

KARAKTERISASI ARANG PASARAN UNTUK PEMURNIAN AIR

Saryati, Sumardjo, Sutisna, Ari Handayani dan Siti Suprapti

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

ABSTRAK

KARAKTERISASI ARANG PASARAN UNTUK PEMURNIAN AIR. Dalam rangka pembuatan bahan pemurnian air minum dari komposit arang – zeolit, telah dipelajari karakterisasi arang berdasarkan profil porositas arang dan daya serap arang. Untuk keperluan ini telah digunakan tiga macam arang yang ada di pasaran, yaitu arang dari tempurung kelapa, arang dari kayu dan arang aktif. Profil porositas arang dipelajari dengan mikroskop elektron SEM-EDX dan untuk daya serap arang dipelajari dengan sampel air simulasi yang mengandung beberapa ion metal dengan konsentrasi sepuluh kali lebih besar dari pada konsentrasi maksimum ion yang diperbolehkan dalam air minum. Dari analisis mikroskopi permukaan butiran diketahui bahwa arang aktif mempunyai pori pori yang lebih banyak dibandingkan dengan arang yang tidak aktif, sementara arang kayu mempunyai pori pori yang lebih teratur dari pada arang tempurung kelapa. Daya serap arang cenderung dipengaruhi oleh pH larutan, tetapi pengaruh tersebut tidak berbanding lurus. Daya serap ketiga arang yang dipelajari hampir sama, untuk ion-ion Al^{3+} , Cr^{3+} , Ag^{1+} , dan Pb^{2+} cukup besar ($> 60\%$), untuk ion-ion Mn^{2+} , Fe^{3+} , Se^{4+} , Cd^{2+} , dan Ba^{2+} berkisar $20\% - 60\%$ dan untuk ion ion Mg^{2+} , Na^{1+} , Ca^{2+} , dan Zn^{2+} kurang dari 20% . Pada umumnya daya serap arang kayu dan arang tempurung kelapa lebih kecil dalam larutan pH 4 dibandingkan dalam larutan pH 5-7.

Kata kunci : Arang, SEM, daya serap

ABSTRACT

COMMERCIAL CHARCOAL CHARACTERISATION FOR WATER PURIFICATION. In order to provide a drinking water purification substance, has been studied the charcoal characterisation that based on a porous profile and an adsorption properties of the charcoal. There were using the commercial charcoal like wood charcoals, coconut shell charcoals and activated charcoals. The porous profile was studied by using an electron microscope SEM-EDX and the adsorption properties was studied by using the water sampel simulation that contains several metal ions. The concentration of all ions was ten times greater than the maximum ions concentration that permissible in the drinking water. From the grain surface microscopic analysis was shown that the pore structure of the wood charcoal was more regular than the coconut shell charcoal. Mean while the activated charcoal has pore more than wood and coconut shell charcoal. Grains size was not an adsorption parameter. The adsorptivitas charcoal was affected by pH solution, but this effect was not linear proportion. There are no significant deferences in the adsorptivitas among the tree charcoals that has been dtudied, for Al^{3+} , Cr^{3+} , Ag^{1+} , and Pb^{2+} ions the adsorption was large enough ($> 60\%$), for Mn^{2+} , Fe^{3+} , Se^{4+} , Cd^{2+} , and Ba^{2+} ions was $20\% - 60\%$ dan for Mg^{2+} , Na^{1+} , Ca^{2+} , and Zn^{2+} ions was less than 20% . Generally the wood and coconut shell charcoal adsorptivity in the pH 4 solutions was lower than in the pH 5-7 solutions.

Key words : Charcoal, SEM, adsorption

PENDAHULUAN

Mengingat air merupakan sumber kehidupan yang sangat vital, maka kualitas air yang dikonsumsi penduduk juga menunjukkan kualitas kesehatan penduduk. Disadari bahwa sampai saat ini, kebutuhan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan belum sepenuhnya terpenuhi. Berbagai usaha untuk meningkatkan kualitas air telah dilakukan, di antaranya dengan menyediakan air minum yang bersih, bebas polutan. Fuerstenan dkk [1] telah mengembangkan metoda pengambilan logam-logam berat menggunakan bahan *collopan*. Ia

menunjukkan bahwa logam-logam seperti antimon, arsenik, kadmium, khromium, merkuri, nikel, mangan, dan zink dapat diambil secara efektif. Sawyer dkk [2] telah mempelajari penggunaan tanah liat (clay dan zeolit) untuk mengabsorpsi zat-zat berbahaya seperti pestisida, logam-logam berat, dan beberapa virus. Bahan pemurnian air yang cukup praktis, berbentuk tablet yang berisi bahan disinfektan dalam arang aktif telah dipatenkan oleh Zahradnik dkk [3]. Knicht [4], telah menggunakan arang sebagai penyaring air.

