PEMURNIAN AIR SUMUR DENGAN KITOSAN MELALUI TAHAPAN KOAGULASI DAN FILTRASI

Application of Chitosan on Purification Ground Water With Coagulation and Filtration Treatment

Pipih Suptijah*, Winarti Zahiruddin, Dery Firdaus

Departemen Teknologi Hasil PerairanFakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB, Darmaga, Bogor 16680

Diterima April 2007/ Disetujui Januari 2008

Abstract

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan digunakan untuk berbagai kegiatan, termasuk kegiatan pertanian, perikanan, peternakan, industri, pertambangan, rekreasi, olah raga dan sebagainya. Masalah utama sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan manusia yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik terus menurun khususnya untuk air minum. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan kitosan dalam menurunkan jumlah bakteri koliform dan konsentrasi besi di dalam air sumur dan untuk mengetahui kemampuan kitosan didalam proses pemurnian air sumur. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu koagulasi dan filtrasi. Pada proses penjernihan air sumur, didapatkan hasil bahwa penurunan nilai TPC (*Total Plate Count*) dan konsentrasi besi yang signifikan bila dibandingkan dengan kontrol (tanpa kitosan) adalah larutan kitosan 1 ppm, dimana nilai TPC air sumur sebesar 5,6 x 10^3 cfu/ml dan nilai konsentrasi besi yaitu 0,08 mg/l. Pada proses filtrasi (tahap akhir), didapatkan hasil bahwa filter dengan kitosan 5 gram sudah dapat menghasilkan air dengan kualitas memenuhi syarat kesehatan, dilihat dari parameter pH, kekeruhan, kadar besi, dan bakteri koliform. Dengan nilai pH sebesar 6,7$\pm$0,01, nilai kekeruhan sebesar 4,5$\pm$0,71 NTU, kadar besi < 0,016 mg/l, dan nilai bakteri koliform 0 MPN/ml. Parameter TSS hasil pemurnian belum termasuk ke dalam air dengan kualitas memenuhi syarat kesehatan (Raini 2004). Berarti parameter TSS masih perlu diturunkan.

Kata kunci: air murni, absorbsi, kitosan, koagulasi, filtrasi.

PENDAHULUAN

Air sebagai sumber daya alam yang sangat penting, dibutuhkan di berbagai bidang kehidupan dan berbagai kegiatan masyarakat untuk kelangsungan hidupnya sehingga keberadaan air sangat mutlak diperlukan. Air bersih di alam dipergunakan untuk berbagai keperluan. Sebagian air tersebut kembali lagi ke alam, tetapi sudah dalam keadaan kotor dan tercemar. Tanpa adanya proses pengolahan yang memadai, air yang sudah tercemar tersebut dapat membebani bahkan melampaui kesanggupan alam untuk membersihkannya (Dvorak 2008).

Pencemaran utama pada air diakibatkan oleh limbah rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian berupa pupuk yang berlebih dan pestisida.

* Korespondensi: telp/fax (0251) 622915, E-mail: suptijah@yahoo.com

Cemaran tersebut dapat mencemari organisme dan lingkungannya baik dalam bentuk larutan, koloid maupun bentuk partikel lainnya. Efek lain yang dapat ditimbulkan dari pencemaran air yaitu dapat menyebabkan penyakit terhadap manusia itu sendiri, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai akibat penggunaan air minum yang tidak memenuhi syarat kesehatan, setiap tahun di Indonesia diperkirakan lebih dari 3,5 juta anak di bawah usia tiga tahun terserang penyakit saluran pencernaan dan diare dengan jumlah kematian 3 % atau 105.000 jiwa. Adanya senyawa kimia berbahaya yang terlarut dalam air dapat berakibat fatal jika kadarnya berlebih atau bila hanya sedikit berlebih pada penggunaan jangka panjang mungkin tertimbun dan menimbulkan efek merugikan kesehatan (Raini 2004).

