

KOMPOSIT TAWAS ARANG AKTIF ZEOLIT UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS AIR

Saryati, Sutisna, Sumarjo, Wildan ZL, Wahyudianingsih dan Siti Suprapti

*Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) - BATAN
Kawasan Puspipstek, Serpong, Tangerang 15314*

ABSTRAK

KOMPOSIT TAWAS ARANG AKTIF ZEOLIT UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS AIR. Telah dipelajari kemampuan komposit tawas, arang aktif dan zeolit untuk memperbaiki kualitas air. Penelitian ini mencari komposisi optimum komposit, sebagai langkah awal penyediaan teknologi sederhana dalam penyediaan air minum secara satu dengan volume kecil, yang merupakan gabungan dari beberapa prosedur, seperti koagulasi, flokulasi, pengendapan, penukaran ion dan penyerapan, yang terjadi dalam satu proses. Digunakan air sungai Cisadane sebagai sampel. Perbaikan kualitas air dilihat dari penurunan kekeruhan, bilangan permanganat, kandungan ion Cu, Cd, Pb dan Al dalam air setelah diproses. Diperoleh kesimpulan bahwa komposit tawas, arang aktif dan zeolit mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan air lebih besar dari pada komponen-komponennya. Penambahan kanji dalam komposit mempercepat proses penjernihan air. Komposit ini menurunkan kekeruhan, bilangan permanganat, dan jumlah bakteri coli dalam air. Komposisi komposit optimum adalah 1000 mg arang aktif, 1000 mg zeolit, 60 mg tawas, 40 mg natrium bikarbonat dan 50 mg kanji dengan ukuran butiran lebih kecil dari 80 mesh.

Kata kunci : Tawas, arang aktif, zeolit, kualitas air

ABSTRACT

ACTIVED CHARCOAL-ALUM-ZEOLITE IMPROVE THE WATER QUALITY. The composite of charcoal-tawas-zeolite has been studied to improve a drinking water quality. This study was doing to find the optimum composition in preparation of a simple technology of bath and small volume drinking water treatment. This treatment consist of coagulation, flocculation, precipitation, ion exchange and adsorption. The improvement of water quality has been observed from a turbidity, permanganate number and a quantity of Cu, Cd, Pb, Al ions and coli bacteria containing in the water after processing. It has been concluded that the composite materials has an ability to decrease the turbidity more than its components. The starch addition in the composite can be accelerate water clarity process. By this composite the turbidity, the permanganate number and the coli bacteria in the water can be decreased significantly. The optimum composite composition is 1000 mg activated charcoal, 1000 mg zeolite, 60 mg tawas, 40 mg natrium bicarbonate and 50 mg starch with grains size less than 80 mesh

Key words : Alum, activated charcoal, zeolite, water quality

PENDAHULUAN

Telah diketahui bersama bahwa air minum merupakan kebutuhan pokok manusia. Lokasi dimana manusia atau masyarakat bertempat tinggal akan menentukan cara masyarakat tersebut mendapatkan air minum. Pada umumnya masyarakat yang tinggal di daerah terpencil, yang tidak mendapatkan pelayanan air minum dari PAM, mengambil air disekitarnya untuk memenuhi kebutuhannya akan air minum. Sumber air tersebut bisa berupa sungai, sumur, atau air hujan.

Tidak semua air layak untuk diminum, karena berbau, berwarna, rasa tidak enak atau mengandung beberapa senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Bahkan air sungai (pada musim hujan) atau air di daerah banjir sangat keruh. Untuk dapat diminum air tersebut terlebih dahulu harus dijernihkan dan disucikan.

Pada umumnya pengolahan air minum dilakukan secara bertahap yang dimulai dari koagulasi, pengendapan, penyaringan dan penyerapan [1-9].

Koagulasi adalah tahap awal penjernihan air, yaitu proses pemisahan padatan yang tak terendapkan, baik yang tersuspensi maupun teremulsi dalam air. Padatan ini yang menyebabkan air berwarna atau keruh, yang secara alamiah penjernihan air ini berlangsung lama. Koagulasi ini dapat menghilangkan bahan organik, anorganik, warna, bakteri, ganggang dan plankton dalam air [1,2]. Koagulasi biasanya dilakukan secara kimia dengan menambahkan garam aluminium sulfat (tawas / alum) ke dalam air.

