS, dan COD. Dari hasil penelitian terlihat peningkatan efisiensi dari berbagai macam kerapatan tumbuhan.

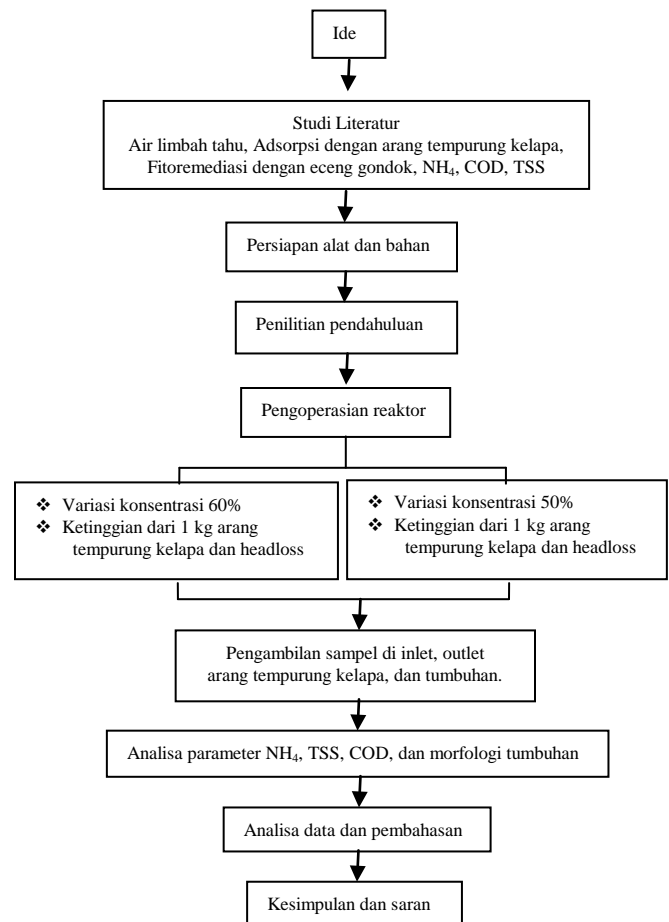
**Kata Kunci**—air limbah tahu, adsorpsi, arang tempurung kelapa.

## I. PENDAHULUAN

Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Salah satu kegiatan yang menghasilkan air limbah adalah industri tahu. Hasil sampingan dari industri tahu berupa air limbah dan limbah padat berupa ampas.

Air limbah tahu memiliki kandungan BOD 5643-6870 mg/l, COD 6870-10.500 mg/l, P-Tot 80,5-82,6 mg/l. Kandungan air limbah tahu tersebut mencemari lingkungan karena melebihi baku mutu masing-masing BOD 300 mg/l, COD 600 mg/l, dan pH 6-9. Air limbah yang langsung masuk ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu akan mencemari badan air meskipun badan air tersebut memiliki kemampuan purifikasi.

Salah satu cara pengolahan limbah adalah menggunakan arang aktif dan tanaman air. Arang aktif memiliki kemampuan untuk mereduksi air limbah dengan kapasitas dan daya serap yang besar. Kelemahan dari arang aktif adalah harga yang cukup mahal yang tidak sesuai dengan daya beli masyarakat sehingga masyarakat menggunakan arang non aktif. Arang non aktif adalah arang yang tidak mengalami proses aktivasi. Salah satu bahan pembuat arang berasal dari tempurung kelapa yang harganya relatif murah.



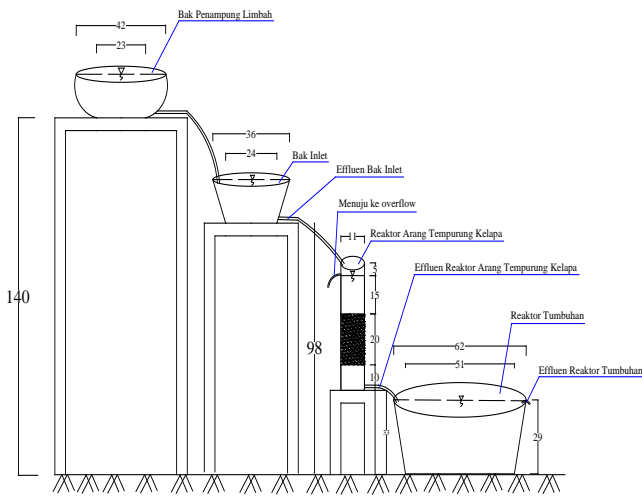
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengolahan air limbah menggunakan kombinasi arang tempurung kelapa dan tanaman eceng gondok merupakan pengolahan yang relatif murah bagi industri tahu. Dalam penelitian ini akan dilakukan keefektifan pengolahan air limbah menggunakan arang tempurung kelapa dengan parameter  $\text{NH}_4$ , TSS, dan COD pada influen dan efluen.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Diagram Alir