Kitosan merupakan produk deasetilasi kitin, yang berbentuk polimer rantai panjang dari glukosamin (2-amino-2-deoksiglukosa). Berat molekul kitosan tergantung dari degradasi yang terjadi pada proses pembuatan kitosan. Kitosan mempunyai gugus amino bebas sebagai polikationik, pengkelat dan pembentuk dispersi dalam larutan asam asetat (Knorr 1982). Produksi udang pada tahun 2005 mencapai 280.629.000 kg (BPS 2006). Hal ini berarti pada tahun 2005 diperoleh limbah udang 182.408.850 – 238.534.650 kg.

Tujuan pengolahan air adalah untuk menghilangkan bahan pengotor yang ada di dalam air dan secara efisien dapat berfungsi untuk memproduksi air jernih yang tidak berasa, tidak berbau, aman dan menyegarkan. Salah satu langkah penting dalam pengolahan air adalah penghilangan kekeruhan dan warna air

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada proses penjernihan air sumur adalah tabung elenmeyer, pengaduk, botol kaca 300 ml, timbangan digital, *beaker glass* dan aluminium foil. Sedangkan alat yang digunakan untuk proses penyaringan air adalah botol air mineral, tabung elenmeyer, aluminium foil, selang air, seperangkat alat untuk analisis kualitas air, pH meter, *atomic absorption spectroscopy* (AAS), dan alat turbidimeter.

Bahan yang digunakan pada proses penjernihan air adalah air sumur, asam asetat 1 %, dan larutan kitosan. Kemudian pada proses penyaringan air digunakan serbuk kitosan dan *glass woll.*

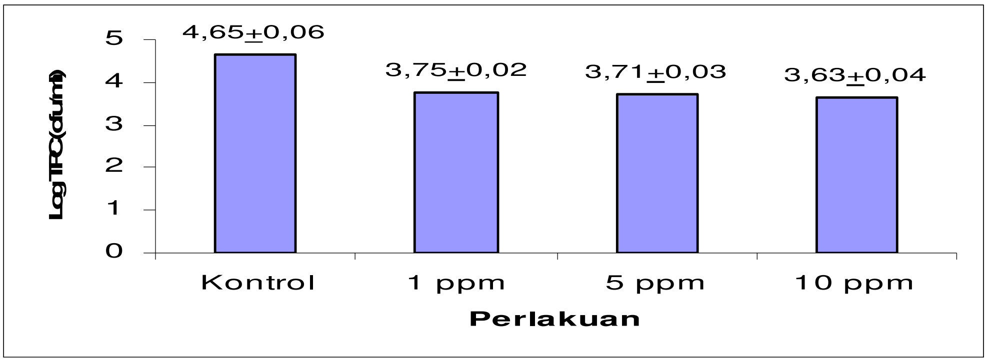
Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan berupa proses koagulasi dengan larutan kitosan sebagai upaya penjernihan air sumur dengan menggunakan kitosan 1 ppm (A1), 5 ppm (A2), dan 10 ppm (A3) serta tanpa kitosan sebagai kontrol (A4), dengan analisis penghitungan nilai TPC dan uji konsentrasi besi. Pada penelitian utama dilakukan proses penyaringan air hasil koagulasi dengan menggunakan kitosan serbuk sebagai filter. Air yang digunakan dalam penelitian utama adalah hasil terbaik dari penelitian pendahuluan. Filter yang digunakan berupa kolom yang berisi kitosan : 0 g, 5 g, 10 g, dan 15 g dengan panjang kolom masing-masing 15 cm (filter kitosan 5 g), 30 cm (filter kitosan 10 g) dan 35 cm (filter kitosan 15 g) dengan diameter 1,7 cm, uji pH, uji bakteri koliform, uji kekeruhan, uji TSS (*Total Suspended Solid*), uji konsentrasi besi serta penghitungan nilai TPC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

