

PENURUNAN KADAR DETERJEN DALAM AIR MINUM DENGAN MENGGUNAKAN SERBUK BIJI KELOR (*Moringa oleifera*)

REDUCING DETERGENT CONCENTRATION IN DRINKING WATER USING HORSE RADISH SEED (*Moringa Oleifera*)

Muharto¹⁾, Hendrawan Susanto¹⁾ dan Daniel¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Kimia FTI - ITS

Abstrak

Surabaya dengan penduduk sebanyak 3,5 juta jiwa memerlukan air bersih dengan debit 10 m³/detik. Sebagian besar dari kebutuhan air sebanyak itu harus dicukupi dari air Kali Surabaya sebagai bahan baku. Padahal kali tersebut telah tercemar deterjen. Akibatnya air bersih yang dihasilkannya juga tercemar deterjen (melampaui NAB sebesar 0,05 mg/l deterjen sebagai LAS), sehingga tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Di sisi lain ternyata biji kelor mampu menyerap deterjen dalam air. Parameter yang berpengaruh adalah konsentrasi awal deterjen, konsentrasi biji kelor, ukuran biji kelor, serta waktu penyerapan. Proses penyerapan tersebut ternyata mengikuti model adsorpsi isothermis Freundlich.

Kata kunci : air minum, biji kelor, deterjen, penyerapan

Abstract

Surabaya with 3.5 millions of population needs clean water about 10 m³/s. Large quantities of water must be supplied from Surabaya river as water source. Yet the river has polluted by detergent. It caused the clean water to contain detergent exceed the Indonesian Minister of Health Limit (0.05 mg/l detergent as LAS). In the other side *moringa oleifera* seed can adsorp detergent in water. Parameters, which duration influence the adsorption are detergent initial concentration, concentration and size of the seed, and time of adsorption. The adsorption process follows Freundlich isotherm adsorption model.

Keywords : drinking water, horse radish seed, detergent, adsorption

1. PENDAHULUAN

Surabaya adalah kota besar yang terletak di tepi laut. Sebagaimana biasanya kota-kota di tepi laut lainnya, pada umumnya air sumur Surabaya bersifat payau. Jadi tidak dapat digunakan sebagai air minum. Oleh karena itu kebutuhan akan air minum harus dipenuhi dengan cara-cara yang lain. Penduduk kota Surabaya diperkirakan berjumlah kurang lebih sebanyak 2,5 juta jiwa (BPS Surabaya 2000).

Kebutuhan air bersih untuk penduduk Surabaya diperkirakan sejumlah 10 m³/detik. Salah satu alternatif utama untuk memenuhi debit sebesar itu (pada saat ini) adalah mengolah air Kali Surabaya sebagai bahan baku menjadi air bersih dalam Unit Penjernihan Air (PDAM). Padahal air Kali Surabaya sudah tercemar deterjen (Muharto dan Mulyanto, 1996). Pencemaran ini ternyata berdampak pada kualitas air hasil produksi PDAM tersebut, yaitu kandungan deterjennya rata-rata di atas ambang

batas yang diperkenankan sebesar 0,05 mg/l deterjen sebagai LAS (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/Menkes/Per/IX/1990). Jadi tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Oleh karena itu harus diturunkan hingga maksimal sebesar Nilai Ambang Batas tersebut (Agus dan Vincentia, 1997).

Di sisi lain menurut Jahn (1981 dan diteruskan 1989) menjelaskan bahwa biji kelor dapat berfungsi sebagai koagulan dan dapat juga dipakai menurunkan kekeruhan air Sungai Nil (di Afrika) dengan range 15 hingga 10.000 FTU menjadi di bawah 10 FTU. Penelitian ini memberi inspirasi penelitian-penelitian serupa di Indonesia.

Srihono (1989) dan Setyowati (1989) secara terpisah meneliti menggunakan biji kelor dalam menurunkan kekeruhan air dan jumlah bakteri. Kesimpulan yang didapat dari penelitiannya tersebut adalah bahwa biji kelor selain dapat berfungsi sebagai

koagulan dalam menurunkan kekeruhan air juga dapat berfungsi sebagai desinfektan.

Cholifah dkk (1997) meneliti menggunakan biji kelor dalam tambak udang windu. Ternyata selain dapat menurunkan tingkat kekeruhan, juga menurunkan jumlah bakteri serta jumlah bahan organik dalam air tambak tersebut.

