

**PEMANFAATAN AMPAS TEBU SEBAGAI KARBON AKTIF TERHADAP
PENURUNAN KADAR COD DAN AMONIA (NH₃) (Studi Pada Limbah Cair
Industri Tahu Dinoyo Kota Surabaya)**

Abibatus Solikhah, Rachmaniyah, Fitri Rokhmalia

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu mengandung COD dan Amonia yang tinggi sehingga harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Penurunan COD dan Amonia dilakukan dengan adsorpsi karbon aktif. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektifitas karbon aktif ampas tebu dalam menurunkan kadar COD dan Amonia. Metode penelitian ini yaitu *One Group Pre-Post Test Design* pada perbedaan variasi dosis 2,3, dan 4 gram. Karbon aktif dibuat dengan karbonisasi suhu 320°C selama 30 menit, ayakan 100 mesh, aktivasi dengan HCl 0,1 M selama 24 jam, pembilasan dengan aquades hingga pH 7 dan pengeringan suhu 150 °C selama 2 jam, pengolahan limbah cair dengan karbon aktif ampas tebu sistem *batch*. Hasil penelitian yaitu karbon aktif dengan dosis 2 gram menurunkan kadar COD sebesar 44,87% dan penurunan kadar Amonia sebesar 51,8%. Dosis 3 gram menurunkan kadar COD sebesar 69,86% dan Amonia sebesar 71%. Dosis 4 gram menurunkan kadar COD dan Amonia sebesar 540,97 mg/L atau 84,72% dan pada parameter Amonia sebesar 84,6%. Hal ini terjadi karena dosis atau Jumlah adsorben yang makin banyak akan memberikan luas permukaan yang makin besar bagi adsorbat untuk terdesorpsi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dosis yang mampu menurunkan kadar COD dan Amonia paling besar hingga memenuhi persyaratan baku mutu adalah 4 gram. Saran bagi penelitian selanjutnya agar melakukan penambahan dosis untuk menemukan dosis optimum.

Kunci: *Ampas Tebu, COD, Amonia*

PENDAHULUAN

Kegiatan industri tahu membawa dampak negatif maupun positif. Dampak positif yaitu mengurangi pengangguran, dan mencukupi kebutuhan pangan. Dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan misal pencemaran akibat limbah cair (Rustiati, 2016).

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang dilakukan pada limbah cair industri tahu yang ada di daerah Dinoyo Surabaya, didapatkan

hasil kadar COD dan amonia berturut-turut 896,85 mg/L dan 23,80 mg/L yang artinya tidak memenuhi syarat baku mutu limbah cair sesuai KepmenLH No.10 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yaitu masing-masing 300 mg/L dan 5 mg/L.

Kadar COD yang tinggi dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan, seperti gangguan pernafasan, mual, diare dan sebagai tempat berkembangbiak mikroorganisme

patogen. Dampak lingkungan yang ditimbulkan yaitu pencemaran air dan menyebabkan terganggunya ekosistem biota perairan (Hilda, 2009).

Limbah cair yang mengandung amonia sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Zat amonia bersifat korosif dan iritasi. Amonia dalam jumlah besar dapat bersifat toksik dan terjadi *eutrofikasi* di sekitarnya (Titiresmi, 2006).

Penurunan kadar COD dan amonia limbah tahu dapat dilakukan dengan cara pengurangan zat-zat organik yang terkandung di dalam limbah. Pengurangan zat-zat organik dapat dilakukan dengan mengadsorpsi zat tersebut menggunakan adsorben. Adsorpsi dapat dilakukan dengan karbon aktif (Syauqiah, 2011).

Ampas tebu berpotensi dijadikan karbon aktif karena adanya kandungan selulosa (37,65%) dan lignin (22,09%) yang dapat dikonversi menjadi karbon yang berperan penting pada proses adsorpsi (Husin, 2007).

Pabrik Gula Gempolkrep merupakan satu-satunya pabrik gula yang ada di kabupaten Mojokerto, pada tahun 2017 kegiatan produksi menghasilkan ampas tebu sebanyak 251.210,66 ton. sebanyak

29,603.96 ton (13%) hanya disimpan dan tidak dimanfaatkan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul: "Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD dan Amonia (NH₃) (Studi Pada Limbah Cair Industri Tahu Dinoyo Surabaya)".

