

STUDI KINERJA BENTONIT SEBAGAI ADSORBEN ALAMI LIMBAH CAIR VINASE

Asep Supriatna dan Adi Pramono

Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI Bandung
Jl. Dr. Setiabudi 229 Bandung 40154 Tlp/Fax. 022-2000579
Email: aasupri@upi.edu

Abstrak

Penelitian tentang kinerja bentonit sebagai adsorben limbah cair vinase telah dilakukan. Pada penelitian ini difokuskan pada laju penyerapan bentonit terhadap limbah cair vinase, waktu pengadukan dan dosis bentonit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengadukan optimum 2 jam, dosis bentonit optimum yang dihasilkan adalah 15 gram/50 mL vinase. Semakin banyak bentonit yang digunakan semakin besar penurunan warna vinase, tetapi penambahan bentonit akan mencapai titik dimana kinerja bentonit relatif konstan terhadap vinase. Penambahan dosis bentonit mengikuti persamaan % pengurangan warna = $(76,92) \cdot (\text{massa bentonit})^{0,239}$. Hasil SEM menunjukkan adsorbat dalam vinase terserap pada permukaan bentonit. Nilai COD limbah cair vinase turun sebesar 84% dan intensitas warna vinase turun sebesar 93 %.

Kata kunci: bentonit, vinase, adsorben, SEM, COD, GC-MS, XRD

Pendahuluan

Limbah cair vinase adalah residu hasil destilasi alkohol yang berbahan baku tetes tebu (molasses) yang difermentasi (Cortez, 1997). Limbah vinase, secara fisik memiliki warna coklat kemerahan dengan bau yang menyengat dengan pH 4,2 – 4,5. Vinase juga telah banyak diteliti untuk diaplikasikan sebagai pupuk, seperti dilakukan oleh Sayed dan Elazim yang telah melakukan penelitian pemanfaatan vinase sebagai pupuk untuk meningkatkan hasil panen tanaman gandum di Mesir, dan Rodríguez (2000) memanfaatkan vinase sebagai pupuk untuk meningkatkan hasil panen tanaman tebu di Venezuela. Vinase digunakan sebagai pupuk dikarenakan mengandung banyak materi organik, kalium, kalsium, nitrogen dan fosfor. Komposisi vinase bervariasi tergantung pada kualitas tetes tebu, bahan baku yang digunakan, pengolahan limbah cair awal pabrik pembuat alkohol, dan lain sebagainya. Komposisi kimia Limbah cair vinase dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komposisi kimia limbah cair vinase (Susanti, 2003)

KOMPONEN	KANDUNGAN (%)
Mineral	29,0
Gula (reduksi)	11,0
Protein	9,0
Asam volatile	1,5
Gum	21,0
Campuran asam laktat	4,5
Campuran asam organik lain	1,5
Gleosal	5,5
Lilin, fenol, logam, dsb.	17,0

Pada umumnya, proses destilasi alkohol, jika dihasilkan 1 liter alkohol maka vinase residunya tersebut dihasilkan sebanyak 13 liter atau rentang 10 sampai 15 liter tergantung pada kualitas tetes tebu (bahan baku) dan proses industrinya (Potter dkk., 1994).

Bentonit alam mempunyai sifat menyerap dan menukar ion, berpotensi sebagai alternatif solusi permasalahan pengolahan limbah cair yang mudah dan murah. Tujuan kajian ini adalah mengetahui, menentukan kondisi optimum dari kinerja bentonit alam terhadap limbah cair vinase, dan mempelajari kinerja bentonit terhadap vinase.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan menjadi tiga tahap, yaitu antara lain karakterisasi awal bentonit dan vinase, uji kinerja, dan karakterisasi akhir bentonit dan vinase.

Preparasi sampel

Limbah cair vinase

Tetes tebu (*PT. PGR II*) ditimbang sebanyak 300-330 gram kemudian diencerkan dengan aquades hingga volumnya menjadi 1 liter dan diaduk agar homogen. Masukkan ragi roti (*PT. PGR II*) 5 gram, urea (*Tani Bakti Kopo 364*) sebanyak 10 gram, dan TSP (*Tani Bakti Kopo 364*) sebanyak 5 gram. Lalu diaduk agar homogen. Biarkan masa inkubasi selama \pm 48 jam, kemudian didestilasi pada suhu 100°C . Residu yang terdapat pada labu dasar bulat adalah limbah cair vinase.