Arang aktif merupakan senyawa karbon yang saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses absorpsi. Pada umumnya arang aktif (karbon aktif) dibuat melalui dua tahap, yaitu karbonisasi bahan baku (pembentukan arang) yang diikuti dengan proses aktivasi. Tahap karbonisasi menghasilkan karbon yang tidak begitu aktif karena luas permukaannya masih sempit. Reaksi dengan uap atau gas karbon dioksida pada suhu 700 – 900° C membuat porositas bahan tersebut bertambah yang berarti luas permukaannya bertambah pula.

Selama karbonisasi, terjadi proses dekomposisi pirolisis dari bahan awal sehingga banyak elemen non karbon, hidrogen dan oksigen diubah menjadi bentuk gas, dan atom atom karbon bebas mengelompok dalam formasi kristalografis yang dikenal sebagai kristal grafit. Susunan kristal grafit ini tidak beraturan, sehingga celah-celah bebas tetap ada di antaranya, dan rupanya hasil dari penumpukan dan dekomposisi bahan-bahan tar mengotori atau memblok karbon yang tidak terorganisasi (amorf). Produk yang dihasilkan ini biasa disebut sebagai arang, mempunyai kapasitas adsorpsi yang kecil. Bahan karbon yang demikian kemudian dapat diaktifkan secara parsial dengan mengubah produk tar dengan memanaskannya dalam aliran gas inert atau dengan mengekstraksinya dengan pelarut yang sesuai, atau dengan reaksi kimia. Bahan kimia yang banyak digunakan adalah H_3PO_4 , $ZnCl_2$, dan $NaOH$.

Bahan dasar arang yaitu tempurung kelapa dan kayu yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan yang banyak terdapat di masyarakat. Proses karbonisasi untuk mendapatkan arang sangat mudah dilakukan, selain itu arang baik dari kayu maupun tempurung kelapa banyak terdapat di pasar tradisional.

Dalam rangka pembuatan kit air minum dari campuran karbon aktif dan zeolit, yang dapat menyediakan air minum siap pakai dan untuk melihat kemampuan arang menyerap ion ion yang berbahaya yang ada di dalam air, maka dipelajari kelakuan penyerapan arang terhadap ion ion tersebut, sebagai penelitian pendahuluan. Digunakan arang yang ada di pasaran, yaitu arang tempurung kelapa, arang kayu dan arang aktif. Sebagai sampel digunakan air simulasi, dengan kandungan anion-kation sepuluh kali lebih besar dari kandungan maksimum yang diperbolehkan dalam air minum menurut PP no. 416/Menkes/IX/1990. Percobaan penyerapan dilakukan dengan cara *bath* (rendam), dengan waktu kontak 10 menit dan nisbah bobot arang dan volume 600 mg/200 mL air seperti dalam pustaka [3]. Daya serap dihitung berdasarkan perubahan konsentrasi ion dalam larutan setelah dilakukan penyerapan. Penentuan ion dalam larutan dilakukan dengan peralatan *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS). Sebagai perbandingan, ditinjau pula mikrostruktur dan analisis kandungan ion dalam arang dengan *Scanning Electron Microcopy – Energy Dispersion X-ray Spectrometry* (SEM-EDX).

METODA

1. Arang dibeli secara acak di pasar Serpong, dan arang aktif dibeli di toko. Arang yang diperoleh digerus, diayak kemudian dipisah pisahkan menurut ukuran dan jenisnya. Ukuran yang digunakan 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Arang dicuci dengan air demineralisasi sampai cairannya jernih. Arang ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam.
2. Larutan simulasi air disediakan dengan kandungan ion logam 10 kali lebih besar dari kandungan maksimum yang diperbolehkan dalam air minum, berdasarkan Peraturan Pemerintah no.416/Menkes/IX/1990. Larutan yang diperoleh dianalisis dengan ICP-MS dalam 9 kali ulangan.
3. Sejumlah 0,15 gram arang ditimbang dan dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 ml air simulasi lalu dikocok secara serentak selama 10 menit. Setelah itu dilakukan penyaringan. Fraksi airnya di analisis dengan ICP-MS dalam 9 kali ulangan. Daya serap dihitung dari selisih konsentrasi sebelum dan sesudah perlakuan dibagi konsentrasi sebelum perlakuan, dikali 100%.
4. Untuk studi mikrostruktur dibuat foto mikroskopik arang dengan SEM, baik yang belum menyerap ion maupun yang sudah menyerap ion.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Tabel 1 ditunjukkan daya serap arang dalam variasi ukuran butir. Terlihat bahwa tidak ada hubungan yang jelas antara ukuran butir dan daya serap arang. Daya serap arang berubah dengan perubahan ukuran butir, tetapi perubahan tersebut tidak beraturan. Secara teoritis, makin kecil ukuran butir, maka makin besar luas permukaannya, dengan demikian makin besar pula daya serapnya. Tapi dalam hal arang ini, seperti dalam Gambar 1-6, profil pori-pori dalam arang, terlihat bahwa dalam satu butir arang terdapat banyak sekali pori, sehingga luas permukaannya, tidak hanya ditentukan oleh besarnya butiran, tetapi juga ditentukan oleh banyaknya pori-pori yang ada. Dari kenyataan ini dapat disimpulkan bahwa penyebaran pori-pori dalam arang tidak merata, sehingga ukuran butir tidak dapat dipakai sebagai parameter penyerapan.