Arang aktif, telah banyak digunakan dalam penyediaan air minum, baik sebagai penyaring (*strainer*)

maupun sebagai absorben. Dilaporkan arang aktif dapat menghilangkan bau, rasa tidak enak dan warna yang kebanyakan disebabkan oleh adanya bahan organik dan sisa organisme serta dapat menghilangkan bakteri dan virus. Beberapa pustaka melaporkan bahwa arang aktif tidak dapat menghilangkan semua ion logam bebas dalam air [3-9]. Namun dari hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan terlihat bahwa arang mempunyai kemampuan absorpsi yang cukup besar terhadap ion ion Al, Cr, As, Se, Ag, Pb, Cu, Mn dan Fe terutama pada pH 7 [10].

Zeolit telah banyak digunakan untuk pemurnian air, baik sebagai absorben maupun penukar ion. Dilaporkan zeolit dapat menyerap secara efektif senyawa senyawa dalam air, seperti amonia, amina, beberapa senyawa organik termasuk pestisida dan senyawa kimia toksid seperti Se, Sr, Pb, Cd, Ag dan logam-logam berat [5, 11,12].

Dalam penelitian ini dipelajari kemampuan komposit tawas- arang aktif- zeolit memperbaiki kualitas air, yang ditandai dengan penurunan kekeruhan, bilangan permanganat, kandungan bakteri coli dan kandungan ion-ion yang berbahaya dalam dalam rangka penyediaan air minum, serta mencari komposisi optimum komposit tersebut. Penelitian ini merupakan langkah awal dalam penyediaan teknologi/metode sederhana penyediaan air minum secara *catu* dengan volume air yang relatif kecil, sederhana dan mudah dibawa, dari bahan alam lokal. Teknologi ini merupakan kombinasi beberapa prosedur pemurnian air (koagulasi, flokulasi pengendapan, penukaran ion, penyerapan, penyaringan) digabung menjadi satu proses dalam rangka mengubah air kotor menjadi air bersih yang layak dikonsumsi.

METODE PERCOBAAN

BAHAN : arang aktif, zeolit, tawas, natrium bikarbonat, kanji, karboksi metil selulosa, air sungai. Semua bahan diperoleh dari pasar lokal. kecuali natrium bikarbonat dari *Merck*.

ALAT : Alat alat gelas, *furnace*, timbangan analitik, pengaduk magnet, pH meter, perangkat alat polarografi dari EG&G model 384-B, turbidimetri dari *La Motte* model 2008.

TATA KERJA

Arang aktif, zeolit ,tawas digerus dan diayak supaya ukuran butirnya sama. Arang aktif dan zeolit dicuci dengan air demineralisasi, berulang-ulang sampai air cucuannya jernih, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 150 °C selama sehari. Kemudian dibuat komposit, campuran tawas-arang aktif-zeolit-natrium bikarbonat dengan variasi komposisi. Digunakan arang aktif 500mg – 1000 mg, zeolit 500 mg – 1000 mg, tawas 20 mg – 100 mg dan natrium bikarbonat 20 mg – 100 mg.

Kedalam 500 mL air sungai di tambahkan komposit, diaduk dengan pengaduk magnet selama waktu tertentu kemudian didiamkan sampai jernih dan dipisahkan. Selanjutnya diukur pH, bilangan permanganat, kekeruhan, kandungan ion Cu, Cd, Pb dan Al dan bakteri *coli* dalam air jernih yang diperoleh.

- Kekeruhan air diukur dengan turbidimeter.
- Bakteri *coli* dalam air dievaluasi dengan *dip slide*, berdasarkan bercak pertumbuhan bakteri di permukaannya [18]. Sedikit air yang diamati dituangkan secara merata di permukaan *dip slide*, kemudian diinkubasi pada suhu 25° C – 30 ° C selama 2 hari. Kemudian bercak yang timbul dibandingkan dengan gambar yang telah tersedia.
- Penentuan ion Cu, Cd dan Pb dalam air dilakukan dengan teknik anodik *stripping* voltametri dalam media asam nitrat. Potensial deposisi -0,7 Volt/Ag-AgCl/KCl, lama deposisi 180 detik. Perhitungan konsentrasi dilakukan dengan standar.
- Penentuan ion Al dilakukan dengan teknik voltametri adsorpsi dengan pengomplek *solochromviolet* RS. Perhitungan konsentrasi dilakukan dengan standar.
- Penentuan bilangan permanganat dilakukan dengan titrasi [15]. Ke dalam 25 mL sampel ditambahkan 25 mL H₂SO₄ 4 N, dipanaskan sampai mendidih, kemudian ditambahkan larutan KMnO₄ 0,01 N dan dipanaskan lagi selama 10 menit, lalu ditambahkan 2,5 mL asam oksalat 0,01 N. Kelebihan oksalat dititrasi dengan larutan KMnO₄ sampai warna ungu hilang. Perhitungan :