Uji Kinerja

- Pengaruh Waktu Pengadukan

Bentonit dengan massa 10 gram dimasukkan ke dalam enam gelas kimia yang telah berisi vinase 50 mL kemudian diaduk dengan waktu pengadukan divariasikan antara 15-180 menit, dengan kecepatan pengadukan 193 rpm. Biarkan mengendap. Kemudian supernatan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV mini.

- Pengaruh Dosis Bentonit

Vinase sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam enam gelas kimia lalu tambahkan bentonit dengan massa yang divariasikan antara 7-25 gram. Kemudian diaduk selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan 193 rpm. Biarkan mengendap. Kemudian supernatan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV mini.

- Uji Efektifitas Penggunaan Bentonit

Prosedur ini untuk membandingkan antara penambahan bentonit sekaligus 15 gram dengan 5 gram sebanyak 3 kali (total pemakaian 15 gram).

- Analisis akhir

Bentonit dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi vinase 50 mL kemudian diaduk selama 2 jam. Biarkan mengendap. Pisahkan endapan dan supernatan. Supernatan (vinase akhir) dan endapan (bentonit akhir) dianalisis.

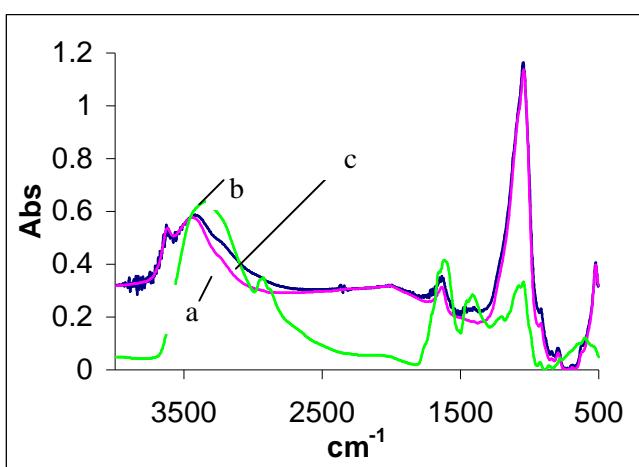
Karakterisasi

Bentonit sebelum dan sesudah digunakan dianalisis spektra infra merah di Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Pendidikan Indonesia. Bentonit sebelum dan sesudah digunakan dianalisis SEM di Puslitbang Geologi, Bandung. Vinase sebelum dan sesudah diolah dianalisis menggunakan GCMS di Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Pendidikan Indonesia. COD vinase awal dan akhir dianalisis di Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung. Warna vinase awal dan akhir dianalisis di Laboratorium Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

Hasil dan Diskusi

Karakterisasi

Spektra infra merah dianalisis untuk mengetahui spektra bentonit awal dan perubahannya setelah dikontakkan dengan vinase.



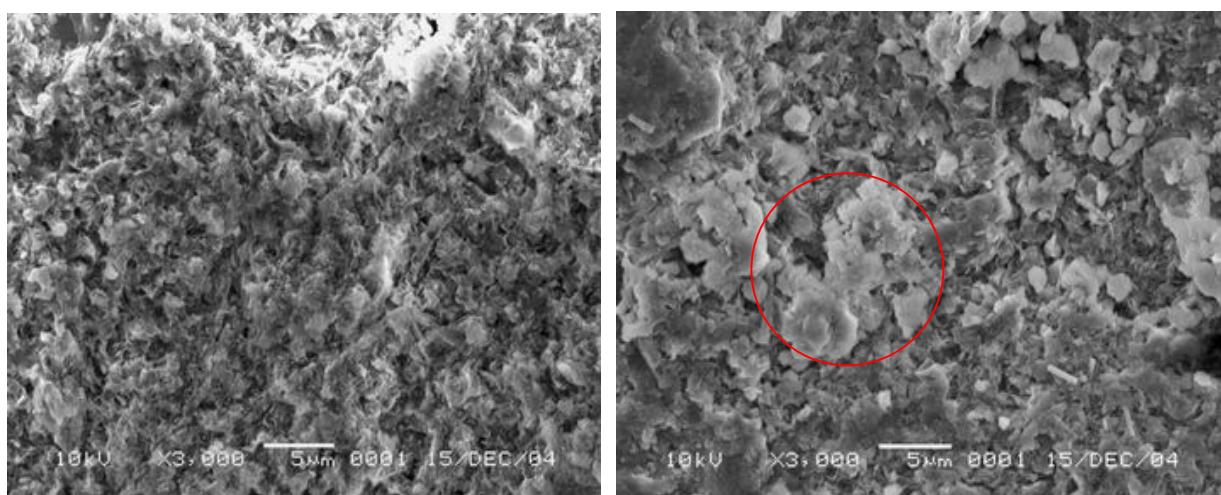
Gambar 1. Spektra Infra merah: (a) Bentonit awal, (b) vinase, dan (c) bentonit akhir.