Hasil analisis mikroskopik arang yang dilakukan dengan SEM, ditunjukkan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6. Struktur arang kayu tampak berbeda dengan struktur arang tempurung kelapa, khususnya dalam bentuk pori-porinya. Profil pori-pori arang kayu terlihat berlapis-lapis secara teratur (Gambar 1), sementara untuk arang tempurung kelapa tidak terlihat adanya lapisan-lapisan. Arang tempurung kelapa mempunyai profil pori-pori yang seragam (Gambar 2). Arang aktif mempunyai pori-pori yang lebih banyak yang memungkinkan meningkatnya kemampuan absorpsi arang tersebut

(Gambar 3 dan 4). Gambar 5 dan 6 menunjukkan profil serat dan pori-pori arang kayu, sebelum dan sesudah digunakan, yang menunjukkan tidak adanya perbedaan cukup berarti untuk dua keadaan tersebut.

Tabel 1. Kandungan kation-anion yang diperbolehkan dalam air minum menurut Peraturan Pemerintah No. 416/ Menkes/IX/1990[5]

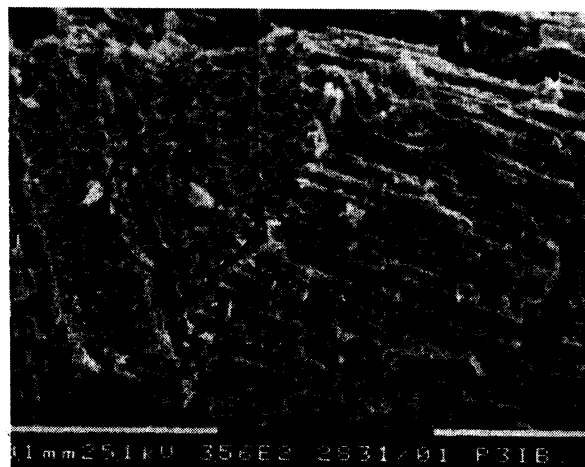
Kation/anion	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Air raksa (mg/l)	0,001
Aluminium (mg/l)	0,200
Arsen (mg/l)	0,050
Barium (mg/l)	1,000
Besi	0,030
Fluorida (mg/l)	1,500
Kadmium (mg/l)	0,005
Klorida (mg/l)	250,000
Kromium (mg/l)	0,050
Mangan (mg/l)	0,100
Natrium (mg/l)	200,000
Nitrat (mg/l)	10,000
Nitrit (mg/l)	1,000
Perak (mg/l)	0,050
Selenium (mg/l)	0,010
Zink (mg/l)	5,000
Sianida (mg/l)	0,100
Sulfat (mg/l)	400,000
Sulfida (mg/l)	0,050
Tembaga (mg/l)	1,000
Timbal (mg/l)	0,050

Tabel 2. Daya serap arang terhadap ion dalam variasi ukuran butiran . Rata-rata dari 9 kali pengukuran. B = Arang tempurung kelapa, K = Arang kayu, sedangkan 20,40,60 = ukuran butiran

ion	Daya serap (%)					
	B20	B40	B60	K20	K40	K60
Al ³⁺	100	100	100	100	100	100
Cr ³⁺	100	100	100	100	100	100
Mn ²⁺	34,9	35,7	25,6	33,4	11,3	-3,7
Fe ³⁺	37,2	40,4	31,5	25,4	25,9	65,5
As ³⁺	87,7	87,5	87,4	95,4	95,6	95,3
Se ⁴⁺	3,6	3,2	6,6	10,9	20,1	32,1
Ag ¹⁺	42,5	11,8	13,4	81,1	85,9	95,3
Cd ²⁺	-3,3	1,0	-3,1	-3,8	-10,0	-9,5
Ba ²⁺	30,6	-37,2	-36,7	29,3	14,8	-8,7
Pb ²⁺	42,6	42,4	36,1	67,3	70,3	71,0
Mg ²⁺	10,3	15,2	10,0	7,2	8,1	5,3
Na ¹⁺	12,1	13,3	5,9	9,0	8,7	6,8
Ca ²⁺	5,3	13,8	7,1	0,1	1,8	0,2
Zn ²⁺	13,7	23,5	24,1	14,7	16,4	14,2
Cu ²⁺	13,6	18,4	10,8	13,6	14,4	21,6

Analisis semikuantitatif spot dalam arang dengan EDX, baik arang yang belum dan yang sudah digunakan (Tabel 3) menunjukkan bahwa unsur-unsur yang ada dalam arang adalah Al, Si, P, K, Ca, dan Fe. Banyaknya unsur-unsur tersebut (% atom) tidak jauh berbeda antara arang kayu, arang tempurung kelapa maupun arang aktif, terutama untuk Al, Si, P, dan S. Persen atom yang tidak sama dalam setiap spot yang diamati, menunjukkan bahwa unsur-unsur tersebut tidak tersebar merata pada semua permukaan. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Ishizaki [9], yang menunjukkan bahwa karbon aktif yang berasal dari batu bara mengandung Al, Si, S, dan Fe dengan persen atom yang tidak sama pada setiap spot. Perbedaan antara dua hasil penelitian ini adalah arang aktif yang berasal dari batu bara tidak mengandung P, sedangkan arang yang dipelajari dalam penelitian ini mengandung P cukup banyak.