Bilangan permanganat (ppm) = 1000 / mL sampel yang digunakan x [A -2,5] x N x 316

A = Volume larutan KMnO₄ yang digunakan

N = Normalitas larutan KMnO₄

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekeruhan adalah salah satu parameter air minum yang paling cepat dapat terdeteksi secara visual. Oleh karena itu kekeruhan ini pertama kali dipelajari dalam penelitian ini.

Air sungai umumnya keruh, apalagi kalau musim hujan. Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya partikel dalam air , baik yang suspensi maupun emulsi dalam berbagai ukuran , yang dapat berupa lumpur, pasir, tanah liat, bakteri/virus, plankton dan sebagainya. Sebagai contoh air sungai Cisadane kondisinya tidak sama dari waktu ke waktu, seperti dalam Tabel 1.

Penjernihan air dengan koagulasi dan flokulasi secara kimia dengan menambahkan garam aluminium sulfat (tawas atau alum). Di dalam air *spesi* aluminium yang bermuatan positif segera bergabung dengan partikel kekeruhan (koloid) yang biasanya bermuatan negatif , sehingga terjadi netralisasi muatan partikel koloid dan dengan demikian mengurangi zeta potensial

Tabel 1. Kondisi air sungai Cisadane.

Tanggal pengambilan	Warna	Bau	PH	Kekeruhan [NTU]	Bilangan Permanganat [ppm]
9-4-2002	Kuning coklat keruh	Tidak berbau	6,95	492,80	95,80
16-4-2002	Kuning coklat	sda	7,61	45,30	53,09
27-5-2002	Kuning	Sda	7,70	25,30	93,54
9-7-2002	Kuning coklat	Sda	7,70	82,60	89,75

sampai suatu harga tertentu dimana menyebabkan koloid-koloid bergabung membentuk partikel yang lebih besar[1,2].

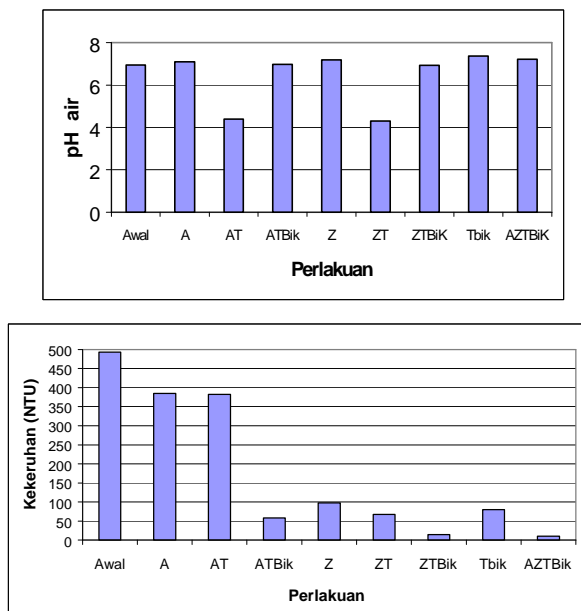
Keberhasilan proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan dan pH larutan. Makin banyak koagulan yang digunakan, daerah pH optimum (yang memberikan kekeruhan dibawah 5 NTU) makin melebar dan untuk konsentrasi tawas 60 mg/L daerah pH optimum adalah daerah 6,0 – 7,25.[1].

Larutan Tawas dalam air bersifat asam. Untuk mencapai pH 6-7,25 harus ditambahkan basa. Untuk itu digunakan natrium bikarbonat . Dengan mengatur perbandingan keduanya di dalam larutan dapat diatur pH larutan seperti yang diinginkan.