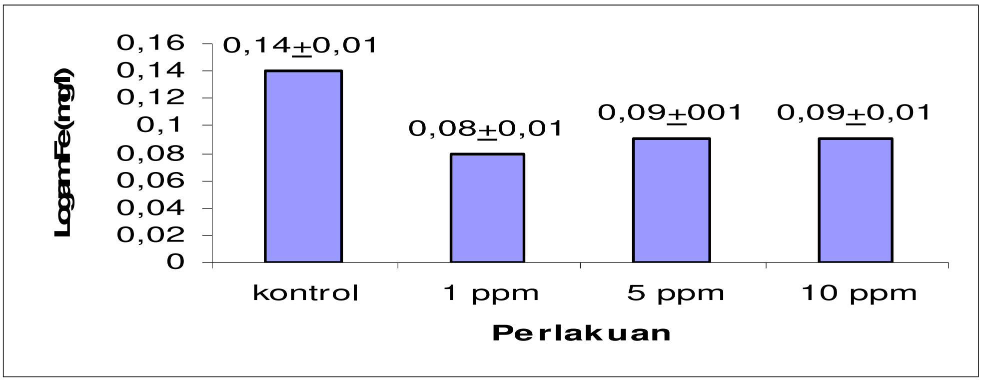
Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan ini dicoba konsentrasi larutan kitosan 0, 1, 5, dan 10 ppm. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk melihat jumlah bakteri di dalam air setelah proses penjernihan dengan koagulasi. Jumlah bakteri di dalam air sumur disajikan pada Gambar 1. Perlakuan kitosan 1 ppm menunjukkan hasil terbaik bila dibandingkan dengan air sumur tanpa perlakuan, jumlah bakteri pada air sumur dengan perlakuan larutan kitosan 1 ppm menunjukkan penurunan yang signifikan dengan nilai log bakteri sebesar 3,75 ($5,6 \times 10^3$ cfu/ml). Proses penghambatan bakteri oleh kitosan ini disebabkan karena perbedaan keelektronegatifan permukaan bakteri (Tsai dan Su 1999 diacu dalam Suptijah 2006).



Gambar 1. Log jumlah bakteri air sumur dengan perlakuan konsentrasi larutan kitosan .

Hasil pengujian konsentrasi besi di dalam air sumur disajikan pada Gambar 2. Perlakuan kitosan 1 ppm menunjukkan penurunan konsentrasi besi terbesar di dalam air sumur dengan nilai 0,08 mg/l. Akan tetapi konsentrasi besi pada air sumur dengan perlakuan larutan kitosan 5 ppm dan 10 ppm lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kitosan 1 ppm masing-masing sebesar 0,09 mg/l. Hal ini diduga karena grup amin dan karboksil yang terdapat pada kitosan 5 ppm dan 10 ppm terlalu rapat dan sudah mengikat komponen lain sehingga menutupi sebagian permukaan kitosan yang mengakibatkan pengikatan molekul besi relatif lebih sedikit maka konsentrasi besi yang dapat diikat lebih kecil bila dibandingkan dengan konsentrasi kitosan 1 ppm (kosentrasi optimum).



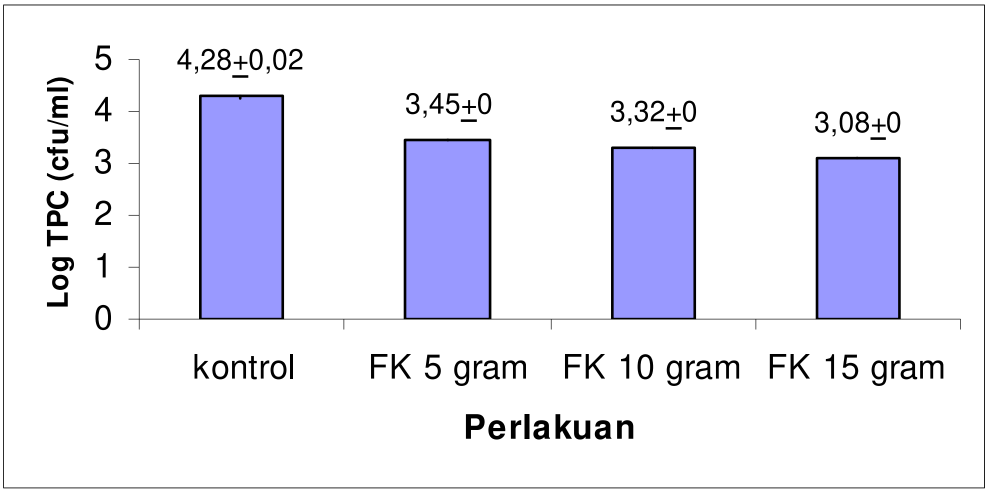
Gambar 2. Konsentrasi besi air sumur dengan perlakuan konsentrasi larutan kitosan berbeda.