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah *pre-experiment* dengan rancangan penelitian *One Group Pre-Post Test Design*. objek penelitian ini adalah kemampuan karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben dalam penurunan kandungan COD dan NH₃ pada air dengan variasi penambahan dosis (2,3, dan 4 gram) Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri tahu Dinoyo Kota Surabaya. Replikasi/ ulangan terhadap eksperimen sebanyak 6 kali.

TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Pembuatan karbon aktif

Karbon aktif dibuat dengan karbonisasi suhu 320°C selama 30 menit, ayakan 100 mesh, aktivasi dengan HCl 0,1 M selama 24 jam, pembilasan dengan aquades hingga pH 7 dan pengeringan suhu 150 °C selama 2 jam.

Pengambilan limbah cair tahu

Membilas botol sampel dengan limbah cair yang akan diambil sebanyak 3x kemudian mengambil sampel limbah cair sebanyak 6 liter. mengukur pH dan suhu.

Pengolahan Limbah

sebanyak 2, 3, dan 4 gram karbon aktif ampas tebu dimasukkan kedalam 500 ml limbah cair, diaduk menggunakan flokulator dengan kecepatan 100 rpm selama 45 menit dan diendapkan selama 4 jam. kemudian menyaring dengan kertas *whatman*.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji *One Way Anova*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar COD sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan karbon aktif ampas tebu

Kode sampel	Kadar COD limbah cair tahu (mg/L)		Penurunan	Prosentase (%)
	Rerata Sebelum	Rerata Sesudah		
2 gr	638,53	351,96	286,57	44,87
3 gr	638,53	192,40	446,13	69,86
4gr	638,53	97,565	540,97	84,72

Kadar COD pada limbah cair setelah dilakukan perlakuan dengan menambahkan karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben dan mengalami penurunan. Kadar COD sebelum perlakuan sebesar 638,53 mg/l kadar COD setelah pengolahan menggunakan

karbon aktif ampas tebu mengalami penurunan, pada dosis 2 gram kadar COD menjadi 351,96 mg/L mengalami penurunan sebesar 286,57 mg/L dengan nilai prosentase 44,87%, pada dosis 3 gram kadar COD menjadi 192,40 mg/L, penurunan yang terjadi sebesar 446,13 mg/L dengan nilai prosentase 69,86%, sedangkan pada dosis 4 gram kadar COD menjadi 97,565 mg/L, mengalami penurunan sebesar 540,97 mg/L dengan nilai prosentase 84,72%. Penambahan Karbon aktif dengan dosis 3 dan 4 gram dapat menurunkan kadar COD hingga limbah dapat sesuai dengan baku mutu yaitu tidak lebih dari 300 mg/L.

Pada penelitian ini pH yang digunakan adalah pH limbah cair tahu yaitu 4. pH yang optimum dalam proses adsorpsi adalah pH asam. Adsorpsi yang dilakukan pada pH tinggi cenderung memberikan hasil yang kurang sempurna, karena pada kondisi basa terbentuk senyawa oksida dari unsur pengotor lebih besar sehingga akan menutupi permukaan adsorben (Rangminang, 2009).

Temperatur yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu limbah cair tahu yang tinggi, suhu tersebut yaitu 45⁰C. Proses adsorpsi kimia memberikan keuntungan jika temperatur mengalami

kenaikan karena dapat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka sehingga unsur-unsur pengotor pada permukaan akan teroksidasi (Rangminang, 2009).

Pada proses pengadukan, senyawa karbon aktif ampas tebu melakukan kontak dengan senyawa-senyawa organik yang menimbulkan kadar COD tinggi seperti protein, karbohidrat dan lemak yang ada di limbah cair tahu, proses pengadukan memberikan kesempatan agar senyawa organik tersebut dapat menempel pada permukaan karbon aktif ampas tebu yang luas pori-pori permukaannya terbuka karena sudah dilakukan aktivasi.