Menurut Ratmono dan Sa'diyah (1998) biji kelor dapat menurunkan kadar deterjen konsentrasi tinggi dengan proses pengendapan mempergunakan FeCl_3 sebagai koagulan.

Surachman dan Harianto (1999) berhasil menurunkan kadar deterjen mempergunakan bentonit, zeolit dan karbon aktif sebagai adsorben. Puspitasari dkk (2000) menyimpulkan bahwa biji kelor dapat menyerap (adsorpsi) logam-logam berat dalam air.

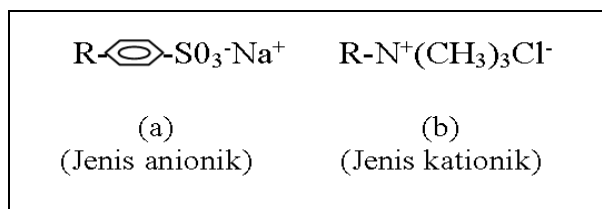
Dari rangkaian penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa biji kelor dapat berfungsi sebagai koagulan, adsorben, serta desinfektan. Sementara itu ada koagulan (FeCl_3) dan adsorben (bentonit, zeolit, dan karbon aktif) bisa menurunkan kadar deterjen dalam air. Maka diharapkan biji kelor (dengan sifat-sifatnya di atas) dapat dipakai menurunkan kadar deterjen dalam air bersih produksi PDAM, sekaligus sebagai desinfektan, sehingga air bersih tersebut bisa memenuhi syarat sebagai air minum.

Jenis deterjen yang banyak digunakan di Indonesia adalah jenis anionic. Dari jenis ini yang lebih banyak digunakan adalah ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) dibanding dengan LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate). YLKI (Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia) mengadakan penelitian bahan aktif dari beberapa produk deterjen yang diumumkan tanggal 7 Juni 2002 untuk membuktikan pernyataan di atas. Ternyata dari 10 produk deterjen yang dipasarkan dengan initial: AD, B, DA, DI, LB, RAN, SAN, SKP, SU, dan TH, hanya dua produk (20 %) yang mempergunakan bahan aktif LAS, yaitu DA dan SKP. Permasalahan timbul karena ABS sukar terurai, sementara LAS bisa terurai di alam dalam kondisi aerobik hingga 85-95 %. Akibatnya konsentrasi deterjen dalam badan air yang tercemar deterjen makin lama makin tinggi. Hal ini menyebabkan oksigen dari udara menjadi sukar larut dalam air. Akibatnya kondisinya menjadi anaerobic sehingga LAS pun tidak teruraikan.

Konsentrasi LAS dalam air makin lama menjadi makin tinggi. LAS ini mempunyai efek toksik bagi

organisme (dapat mematikan ikan dalam konsentrasi 3-10 mg/L) serta bersifat bioakumulatif (tersimpan dalam jaringan).

Dalam rumus deterjen, baik jenis anionik maupun kationik mempunyai kutub positif dan negatif, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur molekul deterjen jenis anionik (a) dan jenis kationik (b)

Adanya kutub-kutub ini memungkinkan adanya gaya tarik menarik elektrostatis dengan zat lain yang juga mempunyai dua kutub positif dan negatif. Dari sinilah harapan penurunan konsentrasi deterjen dalam air digantungkan dengan jalan menambahkan zat yang mempunyai dua kutub tersebut.

Kelor (Latin: *moringa oleifera*, Inggris: horseradish atau drumstick tree) adalah tanaman tropis. Di Indonesia banyak ditanam di desa-desa untuk diambil buahnya sebagai sayur, serta bijinya sebagai penambah selera makan. Selain itu juga dipakai sebagai tanaman penyangga tanaman merambat seperti sirih, vanili dan lada. Tanaman ini termasuk tanaman perdu yang dapat mencapai ketinggian hingga 10 m. Tanaman kelor, terutama di Pulau Jawa, dapat tumbuh dengan mudah serta relatif cepat besar (4-5 tahun sudah berbuah) sehingga merupakan pendukung kuat apabila penelitian ini berhasil serta diaplikasikan. Komposisi biji kelor dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Biji Kelor