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Reaktor Penelitian

**B. Studi Literatur**

Studi literatur yang digunakan meliputi teori-teori yang mengenai air limbah tahu, adsorpsi, arang tempurung kelapa, NH<sub>4</sub>, TSS, dan COD. Studi literatur yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah, buku teks, laporan tugas akhir, tesis, penelitian terdahulu yang berkaitan dan sebagainya.

**C. Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan yang dilakukan meliputi persiapan adsorben, uji karakteristik awal limbah tahu, penentuan kriteria tumbuhan, aklimatisasi, dan *range finding test*.

Persiapan adsorben meliputi pengayakan dan pengovenan. Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan arang tempurung kelapa berukuran 2,00 – 1,18 mm (mesh no 10-16). Kemudian arang tempurung kelapa dicuci dengan air PDAM dan dioven suhu 105°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air.

*Range finding test* bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang dapat diterima oleh tumbuhan. *Range finding test* dilakukan selama 4 hari. Eceng gondok diberi air limbah tahu dengan konsentrasi tertentu dan dilihat hingga hari ke-4. Apabila eceng gondok tetap segar pada hari ke-4, maka konsentrasi tersebut dapat digunakan sebagai variasi konsentrasi. Apabila eceng gondok berwarna kuning atau layu pada hari ke-4, maka konsentrasi tersebut terlalu tinggi bagi eceng gondok dan tidak digunakan dalam penelitian ini.

**D. Pengoperasian Reaktor**

Gambar susunan reaktor dapat dilihat pada Gambar 2. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi. Variasi konsentrasi yaitu 60% dan 50%.

Pada reaktor arang tempurung kelapa, dasar reaktor diberi penyangga berupa saringan dengan ketinggian 10 cm dan diameter 11. Kemudian dimasukkan 1 kg arang tempurung kelapa untuk digunakan pada hari ke ke 0-12 dan diganti dengan 1 kg arang tempurung kelapa yang baru yang digunakan pada hari ke 13-24. Selang untuk overflow diletakkan pada ketinggian 45 cm dari dasar reaktor.

Air limbah tahu dimasukkan ke dalam bak penampung limbah. Bak penampung limbah berfungsi menjaga ketinggian air di bak inlet agar debit yang menuju reaktor arang tetap

Tabel 1  
Karakteristik Awal Air Limbah Tahu dan Baku Mutu

Parameter	Hasil analisis	Baku Mutu
NH <sub>4</sub>	67,6 mg/L	(-)
TSS	440 mg/L	400 mg/L
COD	3200 mg/L	50 mg/L
Suhu	40°C	Deviasi 3

stabil. Air limbah tahu dari bak penampung limbah menuju ke bak inlet, reaktor arang tempurung kelapa, dan reaktor tumbuhan. Pada reaktor arang tempurung kelapa, air yang melebihi titik overflow, akan menuju ke bak overflow. Reaktor dijalankan 8 jam/hari selama 24 hari. Debit yang dialirkan adalah 8 liter/hari dengan aliran 1 liter/jam.

**E. Analisa Parameter**

Analisa parameter dalam penelitian ini adalah NH<sub>4</sub>, TSS, dan COD. Analisa NH<sub>4</sub>, TSS, dan COD dilakukan dengan mengambil sampel di efluen bak inlet dan efluen reaktor arang tempurung kelapa. Analisa parameter dilakukan 4 hari sekali.