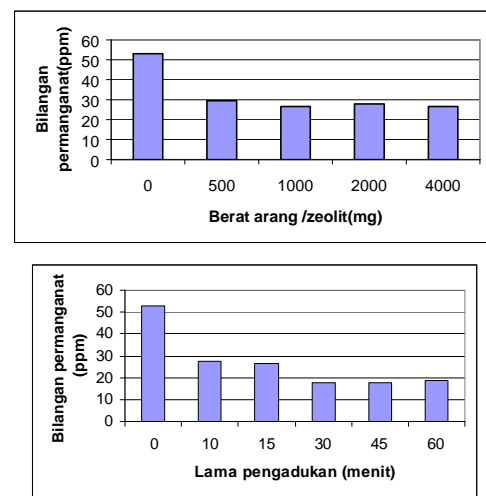
Tawas, adalah bahan alam yang sangat teknis, mudah diperoleh dipasaran, tidak ada spesifikasinya. Untuk keperluan penelitian ini tidak dilakukan analisis terhadap tawas itu sendiri, melainkan langsung. Untuk memperkirakan seberapa besar perbandingan tawas dan bikarbonat yang diperlukan untuk mencapai pH yang

diinginkan dilakukan percobaan pendahuluan. Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa pH larutan tawas/bikarbonat dalam air tergantung pada pH awal air yang digunakan. Untuk air sungai pH 7,7 digunakan perbandingan tawas/bikarbonat 4/3 sampai 1/1, sedangkan untuk air dengan pH 5,1, digunakan perbandingan tawas/bikarbonat 1/1 sampai 2/3.

Kekeruhan dan pH air sungai, 10 menit setelah diaduk dengan komposit (campuran zeolit, arang, tawas dan bikarbonat) selama 10 menit dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat bahwa semua bahan yang digunakan dapat menurunkan kekeruhan. Dalam hal ini kemampuan zeolit lebih besar dari pada arang. Baik zeolit saja, campuran zeolit dengan tawas tanpa bikarbonat dengan pH larutan dibawah 5, apalagi campuran zeolit, tawas dan natrium bikarbonat sehingga pH larutan naik menjadi lebih besar dari 6,5 penurunan kekeruhan air sungai sangat besar. Kekeruhan paling rendah dicapai pada penggunaan campuran arang aktif, zeolit, tawas dan natrium bikarbonat, dari 492,8 NTU menjadi 10,6 NTU dengan pH 7,2. Harga kekeruhan maksimum yang diizinkan dalam air minum, adalah 5 NTU [13]. Dari sini dapat disimpulkan bahwa komposit tawas arang aktif zeolit mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan lebih besar dari komponennya sendiri.



Gambar 1. Perubahan pH dan kekeruhan air sungai setelah perlakuan pengadukan selama 10 menit dan penenangan selama 10 menit Awal = air sungai sebelum perlakuan dengan A, Z,AT, ZT dan bik. A = 500 mg arang. Z = 500 mg zeolit. T = 80 mg Tawas. Bik =80 mg Bikarbonat



Gambar 2. Pengaruh berat arang/zeolit dalam komposit dan waktu pengadukan komposit (1000 mg arang, 1000 mg zeolit, 80 mg tawas, 80 mg bikarbonat) pada bilangan permanganat air sungai.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi tawas dan bikarbonat dalam komposit pada kekeruhan, bilangan permanganat dan konsentrasi Al dalam air sungai.

Tawas /bikarbonat (mg/500 ml)	pH	Kekeruhan [NTU]	Bil. Permanganat [ppm]	Kons. Al ³⁺ [ppb]
Awal	7,70	25,3	93,54	364,0±8,21
40/30	7,54	4,50	50,52	184,78±8,28
60/40	7,17	2,86	45,62	60,99±1,60
80/50	7,19	2,83	53,20	71,59±4,33
100/60	6,95	2,95	50,67	56,45±3,68

Angka permanganat menyatakan banyaknya permanganat yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam sampel air. Zat organik dalam air berasal dari pembusukan tumbuh-tumbuhan dan mikroorganisme dalam air atau pembuangan limbah industri atau rumah tangga. Zat organik ini yang biasanya menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak dari air. Angka permanganat maksimum yang diperbolehkan dalam air minum adalah 10 ppm [13]