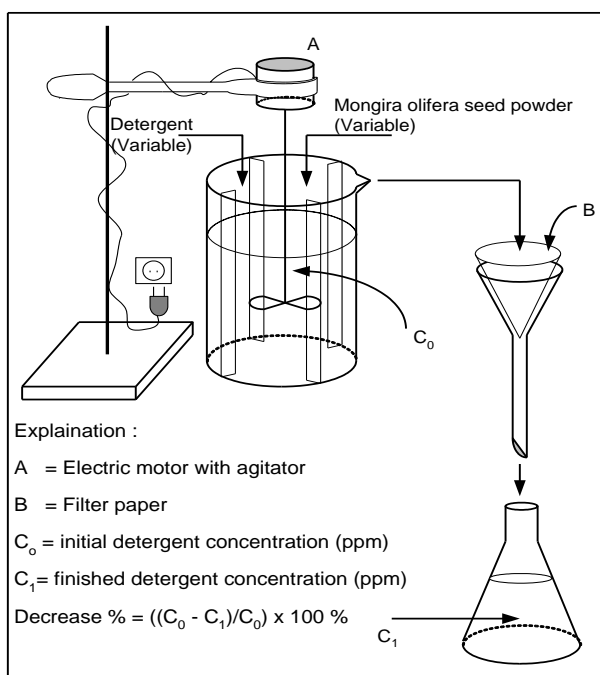
Komponen	%
Air	22.4
Protein	15.6
Asam Amino	15.3
Abu	11.5
Lemak	10.1
Sukrosa	5.5
Serat	5.1
Starch	5.1
Kalsium	3.76
L-fruktose	1.5
Kalium	1.43
Magnesium	0.96
Natrium	0.34
Besi	0.086
Mangan	0.008
Seng	0.0015
Tembaga	0.0005

Dalam Tabel 1 tersebut dapat dilihat adanya kandungan logam-logam alkali kuat, yaitu K dan Na, serta logam-logam lain. Logam-logam inilah (terutama K dan Na) yang merupakan bagian kutub positif, sedang bagian lainnya merupakan kutub negatif. Dilihat dari komponen-komponen yang dikandungnya itu maka biji kelor memenuhi kriteria sebagai zat yang bisa mengadakan ikatan tarik-menarik elektrostatis dengan deterjen. Biji kelor yang ditambahkan ke air dalam keadaan serbuk (padatan) akan didatangi oleh deterjen, karena deterjen bersifat surfaktan. Sebagai surfaktan, deterjen akan cenderung berkumpul bergerak menuju di daerah batas antara dua fase yang berlawanan, yaitu permukaan padatan yang berada dalam larutan deterjen. Adanya muatan akan memperkuat daya penyerapan deterjen oleh biji kelor dan tidak mudah lepas kembali.

2. METODOLOGI

Biji kelor yang digunakan diambil dari buah kelor yang sudah masak (tua), dikupas kulitnya, dikeringkan dalam oven (2 jam), dihaluskan, kemudian di saring dalam dua ukuran (sebagai variable), yaitu 35/80 mesh dan 80/115 mesh. Variabel ini didasarkan pada hasil penelitian Puspitasari dkk. (2000).

Pada Gambar 2, menunjukkan konfigurasi alat-alat penelitian yang akan dipergunakan



Gambar 2. Jenis Peralatan dan Konfigurasinya

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu pertama-tama ke dalam bejana berpengaduk yang dilengkapi dengan 4 buah baffle dimasukkan 1 L air dengan konsentrasi deterjen tertentu (variable), biji kelor dengan ukuran dan konsentrasi tertentu (variable), kemudian diaduk dengan kecepatan tetap 100 rpm dalam waktu tertentu (variable). Selanjutnya disaring kemudian diukur konsentrasi deterjen dalam filtrat. Langkah selanjutnya menghitung prosentase penurunan konsentrasi deterjen dengan rumus:

$$\Delta C = ((C_0 - C_1)/C_0) \times 100\% \quad (1)$$

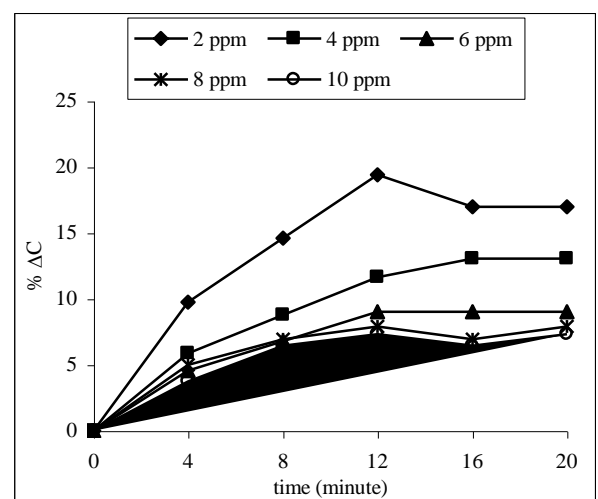
dimana:

- ΔC = prosentase penurunan konsentrasi deterjen,
- C₀ = konsentrasi deterjen awal, ppm
- C₁ = konsentrasi deterjen filtrat, ppm

Variasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi awal deterjen dalam bejana sebesar 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm, variasi ukuran serbuk biji kelor sebesar 35/80 mesh dan 80/115 mesh, variasi konsentrasi biji kelor sebesar 100, 300, 500 ppm dan waktu pengadukan selama 4, 8, 12, 16 dan 20 menit

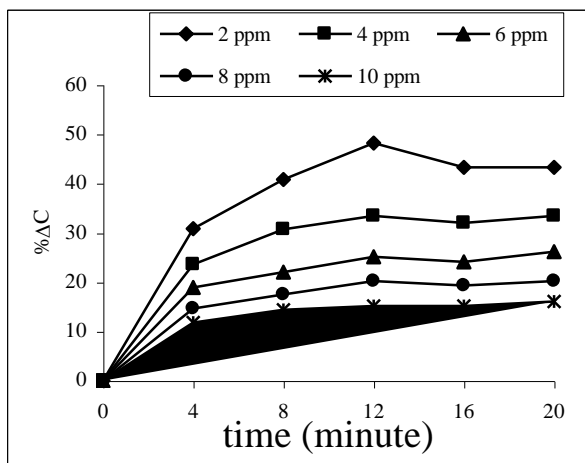
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian dengan konsentrasi biji kelor sebesar 100 ppm untuk ukuran serbuk biji kelor sebesar 35/80 mesh menunjukkan bahwa prosentase penurunan terbesar terdapat pada konsentrasi awal deterjen sebesar 2 ppm seperti terlihat pada Gambar 3.



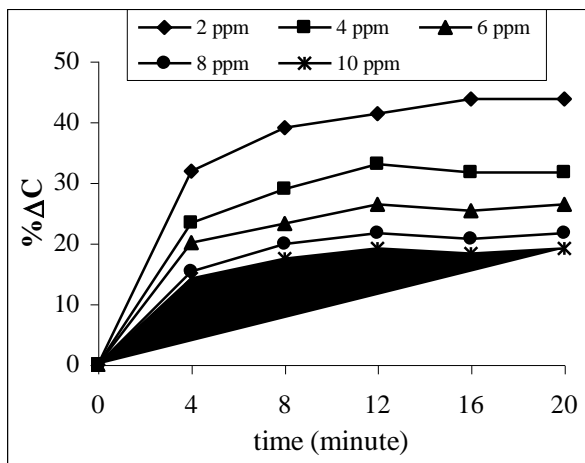
Gambar 3. Kurva hubungan %ΔC vs t untuk C_k = 100 ppm, ukuran 35/80 mesh

Pada percobaan dengan ukuran serbuk biji kelor sebesar 80/115 mesh dengan konsentrasi biji kelor sebesar 100 ppm, didapatkan bahwa prosentase penurunan terbesar terdapat pada konsentrasi awal deterjen sebesar 2 ppm yang ditunjukkan pada Gambar 4.