Kadar Amonia sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan karbon aktif ampas tebu

Kadar Amonia limbah cair pabrik tahu Dinoyo Surabaya sebesar 21,4 mg/L yang artinya belum memenuhi persyaratan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.10 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yaitu 5 mg/L. Kadar Amonia setelah perlakuan turun menjadi 10,3 mg/l pada dosis 2 gram mengalami penurunan sebesar 11,1 mg/L atau sebesar 51,8%, pada dosis 3 gram turun menjadi 6,2 mg/L dan mengalami

penurunan sebesar 15,2 mg/l dengan prosentase 71%, sedangkan pada dosis 4 gram turun menjadi 3,3 karena mengalami penurunan sebesar 18,1 mg/l atau sebesar 84,6% yang artinya sesuai dengan baku mutu yang ditentukan.

Adsorpsi terjadi karena adanya perbedaan potensial antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan aktif pada pori-pori adsorben. Gaya tersebut yang menyebabkan molekul-molekul adsorbat secara difusional teradsorpsi kedalam pori-pori adsorben dan terikat dalam waktu tertentu. Amonia (NH_3) dalam air berbentuk NH_4OH karena bereaksi dengan H_2O . $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ berubah menjadi NH_4OH dipecah menjadi ion NH_4^+ dan ion OH^- . Karbon aktif memiliki gugus aktif pada seluruh permukaan padatan, yang mana

Kode sampel	Kadar NH_3 limbah cair tahu (mg/L)		Penurunan	Prosentase (%)
	Rerata Sebelum	Rerata Sesudah		
2 gr	21,4	10,3	11,1	51,8
3 gr	21,4	6,2	15,2	71,0
4 gr	21,4	3,3	18,1	84,6

terdapat senyawa radikal bebas pada gugus aktif tersebut yaitu pada atom C yang memiliki elektron bebas, sehingga atom C yang bermuatan negatif memiliki kemampuan untuk menarik ion NH_4^+ yang bermuatan positif (Amin, 2016).

Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa hal seperti pH, temperatur, kecepatan

pengadukan, dan waktu kontak. pH yang digunakan pada penelitian ini merupakan pH limbah cair yaitu 4. Adsorpsi yang sempurna dilakukan pada pH asam karena mampu membersihkan pengotor yang dapat menempel pada pori-pori adsorben. Temperatur yang ada pada limbah cair tahu cukup tinggi yaitu 45°C hal ini memberikan keuntungan karena dapat membuka pori-pori adsorben pada saat proses adsorpsi sehingga unsur-unsur pengotor pada permukaan akan teroksidasi (Rangminang, 2009).

Pengadukan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 100 rpm dengan lama pengadukan selama 45 menit. Menurut Sirajudin (2017) kecepatan pengadukan dan lama pengadukan tersebut merupakan kecepatan pengadukan yang optimum karena dapat memberikan kesempatan pada partikel karbon aktif melakukan kontak dengan senyawa Amonia yang ada pada limbah cair, sehingga senyawa Amonia dapat menempel dan tidak terlepas. Proses selanjutnya adalah mengenakan karbon aktif dan limbah cair untuk mencapai kesetimbangan sehingga karbon aktif yang sudah mengikat senyawa Amonia dapat turun kebawah dengan bantuan gravitasi.

Pengaruh Perbedaan Dosis Terhadap Penurunan Kadar COD dan Amonia Limbah Cair Tahu

Hasil analisis uji one way anova

hasil uji statistik *One Way Anova*

Parameter	F	Sig
COD	2.096,315	0,000
Amonia	247,874	0,000

kadar COD dan Amonia limbah cair tahu setelah dilakukan pengolahan dengan adsorben karbon aktif ampas tebu variasi dosis 2 gram, 3 gram, dan 4 gram didapatkan nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ yaitu sebesar 0,000 yang artinya ada perbedaan antara dosis 2 gram, 3 gram, dan 4 gram. Uji statistik dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* yang bertujuan untuk mengetahui dosis optimum atau pengaruh dosis terbaik dalam penurunan kadar COD dan Amonia limbah cair tahu. Berikut merupakan hasil dari uji *Post Hoc*:

HASIL ANALISIS UJI *POST HOC* KADAR COD

Dosis (I)	Dosis (J)	Mean Difference	Sig.
2 gram	3 gram	159,56	0.000
	4 gram	254,40*	0.000
3 gram	2 gram	159,56	0.000
	4 gram	94,84	0.000
4 gram	2 gram	254,40*	0.000
	3 gram	94,84	0.000

nilai mean difference terbesar yaitu pasangan dosis 2 gram dan dosis 4 gram yaitu sebesar 254,40 yang artinya bahwa

terdapat perbedaan yang besar antara penurunan dosis 2 gram dengan 4 gram.