Dari Gambar 2. terlihat bahwa angka permanganat air sungai turun menjadi separuhnya setelah diperlakukan dengan komposit tawas-arang-zeolit dengan berat arang dan zeolit masing-masing 500 mg. Penambahan jumlah arang dan zeolit diatas 1000 mg tidak menurunkan angka permanganat yang berarti. Penambahan waktu pengadukan dari 15 menit menjadi 30 menit dapat menurunkan angka permanganat yang cukup besar, tetapi dalam penambahan waktu pengadukan sampai 60 menit tidak ada lagi penurunan angka permanganat. Mengingat tujuan penelitian ini adalah pengadaan bahan /teknologi yang sederhana untuk penyediaan air minum secara *catu* dengan volume yang relatif kecil, yang dapat digunakan dalam keadaan darurat, misalnya dalam keadaan banjir, maka pengadukan selama 30 menit dirasa terlalu lama. Untuk penelitian selanjutnya digunakan komposit 1000 mg arang aktif, 1000 mg zeolit dan tawas dengan waktu pengadukan 15 menit.

Penggunaan tawas (aluminium sulfat) dalam penyediaan air ini, memungkinkan terjadinya penambahan konsentrasi Al didalam larutan, sedangkan konsentrasi Al dalam air minum yang diijinkan maksimum 200 ppb[13]. Diharapkan kelebihan ion Al dan ion lain yang tidak terkoagulasi dan terendapkan akan terserap oleh arang aktif dan zeolit yang ada, sehingga tidak ada ion-ion yang melebihi batas maksimum yang diijinkan. Harapan tersebut timbul karena pada penelitian pendahuluan ditunjukkan bahwa arang aktif maupun zeolit mempunyai kemampuan menyerap beberapa ion dengan baik, daya serap terhadap ion Al dan Cr mendekati 100 % [10,12]. Dalam Tabel 2. terlihat bahwa pemakaian tawas sampai 100 mg per 500 mL air tidak menyebabkan kandungan Al naik sampai melebihi batas maksimum yang diijinkan. Dalam Tabel tersebut juga ditunjukkan bahwa pH air, kekeruhan terjaga dalam batas yang diijinkan, sedangkan bilangan permanganat walaupun harganya turun tapi belum sampai pada batas yang diijinkan. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan tawas/bikarbonat optimum adalah 60 mg/40 mg dengan bilangan permanganat paling rendah.

Proses penjernihan air dapat dipercepat dengan adanya senyawa polimer polielektrolit, seperti polisakarida, protein, selulosa [1,2,5]. Senyawa ini umumnya mempunyai berat molekul yang tinggi, yang di dalam air mengalami pengelembungan molekul sehingga luas permukaannya lebih besar dan menaikkan kemampuan menarik dan mengikat partikel-partikel koloid

Tabel 3. Pengaruh penambahan karboksimetil selulose[CMC] dan kanji dalam komposit pada air hasil proses. Digunakan komposit 1000 mg arang, 1000 mg zeolit 60 mg tawas dan 40 mg natrium bikarbonat. Awal = Air sungai yang tidak diproses. Td = tidak terdeteksi.

CMC [mg]	Kekeruhan [NTU]	Cu [ppb]	Cd [ppb]	Pb [ppb]	Bil. Permanganat [ppm]	Kanji [mg]	Kekeruhan [NTU]	Cu [ppb]	Cd [ppb]	Pb [ppb]	Bil. Permanganat [ppm]
Awal	25,30	td	td	td	93,54	Awal	25,3	td	td	td	93,54
0	4,92	td	td	7,3±0,3	55,62	0	4,92	td	td	7,3±0,3	45,62
5	3,29	td	td	-	92,98	25	0,32	td	td	6,2±0,1	45,17
10	13,95	td	td	3,6±0,5	176,96	50	0,30	td	td	6,4±0,1	30,51
15	15,70	td	td	2,9±0,4	271,33	75	0,93	td	td	4,5±0,1	69,52
20	17,85	td	td	3,0±0,6	334,96	100	0,97	td	td	2,2±0,1	59,41