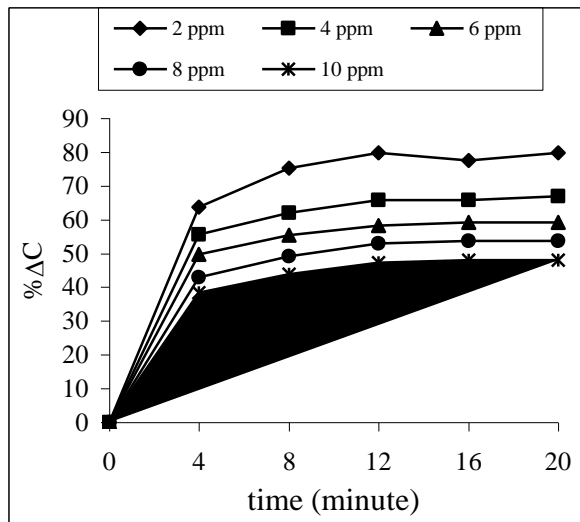
Gambar 4. Kurva hubungan %ΔC vs t untuk Ck = 100 ppm, ukuran 80/115 mesh

Sedangkan untuk ukuran serbuk biji kelor sebesar 35/80 mesh dan 80/115 mesh dengan konsentrasi biji kelor sebesar 300 ppm, didapatkan bahwa prosentase penurunan terbesar terdapat pada konsentrasi awal deterjen sebesar 2 ppm yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

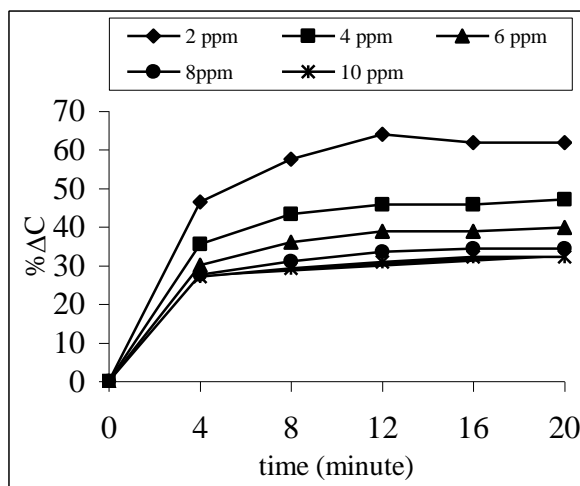


Gambar 5. Kurva hubungan %ΔC vs t untuk Ck = 300 ppm, ukuran 35/80 mesh

Sedangkan untuk ukuran serbuk biji kelor sebesar 35/80 mesh dan 80/115 mesh dengan konsentrasi biji kelor sebesar 500 ppm, didapatkan bahwa prosentase penurunan terbesar terdapat pada konsentrasi awal deterjen sebesar 2 ppm yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



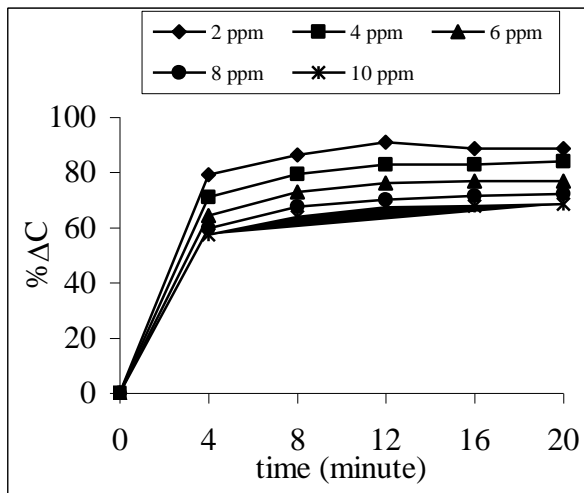
Gambar 6. Kurva hubungan %ΔC vs t untuk Ck = 300 ppm, ukuran 80/115 mesh



Gambar 7. Kurva hubungan %ΔC vs t untuk Ck = 500 ppm, ukuran 35/80 mesh

Dari penelitian yang telah dilakukan ukuran biji kelor 80/115 mesh lebih efektif untuk menurunkan konsentrasi deterjen daripada biji kelor dengan ukuran 35/80 mesh. Ukuran biji kelor 80/115 mesh pada konsentrasi 500 mg/l mempunyai prosentase penurunan deterjen sampai 90% seperti pada Gambar 8.

Waktu kontak antara biji kelor dan deterjen juga berpengaruh pada efektivitas penurunan konsentrasi deterjen. Dari semua variabel konsentrasi deterjen dan konsentrasi biji kelor, waktu kontak (pengadukan dalam bejana) 12 menit adalah waktu optimum untuk penurunan konsentrasi deterjen. Waktu lebih lama dari 12 menit tidak memberikan pengaruh pada penurunan konsentrasi deterjen.