**III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

**A. Uji Karakteristik Air Limbah Tahu**

Uji karakteristik air limbah tahu bertujuan sebagai acuan konsentrasi awal limbah yang sebenarnya. Kualitas air limbah tahu juga dibandingkan dengan baku mutu badan air kelas III Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 02 Tahun 2004 karena pembuangan air limbah yang menuju Kali Kepiting Surabaya. Adapun hasil analisis dan baku mutu dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui kualitas air limbah tahu tidak memenuhi baku mutu yang ada. Baku mutu amonium tidak disyaratkan pada Peraturan Daerah Surabaya Nomor 02 Tahun 2004. Baku mutu yang digunakan menggunakan baku mutu badan air kelas III karena dalam peraturan yang sama, Kali Kepiting diklasifikasikan sebagai badan air kelas III.

**B. Aklimatisasi dan Range Finding Test**

Eceng gondok mendapat perlakuan *range finding test*. *Range finding test* dilakukan dengan asumsi tanpa pengolahan menggunakan arang tempurung kelapa. Hal ini dilakukan untuk menghindari keadaan *breakthrough* dan jenuh sehingga kadar kontaminan influen sama dengan kadar kontaminan efluen dari reaktor arang tempurung kelapa. Selain itu, juga menghindari kadar kontaminan air limbah tahu yang fluktuatif.

*Range finding test* dilakukan selama 4 hari. *Range finding test* dilakukan dengan memberikan konsentrasi limbah 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, dan 50% atau jika dirubah menjadi kadar COD masing-masing 3200 mg/L, 2880 mg/L, 2560 mg/L, 2240 mg/L, 1920 mg/L, dan 1600 mg/L. Pada konsentrasi limbah 100% (kadar COD 3200 mg/L) dan 90% (kadar COD 2880 mg/L), tumbuhan menjadi layu pada hari pertama dan mati pada hari kedua. Pada konsentrasi limbah 80% (kadar COD 2560 mg/L) dan 70% (kadar COD 2240 mg/L), tumbuhan masih segar pada hari pertama, menjadi layu pada hari kedua dan mati pada hari ketiga. Pada konsentrasi limbah 60% (kadar COD 1920 mg/L) dan 50% (kadar COD 1600 mg/L), tumbuhan tetap segar hingga hari keempat.

Tabel 2.  
Kadar Kontaminan Konsentrasi Limbah 60%

Hari ke-	Kadar Kontaminan (mg/L)					
	NH <sub>4</sub>		TSS		COD	
	Inlet	R.A.	Inlet	R.A.	Inlet	R.A.
1	50.38	38.24	552	320	1440	480
4	44.00	28.95	680	420	1600	560
8	59.30	38.03	420	252	1760	840
12	52.37	41.24	600	360	1280	720
16	58.60	30.12	500	280	1600	600
20	47.59	31.52	640	320	1760	720
24	51.62	42.37	700	352	1760	960

Keterangan :

R.A. = Efluen Reaktor Arang Tempurung Kelapa

Tabel 3.  
Kadar Kontaminan Konsentrasi Limbah 50%

Hari ke-	Kadar Kontaminan (mg/L)					
	NH <sub>4</sub>		TSS		COD	
	Inlet	R.A.	Inlet	R.A.	Inlet	R.A.
1	46.00	28.80	480	200	1280	400
4	39.00	22.60	600	272	1440	480
8	52.70	34.03	412	192	1600	720
12	46.70	36.61	540	252	800	600
16	54.80	33.84	400	132	960	480
20	42.60	25.12	552	220	1440	600
24	48.60	30.86	580	240	1600	960

Keterangan :

R.A. = Efluen Reaktor Arang Tempurung Kelapa

Tumbuhan masih segar apabila berwarna hijau segar dan daun tidak menggulung. Tumbuhan layu apabila berwarna kuning dan ujung daun mulai menggulung.

### C. Penurunan Kadar Kontaminan

Penurunan kadar kontaminan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 sebagai berikut.

Range kadar kontaminan konsentrasi limbah 60% lebih tinggi daripada konsentrasi limbah 50%. Pada konsentrasi limbah 60%, range masing-masing kadar NH<sub>4</sub>, TSS, dan COD masing-masing di inlet berkisar 44,00-59,30 mg/L; 420-700 mg/L ; 1280-1760 mg/L. pada konsentrasi limbah 50%, range masing-masing kadar NH<sub>4</sub>, TSS, dan COD masing-masing di inlet berkisar 39,00-54,80 mg/L; 400-600 mg/L ; 800-1600 mg/L hal ini menunjukkan perbedaan konsentrasi air limbah mengakibatkan perbedaan kadar kontaminan.