Spektra infra merah vinase menunjukkan adanya gugus OH pada $3355,9\text{ cm}^{-1}$; vibrasi ulur O-C=O asam karboksilat muncul pada 1624 cm^{-1} ; bilangan gelombang $1415,7\text{ cm}^{-1}$ untuk vibrasi O-H tekuk asam karboksilat; $2935,5\text{ cm}^{-1}$ untuk vibrasi C-H pada CH₂-O atau CH₃-O; bilangan gelombang $1045,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C-O pada alkohol primer; vibrasi ulur C-O alkohol sekunder muncul pada bilangan gelombang $1080,1\text{ cm}^{-1}$; vibrasi ulur C-O asam karboksilat muncul pada $1203,5\text{ cm}^{-1}$.

Kajian spektroskopi vibrasi pada bentonit sangat berguna untuk mendapatkan informasi tentang karakteristik hidrasi, kation interlayer, dan kandungan uap air pada bentonit (Katti dan Katti). Bilangan gelombang pada spektra infra merah bentonit muncul pada $524,6\text{ cm}^{-1}$ untuk vibrasi Si-O tetrahedral, $1041,5\text{ cm}^{-1}$ untuk Si-O ulur, $1643,2\text{ cm}^{-1}$ untuk H-O-H tekuk dari air teradsorpsi, $3448,5\text{ cm}^{-1}$ untuk H-O-H ulur dari air teradsorpsi, dan $3625,9\text{ cm}^{-1}$ untuk OH ulur pada lapisan oktahedral.

Spektra IR bentonit akhir yang sudah digunakan terlihat bahwa adanya vibrasi-vibrasi $1500\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$; $2372,3\text{ cm}^{-1}$ dan $3000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$. Dari daerah spektra IR dapat diduga bahwa adsorbat vinase terserap oleh bentonit pada fasa interlayer. Adsorbat terserap pada bentonit tetapi tidak menyebabkan struktur monmorilonit berubah secara berarti ini terlihat dari spektra IR khas monmorilonit tidak terdeteksi perubahan vibrasi.

Scanning Electron Microscope (SEM) dengan perbesaran 3000x memperlihatkan perbedaan antara mikrostruktur bentonit awal dan akhir (P3G). Gambar 2. memperlihatkan bahwa pada gambar (b) ada gumpalan yang hampir menyebar pada seluruh permukaan bentonit, kemungkinan gumpalan-gumpalan tersebut adalah adsorbat dalam vinase yang diserap pada permukaan bentonit.



Gambar 2. Hasil SEM (a) bentonit awal dan (b) Bentonit setelah digunakan

Hasil GCMS (dapat dilihat pada tabel 2), kromatogram menunjukkan bahwa vinase mengandung beberapa komponen senyawa. Pada vinase akhir ada puncak-puncak yang hilang dan muncul yang baru. Puncak yang hilang menunjukkan komponen-komponen senyawa vinase yang muncul dalam kromatogram pada rentang waktu retensi 21-26 menit dengan kadar yang berbeda-beda. Kemungkinan puncak-puncak yang hilang adalah adsorbat dari vinase yang diserap oleh bentonit. Sedangkan puncak baru yang muncul pada vinase akhir kemungkinan

disebabkan oleh koagulan sisa yang digunakan dalam proses pengendapan dan atau karena terbentuknya senyawa lain.