yang kecil dalam larutan sehingga menjadi partikel yang lebih besar [1,2]. Dalam penelitian ini dicoba karboksimetil selulosa (CMC) dan kanji. Karboksi metil sellulose telah sukses digunakan sebagai flokulan sekunder [5]. Kanji, adalah polisakarida ($C_6H_{10}O_5$)_x [17], yang harganya jauh lebih murah dari CMC dicoba dalam penelitian ini dengan harapan dapat menggantikan CMC. Ternyata, menurut Tabel 3, penampilan kanji lebih baik dari CMC. Kekeuhan, bilangan permanganat dan konsentrasi Al dalam air hasil proses dengan kanji lebih kecil dari hasil proses dengan CMC. Dari pengamatan selama percobaan, terlihat bahwa kanji dapat mempercepat penjernihan. Dalam waktu kurang dari setengah jam, larutan yang memakai kanji sudah jernih. Sedangkan larutan yang menggunakan CMC 5 mg setelah dua jam baru jernih dan dengan CMC > 5 mg sampai 24 jam belum jernih. Kenyataan ini tidak sesuai dengan pustaka [5], yang menyatakan bahwa dengan adanya CMC sampai 60 mg dengan pengadukan hanya 4 menit kemudian didiamkan 4 menit air sudah jernih. Hal ini mungkin disebabkan karena CMC yang digunakan dalam penelitian ini bahan teknis, sedangkan yang digunakan dalam pustaka [5] adalah CMC khusus untuk air, buatan AQUALON, 1313N. Dalam Tabel 2 terlihat juga bahwa CMC menaikkan bilangan permanganat, demikian juga dengan kanji. Namun kenaikan bilangan permanganat karena CMC jauh lebih besar dari kanji. Tentang bilangan permanganat ini dalam pustaka [5] tidak disinggung, sehingga tidak dapat dibandingkan.

Berdasarkan harga kekeuhan, bilangan permanganat, pH, konsentrasi Al dalam air hasil proses, dapat disimpulkan bahwa komposisi komposit pengolah air paling optimum adalah 1000 mg arang aktif, 1000 mg zeolit, 60 mg tawas, 40 mg natrium bikarbonat dan 50 mg kanji. Dengan komposit tersebut dihasilkan air dengan kekeuhan, kandungan ion Cu, Cd, Pb dan Al berada dibawah harga maksimum yang diijinkan dalam air minum dan bilangan permanganat (30,51 ppm), masih diatas batas yang diijinkan (10 ppm).

Tabel 4. Pengaruh ukuran butir arang aktif/zeolit pada bilangan permanganat dan kandungan ion Al dalam air hasil proses.

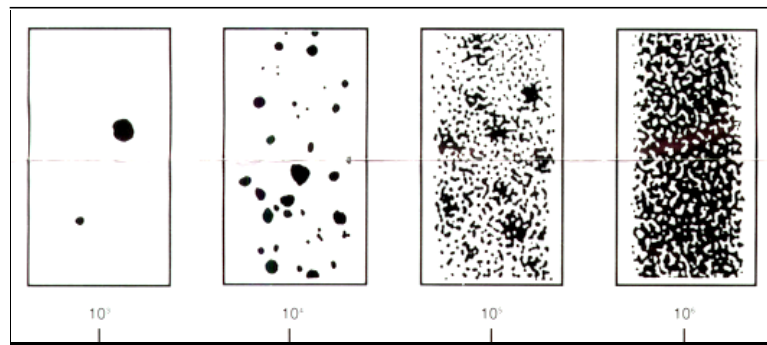
Ukuran butir (mesh)	Bilangan Permanganat (ppm)	Konsentrasi ion Al (ppb)
40 – 60	30,51 ± 4,71	63,73 ± 5,61
40 – 60 (ulangan)	7,58 ± 0	76,20 ± 7,56
60 – 80	10,11 ± 1,78	134,07 ± 3,23
80 – 100	9,30 ± 1,65	68,43 ± 6,79
> 100 (Merck)	3,16 ± 0,96	79,15 ± 3,70

Keterangan : Ulangan = proses pengadukan diulang (dua kali)
 Merck = digunakan arang aktif dari Merck.
 Bilangan permanganat yang diizinkan adalah 10 ppm [13]

Percobaan diatas dilakukan menggunakan arang aktif/zeolit dengan ukuran butir antara 40 mesh sampai 60 mesh. Telah dilakukan penggunaan arang aktif / zeolit dengan variasi ukuran butiran, dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 4 .