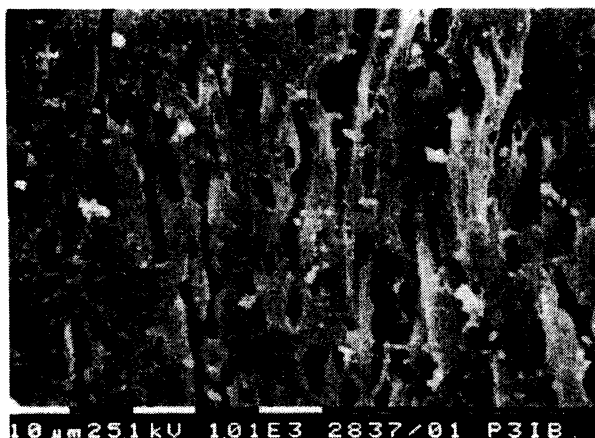
Terlihat pula bahwa persen atom dalam arang yang sudah digunakan berbeda dengan arang yang belum digunakan, ada yang bertambah dan ada yang berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa arang disamping menyerap ion dari larutan juga melepas ion ke dalam larutan.



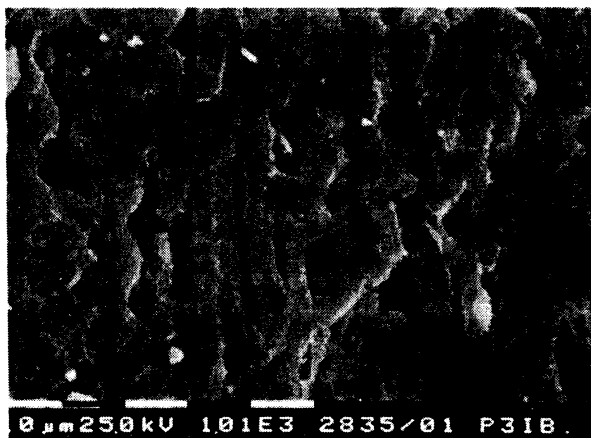
Gambar 1. Profil serat dan pori-pori arang kayu



Gambar 2. Profil serat dan pori-pori arang batok kelapa



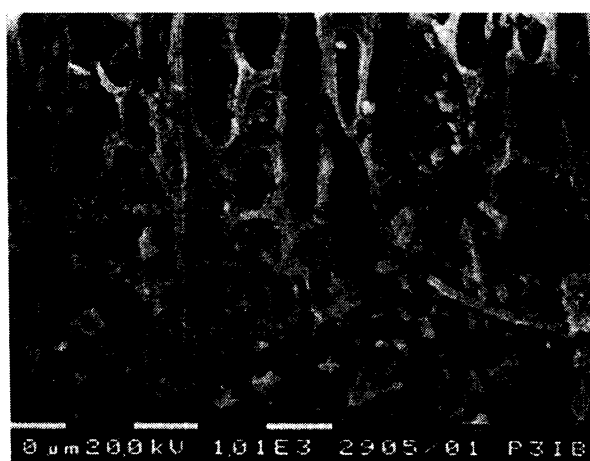
Gambar 3. Profil pori-pori arang aktif



Gambar 4. Profil pori-pori arang tidak aktif



Gambar 5. Profil pori-pori dan serat arang kayu sebelum digunakan



Gambar 6. Profil pori-pori dan serat arang kayu setelah digunakan

Tabel 4 menunjukkan perubahan konsentrasi ion karena perlakuan dengan arang pada variasi pH. Beberapa ion (Al^{3+} , Cr^{3+} , Ag^{1+}) dapat diturunkan konsentrasinya sampai dibawah batas maksimum yang diijinkan dalam air minum, tetapi hal ini tidak dialami oleh ion-ion yang lain (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Se^{4+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , dan Cu^{2+}), bahkan ada ion yang konsentrasinya menjadi lebih besar, yang berarti ada pelarutan ion dari arang ke dalam larutan simulasi. Ini senada dengan analisis SEM-EDX, yang menunjukkan adanya penyerapan dan pelarutan. Gambar 7, 8, dan 9 menunjukkan daya serap yang dinyatakan dalam % dari arang kayu, arang tempurung kelapa dan arang aktif terhadap ion ion dalam larutan dalam variasi pH. Terlihat adanya perubahan daya serap karena perubahan pH, tetapi perubahan tersebut tidak konsisten. Daya serap ada yang naik dan ada yang turun karena perubahan pH. Bahkan ada yang menunjukkan adanya pelarutan ion dari arang ke dalam larutan yang ditunjukkan adanya daya serap yang negatif. Untuk ion As, baik dengan arang kayu maupun arang tempurung kelapa, pada pH 4 tidak dapat diturunkan sampai lebih kecil dari batas konsentrasi yang diijinkan (50 ppb), sedangkan dengan arang aktif pada semua pH dapat diturunkan sampai dibawah 50 ppb. Hal yang sama juga berlaku untuk ion Al^{3+} dan Cr^{3+}