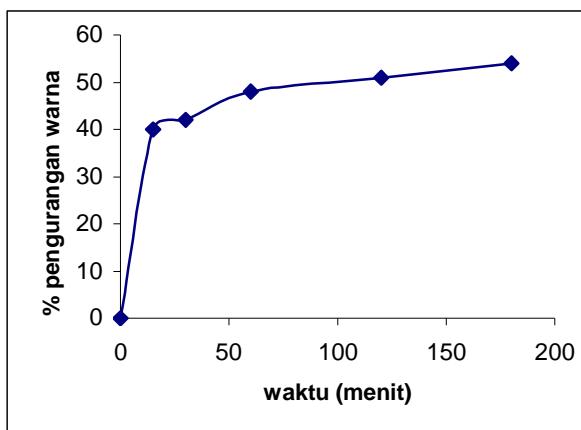
Tabel 2. Hasil analisis GCMS vinase

No	Vinase awal		Vinase Akhir	
	Waktu Retensi (menit)	Kadar (%)	Waktu Retensi (menit)	Kadar (%)
1.	21,068	1,14	2,598	9,63
2.	21,878	19,20	2,705	3,96
3.	22,357	31,09	9,089	1,49
4.	22,579	7,22	15,020	15,76
5.	22,747	6,99	19,432	2,73
6.	25,068	0,96	19,905	39,67
7.	25,150	14,76	28,117	2,59
8.	25,200	4,96	29,658	8,58
9.	25,317	1,40	30,473	8,88
10.	25,450	3,48	30,473	3,19
11.	25,592	2,25	31,775	2,09
12.	26,783	1,79	31,917	1,43

Uji Kinerja

- Waktu Pengadukan

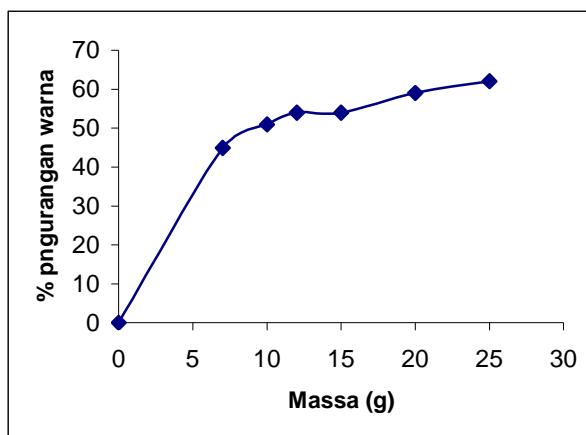
Dari gambar 2, menunjukkan bahwa pengurangan intensitas warna terjadi secara cepat sampai pada menit ke 7, kemudian pengurangan intensitas warna menjadi lambat.



Gambar 2. Hubungan Waktu kontak dengan % Pengurangan warna

- Dosis Bentonit

Gambar 3 berikut ini menunjukkan hubungan antara persen pengurangan warna vinase dengan penambahan bentonit. Persen pengurangan warna vinase semakin besar sejalan dengan semakin besarnya penambahan bentonit. Akan tetapi, penambahan bentonit setelah 10 gram kurang memberikan persen pengurangan warna yang signifikan.



Gambar 3. Hubungan % Pengurangan warna dengan Massa Bentonit

Gambar 3 ini memenuhi persamaan eksponensial, $\% \text{Abs} = (2,72)^{4,34} \cdot (m)^{0,239}$

Dengan m adalah massa bentonit dan %Abs adalah % pengurangan warna vinase.

- Uji efektifitas penambahan bentonit

Penambahan bentonit berulang lebih efektif dalam menurunkan nilai COD (Tabel 3). Hal ini disebabkan proses pertemuan dan penyerapan bentonit dengan vinase lebih sering yang terjadi pada penambahan bentonit berulang dibandingkan dengan penambahan bentonit yang sekaligus.

Tabel 3. Perbandingan penambahan bentonit

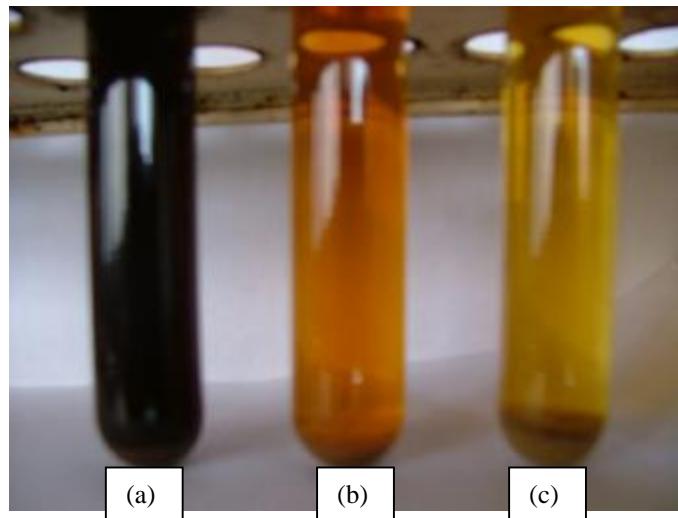
No.	Massa (g)	% penurunan COD
1	15 gram	77
2	5 gram (3 x pengulangan)	84

Hasil analisis Vinase awal dan Vinase setelah dikontakkan dengan bentonit ditunjukkan pada tabel 4. Penggunaan bentonit dalam penelitian ini mampu menurunkan COD sebesar 84% dan menurunkan intensitas warna sebesar 93%.