Penelitian Utama

Penelitian utama ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kitosan sebagai filter air untuk menurunkan jumlah bakteri koliform dan konsentrasi besi sebagai upaya dalam proses pemurnian air. Pada penelitian utama ini digunakan filter kitosan (sebagai kolom) : 0 gram (A0), 5 gram (A1), 10 gram (A2), dan 15 gram (A3). Air sumur yang sudah diendapkan dengan konsentrasi kitosan terbaik yaitu 1 ppm, kemudian disaring dengan filter kitosan dan hasil penyaringan (filtrat) tersebut dianalisis, yang meliputi kekeruhan, TSS, pH, bakteri koliform, dan konsentrasi besi serta penghitungan TPC.

Nilai TPC

Jumlah bakteri air sumur pada perlakuan filter kitosan 0 gram (kontrol) sebesar 1,9 x 10^4 cfu/ml. Jumlah bakteri yang terdapat pada air tersebut semakin menurun seiring dengan peningkatan jumlah kitosan yang digunakan sebagai filter. Penurunan jumlah bakteri terbesar pada perlakuan A3 yaitu filter kitosan 15 gram dengan jumlah bakteri sebesar 1,2 x 10^3 cfu/ml.



Gambar 3. Log jumlah bakteri air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda.

Hasil pengujian jumlah log bakteri pada air dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Gambar 3. Penurunan jumlah bakteri ini disebabkan karena terjadi proses pengikatan sel bakteri pada dindingnya oleh kitosan. Kitosan tersebut memiliki grup NH_2 yang merupakan sisi reaktif yang dapat berikatan dengan protein dinding sel bakteri. Terjadinya proses pengikatan ini disebabkan oleh perbedaan keelektronegatifan antara kitosan dengan permukaan sel bakteri (Tsai dan Su 1999 diacu dalam Suptijah 2006).

Nilai Konsentrasi Besi

Nilai konsentrasi besi di dalam air sumur tanpa perlakuan (kontrol) mencapai 0,14 mg/l. Sedangkan nilai konsentrasi besi pada air dengan perlakuan filter kitosan mencapai < 0,016 mg/l. Kecilnya kandungan besi dalam air hasil filtrasi menunjukkan bahwa kitosan mampu untuk mengikat komponen besi yang tersisa setelah koagulasi, yang masih berada di dalam air sumur. Hasil pengujian konsentrasi besi terhadap air sumur dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai konsentrasi besi dalam air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda

Perlakuan	Konsentrasi Besi (mg/l)
Kontrol	0,14
FK. 5 g	< 0,016
FK. 10 g	< 0,016
FK. 15 g	< 0,016

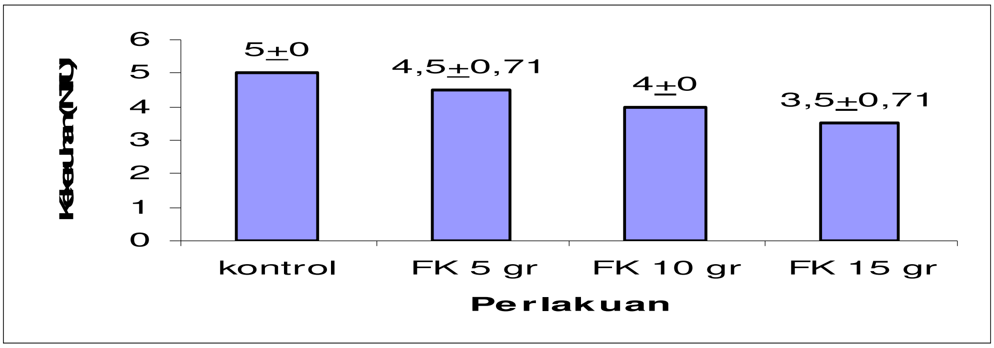
Selain berfungsi sebagai flokulan dan koagulan, kitosan juga dapat berfungsi sebagai absorben atau penyerap berbagai molekul yang mempunyai ukuran dan muatan yang cocok dengan pori-porinya (Mohan 2006), terbukti dapat mereduksi logam logam yang dalam penelitian ini hampir mencapai 90%. (dari 0,14mg/l menjadi 0,016 mg/l).