Tabel 3. Distribusi persen atom unsur pengotor dalam arang yang ditentukan dengan SEM-EDX. B = Arang tempurung kelapa, K = Arang kayu, A = Arang aktif, * = sudah digunakan

Jenis arang	spot	%atom						
		Al	Si	P	S	K	Ca	Fe
B	1	4,0	10,1	41,9	22,4	10,0	8,6	2,9
	2	6,7	13,0	45,3	31,1	13,9	-	-
	3	6,6	11,8	39,3	26,7	13,7	1,6	0,4
K	1	6,6	12,0	42,9	31,2	1,6	4,5	1,2
	2	5,2	10,7	37,6	25,3	3,1	18,0	-
	3	7,1	11,8	43,4	30,3	2,2	3,4	1,9
A	1	5,9	15,7	40,4	27,8	9,6	-	0,6
	2	5,8	17,0	41,7	26,0	8,6	0,9	-
	3	19,8	27,3	33,5	16,6	2,1	-	0,6
K*	1	7,2	11,6	45,5	31,9	1,4	1,7	-
	2	6,3	10,5	48,8	31,5	1,6	1,3	-
	3	8,9	10,9	46,2	32,4	0,8	-	0,8
B*	1	1,0	6,1	47,4	32,4	5,6	-	7,5
	2	1,6	7,7	50,3	29,3	4,6	-	6,5
	3	11,6	4,6	42,0	23,9	-	-	17,8
A*	1	5,7	11,0	50,5	31,1	-	1,7	-
	2	8,5	12,8	45,5	30,5	0,8	1,9	-
	3	15,2	6,2	43,6	29,6	-	5,4	-

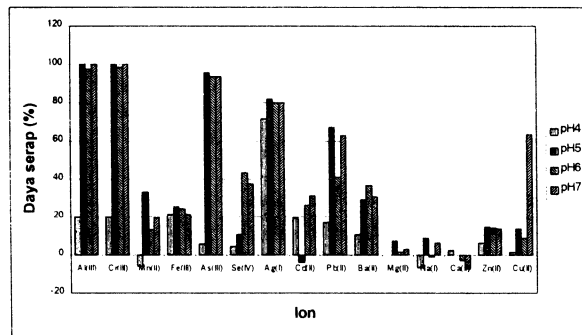
Tabel 4 . Perubahan konsentrasi ion dalam larutan karena perlakuan dengan arang pada variasi pH. Rata-rata dari 9 kali pengukuran. Larutan Awal adalah larutan simulasi dan max adalah batas maksimum yang diijinkan dalam air minum.