Pada arang tempurung kelapa, mekanisme penghilangan amonium terjadi karena pertukaran ion. Adsorpsi amonium terjadi pada permukaan dengan gugus hidroksil pada permukaan arang tempurung kelapa. Adsorpsi ini terjadi karena banyaknya sisi adsorben yang kosong. Jika sisi adsorben telah terisi penuh, maka arang tempurung kelapa menjadi penuh dan tidak bisa menurunkan kadar kontaminan.

Adsorpsi berguna untuk memisahkan suatu senyawa atau zat dari fasa cair yang diikuti oleh akumulasi atau pengkonsentrasian pada permukaan fasa lain (fasa padat). Biasanya partikel-partikel fasa padat ditempatkan pada suatu tempat (kolom) dan cairan yang akan diserap dialirkan melewati fasa padat terjadi proses penyerapan (adsorpsi) hingga fasa padat tersebut menjadi jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat lagi berlangsung. Proses adsorpsi

dapat menghilangkan partikel koloid. TSS terperangkap dalam pori-pori adsorben dan mengakibatkan adsorben menjadi jenuh.

Penurunan kadar COD pada reaktor arang tempurung kelapa dikarenakan permukaan arang tempurung kelapa mampu mengadsorb bahan organik. Kemampuan mengadsorb bahan organik bergantung pada rantai polar dari polutan. Semakin organik suatu zat, maka rantai polarnya akan semakin mudah dipecah.

### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada analisa pembahasan dapat diperoleh kesimpulan bahwa:

- 1) Perbedaan variasi konsentrasi mengakibatkan perbedaan konsentrasi kontaminan.
- 2) Mekanisme penurunan NH<sub>4</sub> pada arang tempurung kelapa dikarenakan adanya pertukaran ion. Mekanisme penurunan TSS pada arang dikarenakan arang tempurung kelapa mampu menyerap partikel koloid dan memisahkan padatan dengan cairan. Mekanisme penurunan COD pada arang tempurung kelapa dikarenakan arang tempurung kelapa mampu mengadsorb bahan organik.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1987. **Metoda Penelitian Air**. Surabaya : Usaha Nasional.
- [2] Basuki, K. T., Setiawan, B., Nurimaniwathy. 2008. Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO<sub>2</sub>. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, 25-26 September. Yogyakarta
- [3] Damayanti, A. 2003. Tesis: Pengelolaan Limbah Tahu dengan Menggunakan Kayu Apu. Surabaya : Program Studi Teknik Lingkungan Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Fithriyah, N. R. 2011. Tugas Akhir : Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pupuk Cair Tanaman (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran). Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- [5] Handayani, N., dan Widiastui, N. 2010. Adsorpsi Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) Pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI Paiton dengan Metode Batch. **Prosiding Tugas Akhir 2009/2010**. Surabaya : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Harsanti, E.S. dan Ardiwiranata, A. N.. 2011. Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan. Pati : Balai Penelitian Lingkungan Pertanian.
- [7] Husin, A. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-bed. Medan. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- [8] Kasam, Yulianto, A., Sukma T. 2005. Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa. **Logika Vol.2 No.2**.
- [9] Kaswinarni, F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali. Semarang : Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- [10] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [11] Pohan, N. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik. Medan : Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- [12] Prananta, J. 2007. Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami. Laporan Penelitian Direktur Eksekutif JINGKI Institut. Lhokseumawe.
- [13] Said, M. 2008. Pengolahan Limbah Cair Hasil Pencelupan Benang Songket dengan Metoda Filtrasi dan Adsorpsi. **Jurnal Penelitian Sains** Vol. 11 Nomor 2, 474-480.

- [14] Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur.
- [15] Susana, T. 2004. Sumber Polutan Nitrogen dalam Air Laut. **Oseana**, Volume XXIX, Nomor 3, 25-33.
- [16] Tarigan, M.S., dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. Jakarta : Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [17] Taufik, Anggraeni, E., Muswita, Harlis, dan Budiarti, R. S. 2008. Sosialisasi Pemanfaatan Air Limbah Tahu dalam Pembuatan Nata de Soya di Desa Muara Pijoan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat* No. 46.