Disamping sebagai bahan flokulan dan koagulan, kitosan juga dapat berfungsi sebagai pengkelat logam-logam berat yang beracun seperti Fe, Cu, Cd, Ag, Pb, Cr, Ni, Mn, Co, Zn, dan bahan-bahan radioaktif seperti uranium (Sandford *et al.* 1989).

Nilai Kekeruhan

Nilai kekeruhan air sumur mengalami penurunan. Air sumur tanpa perlakuan (kontrol) yang digunakan memiliki nilai kekeruhan sebesar 5 NTU. Air sumur yang memiliki nilai kekeruhan terkecil adalah perlakuan yang menggunakan filter kitosan 15 gram dengan nilai sebesar 3,5 NTU. Nilai kekeruhan air semakin menurun seiring dengan peningkatan jumlah kitosan yang digunakan sebagai filter.

Hasil pengujian nilai kekeruhan terhadap air sumur dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Gambar 4. Penurunan nilai kekeruhan di dalam air sumur diduga karena kitosan yang digunakan sebagai filter mampu mengikat pengotor yang terdapat pada air sumur. Mekanisme pengikatan kotoran oleh kitosan adalah dengan cara adsorpsi dan jembatan antar partikel. Bila molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid, maka beberapa gugusnya akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada dalam larutan (Benefield *et al.* 1982 diacu dalam Masduki 1996).

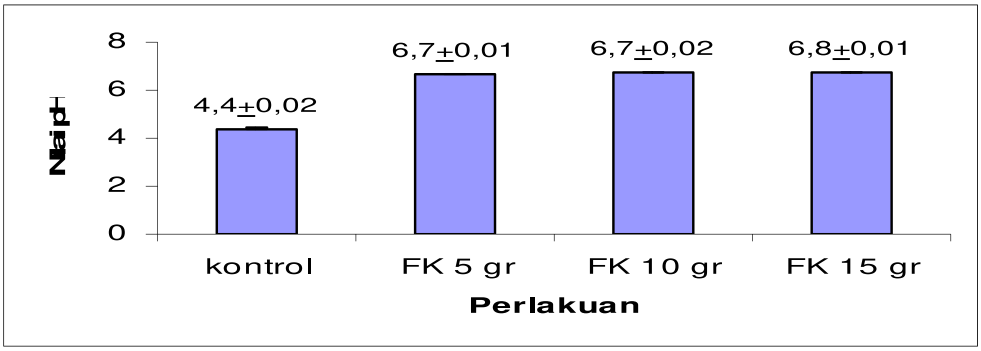


Gambar 4. Nilai kekeruhan air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda.

Nilai pH

Nilai pH untuk air sumur tanpa perlakuan (kontrol) melalui filter kitosan memiliki nilai pH yang terendah yaitu 4,4 dimana nilai tersebut tergolong kedalam asam. Rendahnya nilai pH kontrol air sumur tanpa perlakuan tersebut diduga disebabkan oleh banyaknya ion H^+ yang terdapat di dalam air sumur sehingga menyebabkan pH air asam.