Ion	Konsentrasi ion dalam larutan					
	Awal	pH4	pH5	pH6	pH7	max
Arang kayu						
Al ³⁺ (ppm)	1,6	1,3	0	0,0	0	0,2
Cr ³⁺ (ppb)	431,0	325,2	0	6,1	0	20
Mn ²⁺ (ppb)	812,3	858,8	541,0	700,1	653,2	100
Fe ³⁺ (ppb)	2369,0	1862,0	1767,7	1793,3	1860,9	30
As ³⁺ (ppb)	504,0	474,6	23,4	32,9	31,3	50
Se ⁴⁺ (pb)	135,0	129,2	120,3	76,1	84,4	10
Ag ⁺ (ppb)	82,4	23,5	15,0	16,4	16,3	50
Cd ²⁺ (ppb)	51,3	41,2	53,3	37,9	35,3	5
Pb ²⁺ (ppb)	42,7	35,4	13,9	25,2	25,8	50
Ba ²⁺ (ppb)	59,8	53,3	42,3	38,0	29,2	1000
Mg ²⁺ (ppm)	129,4	129,4	120,1	127,4	125,7	-
Na ⁺ (ppm)	133,9	143,0	121,9	135,3	125,7	200
Ca ²⁺ (ppm)	198,8	194,2	198,5	204,7	213,1	-
Zn ²⁺ (ppm)	48,8	45,6	41,6	55,6	42,2	5
Cu ²⁺ (ppm)	12,2	12,0	10,5	11,2	4,4	1
Arang tempurung kelapa						
Al ³⁺ (ppm)	1,6	1,2	0	0,3	0	0,2
Cr ³⁺ (ppb)	431,0	349,9	0	67,4	0	20
Mn ²⁺ (ppb)	812,3	622,9	777,3	629,4	600,4	100
Fe ³⁺ (ppb)	2369,0	1807,6	1487,7	1896,1	1916,8	30
As ³⁺ (ppb)	504,0	470,4	61,7	80,5	80,5	50
Se ⁴⁺ (pb)	135,0	119,4	129,0	101,03	83,7	10
Ag ⁺ (ppb)	82,4	25,9	47,4	17,4	19,6	50
Cd ²⁺ (ppb)	51,3	38,2	53,0	39,8	36,0	5
Pb ²⁺ (ppb)	42,7	38,3	24,5	32,2	12,3	50
Ba ²⁺ (ppb)	59,8	38,2	41,5	26,0	22,0	1000
Mg ²⁺ (ppm)	129,4	128,2	116,1	126,7	12,6	-
Na ⁺ (ppm)	133,9	134,8	117,8	134,5	131,1	200
Ca ²⁺ (ppm)	198,8	194,1	188,2	201,1	204,5	-
Zn ²⁺ (ppm)	48,8	46,0	42,1	50,1	46,7	5
Cu ²⁺ (ppm)	12,2	12,5	10,6	12,5	4,6	1
Arang aktif						
Al ³⁺ (ppb)	1,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
Cr ³⁺ (ppb)	431,0	28,5	0	0	0	20
Mn ²⁺ (ppb)	812,3	708,7	709,0	733,5	712,8	100
Fe ³⁺ (ppb)	2369,0	2322,0	2424,7	2570,8	2368,8	30
As ³⁺ (ppb)	504,0	90,3	22,9	13,9	25,6	50
Se ⁴⁺ (pb)	135,0	106,7	80,2	65,1	106,0	10
Ag ⁺ (ppb)	82,4	20,0	22,6	27,0	20,2	50
Cd ²⁺ (ppb)	51,3	39,6	40,1	42,0	38,4	5
Pb ²⁺ (ppb)	42,7	9,5	11,6	15,1	12,5	50
Ba ²⁺ (ppb)	59,8	40,0	45,4	37,7	36,5	1000
Mg ²⁺ (ppm)	129,4	154,9	141,8	143,5	140,9	-
Na ⁺ (ppm)	133,9	151,6	163,1	157,9	158,6	200
Ca ²⁺ (ppm)	198,8	252,7	231,7	252,6	236,6	-
Zn ²⁺ (ppm)	48,8	55,5	53,8	55,1	48,9	5
Cu ²⁺ (ppm)	12,2	8,9	12,5	8,6	10,2	1

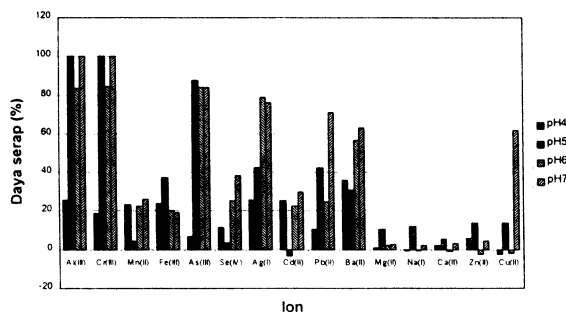
Ditinjau dari daya serap, ketiga arang yang digunakan tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok. Untuk ion Al³⁺, Cr³⁺, As³⁺, dan Ag⁺, ketiga arang mempunyai daya serap yang sama (78 – 100 %) hanya untuk arang kayu dan arang tempurung kelapa pada pH 4, daya serapnya rendah tetapi pada arang aktif tinggi. Pada arang aktif terjadi daya serap yang negatif untuk Mg²⁺, Na⁺, Ca²⁺, dan Zn²⁺ dalam larutan pada semua pH

yang dicoba. Daya serap arang aktif terhadap ion Fe lebih kecil dari arang yang tidak aktif. Daya serap terhadap ion Cu sangat bervariasi, yang jelas untuk arang yang tidak aktif pada pH 7 (>70%) jauh lebih besar dari arang aktif pada pH yang sama. Umumnya arang yang tidak aktif mempunyai daya serap yang rendah pada pH 4 sedangkan arang aktif pada semua pH daya serapnya hampir sama. Keunggulan daya serap arang aktif terhadap

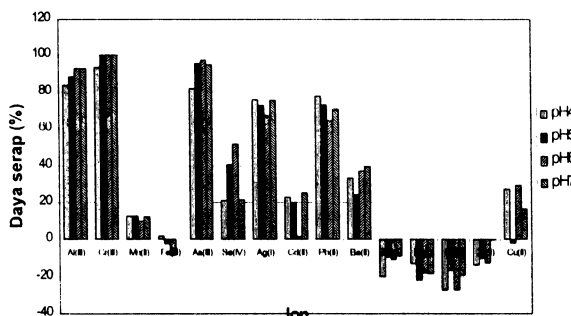
arang yang tidak aktif terjadi pada penyerapan Al^{3+} , Cr^{3+} , As^{3+} , Ag^{1+} , Se^{4+} , dan Pb^{2+} pada pH 4. Sedangkan pada pH yang lain tidak lebih baik. Berdasarkan hal tersebut, secara umum dapat dikatakan bahwa arang aktif yang ada di pasaran tidak jauh lebih baik dari arang yang tidak aktif, walaupun pori pori arang aktif terlihat lebih banyak dari pada arang yang tidak aktif. Ini bertentangan dengan asumsi semula, bahwa arang aktif mempunyai pori pori yang jauh lebih banyak dari arang yang tidak aktif sehingga daya serap arang aktif jauh lebih besar dari arang yang tidak aktif.