HASIL ANALISIS UJI *POST HOC*
KADAR AMONIA

Dosis (I)	Dosis (J)	Mean Difference	Sig.
2 gram	3 gram	1,77	0.000
	4 gram	2,19*	0.000
3 gram	2 gram	1,77	0.000
	4 gram	0,42	0.000
4 gram	2 gram	2,19*	0.000
	3 gram	0,42	0.000

Nilai mean difference terbesar yaitu pasangan dosis 2 gram dan dosis 4 gram yaitu sebesar 2,19 yang artinya bahwa terdapat perbedaan yang besar antara penurunan dosis 2 gram dengan 4 gram.

Semakin banyak dosis yang diberikan maka penurunan kadar COD dan Amonia pada limbah cair tahu semakin besar. Penurunan kadar COD terbesar terjadi pada dosis terbesar yaitu 4 gram. Penurunan sebesar 540,97 mg/l atau sebesar 84,72%. Penurunan kadar Amonia terbesar terjadi pada dosis terbesar pula yaitu 4 gram. Penurunan Amonia sebesar 18,1 mg/l atau sebesar 84,6%.

Proses adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah luas permukaan adsorben. Dosis atau Jumlah adsorben yang makin banyak akan memberikan luas permukaan yang makin besar bagi adsorbat untuk terdesorpsi. Selain itu

makin banyak jumlah adsorben juga akan memberi kesempatan kontak yang makin besar dengan molekul-molekul adsorbat (Sembodo, 2006).

Hal ini terjadi karena dengan semakin banyak media berarti semakin bertambah jumlah karbon aktif ampas tebu dan menyebabkan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan material karbon aktif ampas tebu, sehingga semakin bertambah besarnya daya serap terhadap adsorbat.

Kesimpulan

1. Karbon aktif ampas tebu dapat menurunkan kadar COD sebesar 44,87 hingga 84,72%.
2. Karbon aktif ampas tebu dapat menurunkan kadar Amonia sebesar 51,8 hingga 84,6%.
3. Ada perbedaan pengaruh penurunan dengan variasi dosis 2 gram, 3 gram, dan 4 gram. Dosis 4 gram merupakan dosis yang mampu menurunkan kadar COD dan Amonia paling besar hingga memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan.

Saran

Melakukan penelitian lanjutan dengan penambahan dosis untuk menentukan dosis optimum atau melakukan penelitian dengan sistem berbeda seperti menggunakan sistem

kontinyu dengan melakukan penelitian pada beda ketinggian karbon aktif ampas tebu sehingga memudahkan dalam pengaplikasian terhadap pengolahan limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, dkk. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays L.*) Sebagai Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. Universitas Mulawarman: Jurnal Kimia Mulawarman Volume 13 Nomor 2
- Hilda Zulkifli, Zazili Hanafiah dan Dian Asih Puspitawati. (2009). Struktur Dan Fungsi Komunitas Makrozoobenthos Di Perairan Sungai Musi Kota Palembang : Telaah Indikator Pencemaran Air. Skripsi. Universitas Sriwijaya
- Husin. 2007. Pemanfaatan Sekam Padi dan Abu Sekam Padi untuk Pembuatan Batu Beton Berlubang. E-jurnal Balitbang PU. Pusat Litbang Pemukiman
- Rustiati, 2016, *Dampak Industri Terhadap Lingkungan Dan Sosial*, Universitas Pendidikan Indonesia : Gea, Jurnal Pendidikan Geografi
- Sembodo, B.S.T., 2006, *Model Kinetika Langmuir untuk Adsorpsi Timbal pada Abu Sekam Padi*, *Ekilibrium*, 5, 28-33.
- Slamet, Juli Soemirat. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: UGM press.
- Syauqiah Isna, Amalia Mayang, A.Kartini Hetty, 2011. *Analisis Variasi waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif*. Info Teknik.
- Titiresmi dan Sopiah, Nida. 2006. *Teknologi Biofilter untuk Pengolahan Limbah Ammonia*. Jakarta. Balai Teknologi Lingkungan.