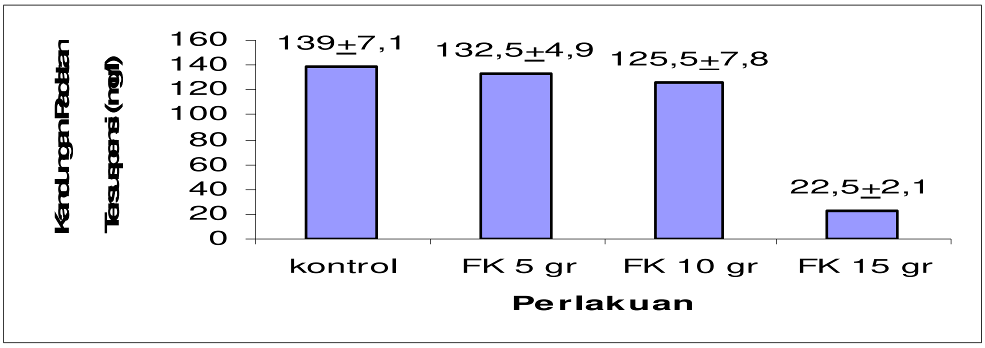
Hasil pengukuran pH air sumur dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Gambar 5. Nilai pH tertinggi terdapat pada air sumur dengan perlakuan filter kitosan 15 gram yaitu sebesar 6,8. Nilai pH air sumur cenderung meningkat seiring dengan banyaknya jumlah kitosan yang digunakan sebagai filter. Hal ini diduga bahwa kitosan mampu untuk mengikat ion-ion H^+ yang terdapat di dalam air. Kitosan memiliki gugus amin/ NH yang reaktif dan gugus hidroksil yang banyak serta kemampuannya membentuk gel maka kitosan dapat berperan sebagai komponen reaktif, pengkelat, pengikat, pengabsorbsi, penstabil, penjernih, flokulan, dan koagulan (Shahidi 1999 diacu dalam Suptijah 2006).



Gambar 5. Nilai pH air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda.

Nilai TSS *(Total Suspended Solids)*

Nilai TSS air sumur tanpa perlakuan (kontrol) menunjukan angka sebesar 139 mg/l. Sedangkan nilai TSS untuk setiap perlakuan filter kitosan lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai TSS kontrol dengan kisaran 22,5 – 132,5 mg/l. Tingginya nilai TSS pada kontrol menunjukan banyaknya padatan tersuspensi di dalam air sumur. Perlakuan dengan menggunakan filter kitosan menghasilkan nilai TSS lebih kecil. Nilai TSS air sumur terendah terdapat pada perlakuan filter kitosan 15 gram dengan nilai sebesar 22,5 mg/l. Hasil pengujian TSS terhadap air sumur dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Gambar 6.



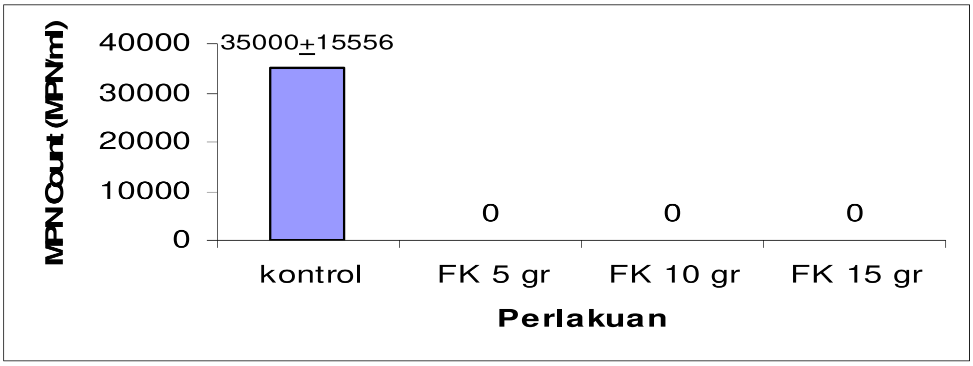
Gambar 6. Nilai TSS air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda.

Penurunan jumlah padatan terlarut ini diduga karena kitosan yang digunakan sebagai filter mampu untuk mengikat padatan tersuspensi yang terdapat didalam air. Mekanisme pengikatan kotoran oleh kitosan adalah dengan cara adsorpsi dan jembatan antar partikel. Bila molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid, maka beberapa gugusnya akan teradsopsi pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada dalam larutan (Benefield *et al.* 1982 diacu dalam Masduki 1996).