Gambar 7. Daya serap arang kayu terhadap ion ion dalam larutan. Daya serap negatif menunjukkan adanya pelarutan ion ke dalam larutan



Gambar 8. Daya serap arang tempurung kelapa terhadap ion ion dalam larutan. Daya serap negatif menunjukkan pelarutan ion ke dalam larutan



Gambar 9. Daya serap arang aktif terhadap ion ion dalam larutan. Daya serap negatif menunjukkan adanya pelarutan ion ke dalam larutan

Untuk memperjelas gambaran bahwa telah terjadi pelarutan ion ion dari arang ke dalam larutan simulasi, telah digunakan air demineralisasi sebagai larutan

simulasi, dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 5. Konsentrasi ion dalam air demineralisasi ini jauh lebih kecil dari konsentrasi ion dalam larutan simulasi dalam Tabel 4. Dengan menggunakan perbandingan berat arang dan volume larutan yang sama dengan Tabel 4, ternyata hampir semua ion mengalami penambahan konsentrasi, kecuali Cr^{3+} dan Cd^{2+} . Berarti, kecuali Cr^{3+} dan Cd^{2+} , mengalami pelarutan ion dari arang ke dalam larutan. Sama seperti data data sebelumnya, besarnya perubahan konsentrasi ion karena perbedaan pH tidak beraturan. Kenaikan konsentrasi dalam Tabel 5 lebih besar dari Tabel 4, Misalnya Al^{3+} , pada Tabel 4 untuk arang kayu maupun arang tempurung kelapa terjadi penyerapan yang cukup besar, tetapi pada Tabel 4, malah terjadi pelarutan. Demikian juga untuk beberapa ion yang lain Disamping itu dalam Tabel 4, yang digunakan larutan simulasi dengan konsentrasi 10 kali lebih besar dari konsentrasi maksimum yang diijinkan dalam air minum, hampir semua ion dapat diserap walaupun tidak semua mencapai konsentrasi yang diinginkan, kecuali Mn^{2+} (pH4), Cd^{2+} (pH5), Na^{1+} (pH4 dan 6), Ca^{2+} (pH 6 dan 7) untuk arang kayu dan Cd^{2+} (pH5), Ca^{2+} (pH6), Zn^{2+} (pH 6) dan Cu^{2+} (pH4 dan 6) untuk arang tempurung kelapa. Sebaliknya pada Tabel 5, yang digunakan air demineralisasi, dengan konsentrasi ion kecil, dengan menggunakan jumlah arang yang sama, hampir semua ion mengalami kenaikan konsentrasi. Hanya Cr^{2+} dan Cd^{2+} yang terserap habis. Dari kenyataan ini dapat dikatakan bahwa ada pengaruh konsentrasi awal pada proses pelarutan dan penyerapan ion dalam arang.

Apabila dilihat ion-ion Mg^{2+} , Na^{1+} , Ca^{2+} , dan Zn^{2+} , arang kayu dan arang tempurung kelapa mempunyai daya serap yang kecil dan untuk arang aktif mempunyai daya serap negatif dalam Tabel 3, sedangkan dalam Tabel 5 ion ion ini mengalami kenaikan konsentrasi yang cukup besar sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk ion ion tersebut proses pelarutan lebih besar dari pada penyerapan, terutama untuk arang kayu.

Dalam Tabel 5 kenaikan konsentrasi ion pada larutan pH 4 umumnya lebih besar dari pada larutan pH 5-7. Apabila ini dihubungkan dengan Tabel 4 atau Gambar 6-8, yang pada umumnya daya serap ion untuk arang kayu dan arang tempurung kelapa pada pH 4 lebih rendah dari pada pH 5-7, maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk kedua arang ini umumnya pada pH 4 proses pelarutan lebih kuat dari proses penyerapan

Daya serap, selain dipengaruhi oleh luas permukaan dan penyebaran pori-pori juga dipengaruhi oleh sifat kimia permukaan dan sifat kimia larutan [10]. Karena sifat kimia dipengaruhi oleh pH larutan, maka daya serap arang aktif juga dipengaruhi oleh pH larutan. Umumnya makin rendah pH larutan makin besar daya serapnya [11].

Seperti telah diuraikan di atas, bahwa daya serap arang yang dipelajari dalam penelitian ini juga dipengaruhi oleh pH larutan, tetapi pengaruh tersebut tidak konsisten, tidak seperti pada pustaka.