Gambar 8. Kurva Hubungan %ΔC Terhadap t Untuk Ck=500 ppm, Ukuran 80/115 Mesh

Percobaan dilakukan pada kondisi isotermis. Jadi apabila prosesnya adalah proses adsorpsi maka ada kemungkinan mengikuti model adsorpsi Isotermis Freundlich seperti pada Persamaan 2 dan 3 berikut.

$$x/m = kC^{1/n} \tag{2}$$

$$\log (x/m) = \log K + 1/n \log C \tag{3}$$

dimana :

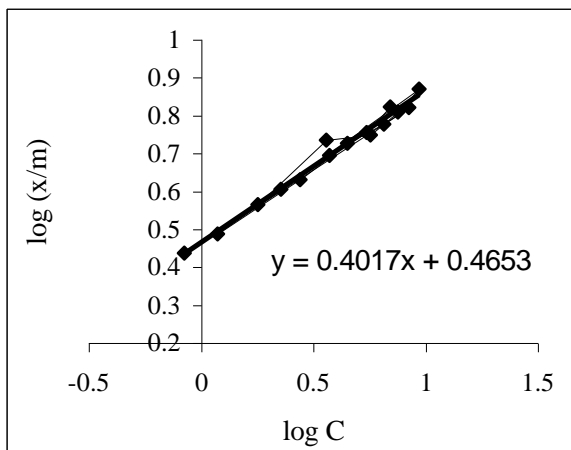
x = jumlah adsorbat yang terserap (mg) = C₀-C₁

m = jumlah adsorben yang digunakan (g)

K , n = konstanta

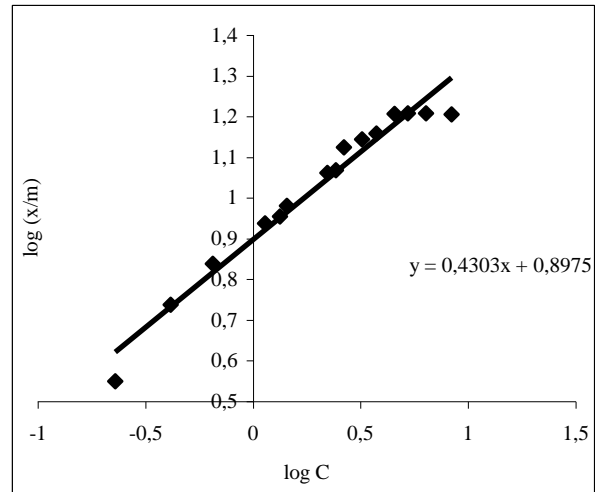
C = konsentrasi adsorbat dalam filtrat = C₁

Pada Gambar 9 berikut dapat dilihat Kurva adsorpsi ishotermis Freundlich untuk serbuk kelor ukuran 35/80 mesh



Gambar 9. Kurva Adsorpsi Ishotermis Freundlich Untuk Serbuk Kelor Ukuran 35/80 Mesh

Data diambil dari percobaan dengan waktu pengadukan 20 menit, dimana C hampir tidak berubah untuk semua ukuran dan konsentrasi serbuk biji kelor. Hasil analisisnya ditampilkan grafik-grafik pada Gambar 9 dan Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Kurva Adsorpsi Ishotermis Freundlich Untuk Serbuk Kelor Ukuran 80/115 Mesh

Hasil penelitian di atas digunakan untuk menurunkan konsentrasi deterjen dalam air minum. Untuk ini ditampung air produksi PDAM kemudian diukur kadar deterjennya. Pada saat itu (April 2002) konsentrasi deterjen tertinggi yang kami dapatkan adalah 0,5495 mg/L (konsentrasi ini adalah C₀).

Prosedur yang diterapkan adalah dengan mengukur 10 L air PDAM tersebut, ditambah 200 mg biji kelor ukuran 80/115 mesh, diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 12 menit, disaring, kemudian diukur konsentrasinya (= C₁). Konsentrasi biji kelor dalam sistem ini adalah = 20 ppm. Kemudian diulangi lagi prosedur di atas dengan variabel konsentrasi biji kelor: 25, 35, 45, 50, 60, 70, 75, 85, 95 dan 100 ppm (= C_k).