Nilai Total Bakteri Koliform

Nilai koliform air sumur tanpa perlakuan filter kitosan memiliki nilai total koliform yang sangat besar yaitu 3,5 x 10^4 MPN/ml. Sedangkan untuk air yang diberi perlakuan filter kitosan memiliki nilai total bakteri koliform nol. Hal ini diduga bahwa perlakuan dengan penggunaan filter kitosan mampu untuk menyerap bakteri koliform yang terdapat di dalam air dan kitosan juga memiliki sifat sebagai absorben sehingga mampu mengikat sejumlah besar bakteri.

Hasil pengujian total bakteri koliform terhadap air sumur dengan perlakuan filter kitosan disajikan pada Gambar 7. Kitosan memiliki grup NH_2 yang merupakan sisi reaktif yang dapat berikatan dengan dinding sel bakteri. Terjadinya proses pengikatan ini disebabkan oleh perbedaan keelektronegatifan antara kitosan dengan permukaan sel bakteri (Tsai dan Su 1999 diacu dalam Suptijah 2006).



Gambar 7. Nilai total bakteri koliform air sumur dengan perlakuan filter kitosan yang berbeda.

KESIMPULAN

Larutan kitosan 1 ppm merupakan perlakuan optimum yang dapat untuk menurunkan jumlah bakteri dan konsentrasi besi air sumur. Air sumur yang dijernihkan dengan penambahan larutan kitosan 1 ppm mempunyai nilai TPC sebesar 5,6 x 10^3 cfu/ml dan nilai konsentrasi besi sebesar 0,08 mg/l.

Kemampuan kitosan sebagai filter dalam upaya pemurnian air sangat efektif. Hal ini terlihat dari beberapa parameter kualitas air minum seperti besi terlarut, kekeruhan, pH, dan bakteri koliform yang memenuhi kriteria sebagai air minum. Tetapi untuk parameter kimia TSS tidak memenuhi kriteria sebagai air minum karena nilainya masih tinggi yaitu 22,5 mg/l.

Filter kitosan yang efektif untuk menghasilkan air minum yang sesuai dengan persyaratan Menteri Kesehatan tahun 2002 adalah sebesar 15 gram. Akan tetapi kandungan TSS dalam air sumur dengan perlakuan filter kitosan ternyata masih cukup tinggi (22,5 mg/l), belum memenuhi standar air minum yang dipersyaratkan yaitu sebesar 0 mg/l.

Kemampuan filter kitosan dalam menurunkan jumlah bakteri koliform dan konsentrasi besi di dalam air sangat baik. Hal ini terlihat dari nilai total bakteri koliform yang bernilai nol dan nilai konsentrasi besi < 0,016 mg/l.

SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini, antara lain perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari metode yang mampu menurunkan nilai TSS sehingga dihasilkan air yang memenuhi standar air minum, perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan efektivitas penggunaan filter kitosan dengan filter air yang sudah ada. Disamping itu perlu juga dilakukan analisis parameter kualitas air minum lainnya, misalnya air raksa, timbal, BOD, COD, klorin bebas, oksigen terlarut, mangan, arsen, belerang serta fecal coli. Selain itu disarankan agar digunakan kran pada alat penyaringan untuk mengatur kecepatan aliran air agar hasil filtrasi menjadi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2006. *Perkembangan Ekspor Hasil Perikanan*. www.BPS.co.id [20 November 2007].

Chen C. Zhang X. He W. Lu W. Han H. 2007. Comparison of Seven kinds of Drinking Water Treatment Processes to Enhance Organic Material Removal: A Pilot Test. Journal Science of the Total Environment. 382(1): 93-102.

Dvorak. BI and Skipton SO, 2008. Drinking Water Treatment: Reverse Osmosis. Neb Guide G1490, University of Nebraska

Knorr D. 1982. Function Properties of Chitin and Chitosan. *J. Food Scie*. 47(2): 593-595.