Terlihat bahwa bilangan permanganat dengan ukuran butir 40 – 60 mesh menghasilkan bilangan permanganat paling besar. Tetapi apabila proses tersebut diulang, maka bilangan permanganat bisa turun sampai dibawah harga yang diijinkan, 7,58 ppm. Hasil ini senada dengan Tabel 2, yang menunjukkan bahwa makin lama proses pengadukan bilangan permanganat yang diperoleh makin kecil. Disamping itu terlihat bahwa makin kecil ukuran butiran, bilangan permanganat yang dihasilkan juga makin kecil, pada penggunaan butiran 80 – 100 mesh menghasilkan bilangan permanganat dibawah batas maksimum yang diijinkan departemen kesehatan 9,3 ppm. Jadi makin kecil butiran kemampuan absorpsi terhadap senyawa organik juga makin besar, sesuai dengan teori umum yang menyatakan bahwa makin kecil ukuran butiran, makin besar luas permukaan sehingga makin besar daya absorpsinya. Teori ini tidak berlaku untuk ion Al, yang terlihat bahwa konsentrasi ion Al tidak dipengaruhi oleh ukuran butiran arang aktif yang digunakan. Untuk ion Al ini sesuai dengan percobaan pendahuluan yang telah dilakukan, yang memperlihatkan bahwa ukuran butiran bukan merupakan parameter penyerapan ion [10]. Sebagai pembanding telah digunakan arang aktif dari Merck, dengan ukuran butir lebih kecil dari 100 mesh. Ternyata dapat menurunkan bilangan permanganat menjadi sangat kecil 3,16 ppm. Tentu saja kualitas arang aktif Merck jauh lebih baik dari arang aktif dari pasar lokal yang digunakan dalam penelitian ini. Jadi dapat disimpulkan bahwa ukuran butiran yang optimum (80 – 100) mesh atau lebih kecil.

Air sungai kemungkinan besar mengandung mikroorganisme baik yang berbahaya maupun yang tidak berbahaya bagi manusia. Bakteri *coli*, salmonela, *thyphosa* adalah contoh mikroorganisme yang berbahaya [6,7,9]. Air minum harus bebas bakteri [13]. Karena keterbatasan peralatan dalam penelitian ini hanya bakteri coli yang dievaluasi secara semikuantitatif menggunakan *dip slide*. Dengan *dip slide* dapat dilihat dengan cepat adanya bakteri *coli* berdasarkan bercak-bercak pertumbuhan bakteri yang tergambar pada permukaannya. Gambar 4 adalah gambaran bercak-bercak pertumbuhan bakteri *coli* di permukaan *dip slide*, sebagai skala perbandingan dalam pengamatan bakteri. Berdasarkan pembacaan *dip slide* dari beberapa kali ulangan [Tabel 5] terlihat bahwa kandungan bakteri *coli* dalam air sungai sebelum diproses masuk dalam skala 10⁵, sementara dalam air yang telah diproses bakterinya tinggal 10³ dan ada yang sudah bersih. Dapat disimpulkan bahwa proses yang telah dilakukan menurunkan kandungan bakteri *coli*.



Gambar 4. Skala perbandingan Pertumbuhan bakteri pada deep slide [16]

Dapat disimpulkan bahwa proses yang telah dilakukan menurunkan kandungan bakteri coli dan penurunan ini tidak tergantung pada ukuran butiran arang aktif/zeolit yang digunakan. Pengurangan jumlah bakteri ini dapat terjadi karena teradsorpsi oleh arang aktif yang digunakan dan atau terkoagulasi, sesuai dengan pustaka yang menyatakan bahwa pori-pori karbon aktif mampu mengambil bakteri dari air [7,8,9] dan dalam proses koagulasi dan flokulasi bakteri / virus akan terjebak masuk dalam umpalan (*floc*) ikut mengendap [1,2-5]

Menurut pustaka [13], kandungan ion Cu, Cd dan Pb maksimum yang diperbolehkan dalam air minum adalah 1000 ppb, 5 ppb dan 50 ppb. Dari Tabel 3 terlihat bahwa kandungan Cu, Cd dan Pb dalam air baik yang sudah diproses maupun yang belum diproses jauh dibawah batas yang diijinkan.