Tabel 4. Hasil analisis vinase

No	Parameter	Satuan	Awal	Akhir	% Penurunan
1.	COD	Mg/L	224.400	36312	84
2.	Warna	PtCo	112500	7500	93

Gambar 2 berikut ini menunjukkan penurunan intensitas warna vinase sebelum dan setelah dikontakkan dengan bentonit.



Gambar 2: (a) Vinase awal; (b) Setelah penambahan 15g/50 mL;
(c) Setelah penambahan 3 x 5g /50 mL

Kesimpulan

Bentonit dapat digunakan sebagai bahan pengolah limbah cair vinase, ini dapat dilihat dari kandungan COD limbah vinase yang berkurang sebesar 84 % dan warna berkurang sebesar 93 %. Mekanisme yang terjadi antara bentonit dengan vinase adalah adsorpsi, hal ini didukung oleh data hasil SEM dan FTIR.

Saran untuk Penelitian Lanjutan

1. Perlu dibandingkan dengan kinerja bentonit yang diaktivasi baik secara kimia atau pemanasan.
2. Massa bentonit yang digunakan masih dalam jumlah yang banyak oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi terhadap bentonit agar kinerjanya dapat lebih maksimal dalam menyerap senyawa-senyawa organik vinase dan massa bentonit yang digunakan sedikit.
3. Perlu dilakukan uji hayati terhadap vinase yang sudah diolah menggunakan bentonit sebelum dibuang ke lingkungan jika ingin diaplikasikan pada skala pabrik.
4. Penelitian ini menggunakan model batch oleh sebab itu untuk membandingkan efektifitas perlu dilakukan menggunakan model kontinu dan skala pilot.
5. Kajian pelepasan adsorbat yang diserap bentonit (desorpsi) perlu dilakukan agar bentonit yang sudah dipakai dapat digunakan kembali sehingga hemat dalam penggunaan bentonit. Tetapi proses desorpsi tersebut harus dengan cara yang mudah dan murah.

Daftar Pustaka

- Sayed, Arafat dan Yassen Abd Elazim. *Agronomic Evaluation of Fertilizing Efficiency of Vinasse*. Paper no. 1991. [online]: www.revfacagronluz.org.ve [12-10-2004]
- Rodríguez, J. Gómez y O. (2000). *Effects of vinasse on sugarcane (Saccharum officinarum) productivity*. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 17:318-326. [online] www.ldd.go.th [12-10-2004]
- Susanti, W. (2003). *Pengolahan Limbah di PT. PG. R. II Cirebon*. Laporan Praktik Lapangan. Bogor: Departemen Biologi IPB
- Potter, C., M. Soeparwadi, dan aulia Gani. (1994). *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia. Sumber, Pengendalian, dan Bahan baku*. Project of The Ministry of State for The Environment, Republic of Indonesia and Dalhousie University, Canada. Indonesia: Environmental Management Development in Indonesia.
- Cortez, L.A.B. dan Pérez, L.E.B. (1997). Experiences on vinasse disposal part III: combustion of vinasse-# 6 fuel oil emulsions. Brazilian Journal of Chemical Engineering vol. 5. Tersedia: <http://www.scielo.br/> [19 –10- 2004]
- Puslitbang Geologi (P3G) Prosedur Pemotretan Scanning Electron Microscope (SEM), JSM-35 C. Bandung. Tidak Diterbitkan. (*in press*)
- Katti, Kalpana dan Katti, Dinesh. (tanpa tahun). *Effect Of Clay-Water Interactions On Swelling In Montmorillonite Clay*. [online] <http://www.ce.washington.edu/em03/proceedings/papers/812.pdf>
- Ronalisa, Yeni. (2004). *Studi Kinerja Bentonit pada Penjernihan Sirup Gula*. Skripsi. Bandung: Program Kimia Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.