Tabel 5. Perubahan konsentrasi ion dalam air demineralisasi karena perlakuan dengan arang pada variasi pH. Rata-rata dari 9 kali pengukuran. Blangko = air demineralisasi

Ion	Konsentrasi ion (ppb)								
	Blangko	Arang kayu				Arang tempurung kelapa			
		pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
Al ³⁺	0	42,32	15,02	0	8,42	27,30	7,29	8,33	0
Cr ³⁺	9,37	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn ²⁺	0	73,0	12,13	18,76	13,80	0,37	0	0	0
Fe ³⁺	0	22,14	8,21	15,21	13,73	13,43	3,71	10,87	10,87
As ³⁺	0	3,21	0,32	0	0	1,11	0,88	0	0,83
Se ⁴⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ag ⁺	5,03	5,13	4,94	5,0	5,13	5,44	6,07	5,24	5,18
Cd ²⁺	1,05	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb ²⁺	3,32	4,64	3,13	3,78	3,33	4,86	3,09	2,81	4,39
Ba ²⁺	1,36	11,44	11,22	0,43	8,03	11,31	3,25	3,43	4,97
Mg ²⁺	8,47	222,95	88,75	107,27	107,85	248,83	35,23	41,16	55,57
Na ⁺	182,7	509,3	448,5	349,17	421,17	487,89	479,04	473,0	394,5
Ca ²⁺	37,15	1775,5	951,67	989,97	1195,0	699,17	195,67	212,83	215,55
Zn ²⁺	39,83	138,12	84,32	66,92	112,63	174,39	121,98	84,33	104,93
Cu ²⁺	31,8	50,05	44,0	49,58	39,68	76,35	63,85	42,33	45,68

Dari pembahasan di atas dapat diperoleh bahwa arang dari pasaran, baik arang kayu, arang tempurung kelapa dan arang aktif, walaupun dapat menyerap beberapa ion yang dipelajari, namun belum bisa digunakan untuk menghilangkan semua ion-ion yang berbahaya dalam air dalam rangka penyediaan air minum.

KESIMPULAN

1. Ukuran butir arang (20 – 60 mesh) bukan merupakan parameter penyerapan.
2. Daya serap arang cenderung dipengaruhi oleh pH, tetapi pengaruh tersebut tidak berbanding lurus. Pada umumnya daya serap arang kayu dan arang tempurung kelapa pada larutan pH4 lebih kecil dari pada larutan pH 5-7.
3. Pori-pori arang kayu lebih teratur dari pada pori-pori arang tempurung kelapa. Pori-pori arang aktif lebih banyak dari arang yang tidak aktif, walaupun daya serap ketiga arang yang dipelajari hampir sama. Daya serap arang terhadap ion Al³⁺, Cr³⁺, Ag⁺, Ag dan Pb²⁺ cukup besar (> 60%), ion Mn²⁺, Fe²⁺, Se⁴⁺, Cd²⁺, dan Ba²⁺ berkisar antara 20 - 60 % sementara untuk ion Mg²⁺, Na⁺, Ca²⁺, dan Zn²⁺ kurang dari 20 %.
4. Arang dari pasaran, baik arang kayu, arang tempurung kelapa maupun arang aktif, walaupun dapat menyerap beberapa ion, namun belum bisa digunakan untuk menghilangkan semua ion-ion yang berbahaya di dalam air dalam rangka penyediaan air minum.

DAFTAR ACUAN

- [1]. FURSTENAU, MAURIC C, ZHONG, KANGNIZN, *Removal of metal ions from aqueous solutions*, US Patent No. 5.910.253, June (1999).

- [2]. SAWYER Jr, EDGAR W, *Water purification Methods*, US Patent No.4.116.828, September (1998).
- [3]. ZAHRADNIK, RUDOLFF, BARBER, BRUCE, *Water treatment composition*, US Patent No. 5.719.100, February (1998).
- [4]. KNIGHT, *Charcoal water filter/strainer*, US Patent No. 4.798.672 January (1989).
- [5]. WISNU A.R. : *Dampak Pencemaran Lingkungan : Andi Offset* (1995)
- [6]. BURGER, ALEX, THOM, KARL-FRIEDRICH, SCHMITDT, PETER, *Process for the production of activated carbon using phosphoric acid*, US Patent No. 4.760.046, July (1988).
- [7]. GREINKE et all, *Process for production high surfase area activated carbon*, US Patent No. 5,102.855, April (1992).
- [8]. SANJAY, HIDERABADG, SRIVASTAVA, KAILASHC, WALIA, DAMANS, *Absorbent*, US.Patent No.5.906.960, May (1999).
- [9]. CHANEL ISHIZAKI, KOZO ISHIZAKI, AND MITSUO OGURA : *An Analytical Electron Microscopy Study of a Comercial Activated Carbon*, *Carbon*, 26 (3) (1988).
- [10]. VERNOL SNOEYINK: *Adsorption of Organic Compound, Water Quality and Treatment. A Handbook of Community Water Supplies*, 4thEd, Mc Graw-Hill, Inc (1990).
- [11]. BRUCE SEELIG, FRED BERGSRUD, RUSSELLDERICKSON: *Activated Carbon Filtration for Houshold Water Supplies*, North Dakota State University. Extention Servise (1992).