KESIMPULAN

1. Komposit tawas, arang aktif dan zeolit mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan air lebih besar dari pada komponennya.
2. Penggunaan kanji sampai 100 mg mempercepat penjernihan air.

3. Komposit ini dapat menurunkan kekeruhan, bilangan permanganat, dan jumlah bakteri coli dalam 500 mL air sungai.
4. Komposisi komposit optimum adalah 1000 mg arang aktif, 1000 mg zeolit, 60 mg tawas, 40 mg natrium bikarbonat dan 50 mg kanji dengan ukuran butiran (80 – 100 mesh) atau lebih kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan rasa terima kasih yang sedalam dalamnya kepada Dr. Wuryanto APU, karena hanya dengan dorongan dan bantuan beliau, penelitian ini berlangsung.

DAFTAR ACUAN

- [1]. KEMMER F.N, *The Nalco Water Handbook*, Mc Grow Hill-Book Company (1979)
- [2]. PONTIUS F.W, *Water Quality and Treatment*, Mc Grow Hill-Book Inc, 4thEd. (1990)
- [3]. SAWYER Jr, EDGARW, *Water Purification*, US Patent No. 4.166.828, September (1998).
- [4]. KINIGHT, *Charcoal Water Filter/Strainer*, US Patent No.4.798.672, Januari 1989.

Tabel 5. Data pengamatan bakteri coli dalam air sebelum dan sesudah proses dengan komposit dengan variasi ukuran butir

No. proses	B. Coli	No. proses	B.Coli	No. proses	B.Coli	No. proses	B.Coli	No. proses	B.Coli
Awal	10 ⁵	6	10 ³	12*	10 ³	18**	0	24***	0
1	10 ³	7	10 ³	13*	10 ³	19***	10 ⁴	25M	0
2	10 ³	8	0	14**	10 ³	20***	0	26M	0
3	0	9*	0	15**	0	21***	10 ³	27M	10 ³
4	0	10*	0	16**	0	22***	0	28M	0
5	0	11*	0	17**	0	23 ***	10 ³	29M	10 ³

Keterangan : Awal = air sebelum diproses
 M = arang aktif Merck

* = dua kali proses
 ** = ukuran (60 – 80) mesh
 *** = ukuran (80 – 100) mesh

- [5]. LAMENSDORF, Water Purification, US Patent No. 5.681.475 Oktober (1997)
- [6]. DUANE JOHNSON ISSUE, Water Filtration Drinking Water Contamination, *The Family Handyman Magazine*, Desember (1998).
- [7]. A NO NAME, *Home Water Treatment Using Activated Carbon*, Michigan State University Extension Water Quality Bulletin- WQ 239201 (1997).
- [8]. J. GALANTE, *Basic Survival Rain Water Filter System*, [http://www.baproduct.com./rain water.html](http://www.baproduct.com./rain%20water.html) (1999).
- [9]. A NO NAME, *Drinking Water Regulation*, Water Filter Consumer Guide, Pure Water Network Webmaster, <http://www.pwn.com/guid>
- [10]. SARYATI, SUMARDJO, SUTISNA, ARI HANDAYANI dan SITI SUPRAPTI, Karakterisasi Arang Pasaran untuk Pemurnian Air, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **3** (1) (2001) 20-26
- [11]. ZAHRADNIK, RUDOLFF, BARBER, BRUCE, *Water Treatment Composition*, US Patent No 5.719.100 February (1998).
- [12]. SITI WARDIYATI, Pemanfaatan Zeolit Alam untuk Pemurnian Air Minum, *Laporan Penelitian* (2000).
- [13]. WISNU A.R., *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi offset (1995).
- [14]. JOE WILDMAN and FRANK DERBYSHIRE, Origen and Functions of Macroporosity in Activated Carbons from Coal and Wood Precursors, *Fuel*, **70** (1991).
- [15]. DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, Kumpulan SNI. Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air, (1990)
- [16]. SARYATI, Penentuan Cu, Cd, Pb, Cr, Zn, Fe dan Al Dalam Air dengan Metoda Voltametri, *Jasa KIAI* (1996).
- [17]. DOUGLAS M CONSIDINE, *Chemical and Process Technology Encyclopedia*, Mc Graw Hill Book Comp (1974)
- [18]. OXOID, *Dip Slide for Industrial Use*, Oxoid limited, Wade Road, England.