Untuk kandungan awal deterjen sebesar di atas didapatkan konsentrasi deterjen dalam filtrat bisa diturunkan maksimal = 0,05 mg/L (Ambang batas Menkes RI) membutuhkan serbuk biji kelor minimal 65,66 mg/L sedangkan konsentrasi deterjen dalam filtrat dapat diturunkan hingga = 0 mg/L (tidak terdeteksi oleh alat ukur) dengan menambahkan serbuk biji kelor minimal 95 mg/L

Hasil penelitian yang didapat dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Percobaan Adsorpsi Deterjen Dengan Serbuk Biji Kelor Pada Air PDAM

Ck, ppm	C _i , mg/L	C _o , mg/L
20	0.5495	0.1981
25	0.5495	0.1161
35	0.5495	0.1022
45	0.5495	0.1010
50	0.5495	0.0703
60	0.5495	0.0602
70	0.5495	0.0383
75	0.5495	0.0064
85	0.5495	0.0047
95	0.5495	0.0000
100	0.5495	0.0000

4. KESIMPULAN

Dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu biji kelor memang efektif dapat menurunkan konsentrasi deterjen dalam air.

Proses yang terjadi adalah adsorpsi dan mengikuti model adsorpsi isothermis Freundlich (grafik antara $\log(x/m)$ vs $\log C$ adalah lurus). Untuk ukuran serbuk biji kelor 35/80 mesh : $K = 2,919$ dan $n = 2,4894$. Untuk ukuran serbuk biji kelor 80/115 mesh: $K = 7,896$ dan $n = 2,2344894$ dengan catatan dalam sistem ini waktu pengadukan yang optimum = 12 menit, karena untuk waktu yang lebih lama dari 12 menu tidak menghasilkan peningkatan C yang berarti.

Makin besar harga K makin banyak deterjen yang diserap. Jadi makin kecil ukuran serbuk biji kelor proses adsorpsinya makin baik. Harga n pada masing-masing ukuran serbuk biji kelor > 1. Artinya makin rendah konsentrasi deterjennya proses adsorpsinya makin baik.

DAFTAR PUSTAKA

Agus dan Vicentia (1997). **Evaluasi Kandungan Deterjen Dalam Air PDAM Surabaya**, Skripsi Jurusan Teknik Kimia Universitas Widya Mandala, Surabaya.

Biro Pusat Statistik (2000). **Surabaya Dalam Angka**.

Cholifah, D., Pusparini E. dan Adhyarini E. (1996); **Pemanfaatan Biji Tanaman Kelor (Moringa Oleifera) sebagai Biokuagulan Alami pada sistem Penjernihan Air dalam Tambak Udang Windu**. Universitas Brawijaya.

Jahn, (1989). **Proper Use of African Natural Coagulants for Rural Water Supplies**, Research in Sudan and A Guide for New Projects, German Agency for Technical Cooperation, Eschborn.

Muharto dan Mulyanto (1996). **Evaluasi Air Kali Surabaya Sebagai Bahan Baku Air Minum Ditinjau Dari Kandungan Deterjennya**, Konferensi Nasional III, PPSDLH, Denpasar, Bali.

Puspitasari, Linda M.A.R., Utami, Nenni S. (2000). **Pemanfaatan Biji Tanaman Kelor (Moringa oleifera) untuk Pengolahan Air Bersih**, Skripsi Jurusan Teknik Kimia ITS, Surabaya.

Ratmono, DE., Sa'diyah dan Umi S.(1998). **Penurunan Kadar Deterjen Konsentrasi Tinggi dengan Proses Pengendapan Menggunakan Coagulant FeCl₃**, Skripsi Jurusan Teknik Kimia ITS, Surabaya.

Setyawati, LM. (1989). **Low Cost Installation for Clean Water Treatment Using Kelor Seeds**, Yogyakarta.

Srihono, D. (1989). **Usaha Memperbaiki Kualitas Air Minum di Pedesaan dengan Menggunakan Biji Moringa Oleifera**, Dian Desa, Yogyakarta.

Surachman, A dan Harianto, E. (1999). **Adsorpsi Deterjen Dalam Air oleh Beberapa Adsorben (Bentonit, Zeolit, Carbon AMA)**, Skripsi Jurusan Teknik Kimia ITS, Surabaya.