PENINGKATAN RENDEMEN DAN DAYA SERAP ARANG AKTIF DENGAN CARA KIMIA DOSIS RENDAH DAN GASIFIKASI

*(Improvement on recovery and quality of activated charcoal through low dossage
chemical and gasification treatment)*

Oleh/By

Hartoyo dan Gustan Pari

Summary

Study for improving the recovery and quality of activated charcoal through the combination of chemical and gasification treatments is presented in this paper. The material used in this experiments was charcoal derived from coconut shell. The material was immersed respectively in NaOH, Na_2CO_3 , H_3PO_4 and ZnCl_2 for 24 hours. Charcoal activation was conduted by using steam or combination of steam and mixed CO_2 and N_2 . The activated charcoal was produced in a stainless steel retort with electric heater at temperature of 900 - 1000°C.

The result shows that the low dossage chemical treatment using NaOH at a concentration of 0,75 %, or Na_2CO_3 at a concentration of 0,75 %, or ZnCl_2 at a conentration of 5 %, followed by activation by steam or the combination of steam and mixed CO_2 and N_2 , could produce good quality activated charcoal which fullfils the commercial standard according to JIS. The produced charcoal attained the iodine adsorptive capacity of more than 1050 mg/g. By increasing the concentration of ZnCl_2 to 10 % or H_3PO_4 to 20 %, followed by steam activation at 900°C - 1000°C, the iodine adsorptive capacity increased to more than 1200 mg/g.

I. PENDAHULUAN

Rujukan tentang pembuatan arang aktif yang berkualitas tinggi sudah cukup banyak tetapi hanya bersifat kualitatif dengan tidak ada kejelasan dalam proses pembuatannya baik secara teknis apalagi dukungan aspek ekonomis. Sebagai contoh peningkatan kualitas arang aktif bisa ditempuh melalui pemberian bahan kimia seperti ZnCl_2 dan H_3PO_4 (Estudillo, Luis, Amio dan Tombolong 1977) serta uap panas (H_2O), gas CO_2 dan gas lainnya.

Masalah yang dihadapi dalam hubungannya dengan kualitas arang aktif dari bahan biomassa seperti tempurung kelapa dan kayu adalah bagaimana meningkatkan kualitas terutama daya adsorpsi dengan menggunakan bahan kimia yang murah dengan konsentrasi rendah sehingga menguntungkan. Sifat utama yang dapat digunakan untuk menilai kualitas arang aktif secara umum adalah kemampuan daya serap yang tinggi terhadap polutan atau zat beracun baik dalam bentuk gas maupun cairan. Umumnya arang aktif yang mempunyai daya serap yang dinyatakan terhadap iodium lebih besar dari 1000 mg/g lebih disukai terutama untuk kepentingan dalam industri.

Dalam tulisan ini akan disajikan hasil penelitian mengenai peningkatan rendemen dan daya serap arang aktif dari bahan tempurung kelapa dengan menggunakan bahan kimia dosis rendah dan uap panas. Di samping itu dicoba juga bahan gas CO_2 dan N_2 murni. Bila hal ini berhasil dapat digunakan gas CO_2 dan Gas N_2 yang berasal dari gas hasil pembakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan bahan dan metode untuk

menghasilkan arang aktif yang berkualitas tinggi yaitu yang mempunyai daya serap iodium lebih dari 1000 mg/g.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang dari tempurung kelapa yang diperoleh dari Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan adalah H_3PO_4 5%, 10 %, 20 %, ZnCl_2 5% dan 10 %, Na_2CO_3 0,75 % dan 1,0 % serta larutan NaOH 0,75 %. Proses aktifasi arang aktif dilakukan dengan 2 cara yaitu aktifasi dengan bahan kimia dan uap panas serta aktifasi dengan cara bahan kimia serta campuran uap panas dengan gas N_2 dan CO_2 . Aktifasi dilakukan dalam retort yang terbuat dari baja tahan karat (stainless steel) dengan ukuran panjang 1,0 m dan diameter 5 cm.

A. Aktifasi Dengan Bahan Kimia dan Uap Panas.

Dalam metode ini bahan baku direndam dalam larutan kimia selama 24 jam, setelah ditiriskan dan dikeringkan selanjutnya diaktivasi dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam reaktor pada suhu 900°C - 1000°C. Laju alir uap panas dibuat tetap yaitu sebesar 0,5 kg/jam. Kondisi pengolahan aktifasi kimia dan uap panas yang diberikan tercantum pada Tabel 1.

B. Aktifasi Cara Kimia serta Campuran Uap Panas dan gas N_2 serta CO_2 .

Dalam cara ini bahan baku direndam dalam larutan

Tabel 1. Kondisi pengolahan aktivasi kimia dan uap panas
Table 1. Treatment condition of chemical and steam activation

Bahan kimia (Chemical)	Konsentrasi (Concentration) %	Waktu reaksi (Reaction time) menit (minute)
ZnCl ₂	5	90
	5	120
	5	135
	10	105
H ₃ PO ₄	5	120
	10	120
	20	105
	20	120
	20	135
Na ₂ CO ₃	0.75	105
	0.75	120
	1	105
NaOH	0.75	105
	0.75	120
Kontrol (Control) uap (steam)		105

kimia selama 24 jam, setelah ditiriskan dan dikeringkan selanjutnya diaktifkan dengan mengalirkan campuran uap panas dan gas N₂ serta CO₂ pada suhu 900°C - 1000°C. Waktu reaksi yang diberikan dibuat tetap yaitu selama 105 menit. Aktivasi dilakukan dengan mengalirkan uap

Tabel 3. Daya serap arang aktif
Table 3. Activated charcoal adsorption

Bahan kimia (Chemical)	Konsentrasi (Concentration) %	Waktu reaksi (Reaction time) menit (minute)	Rendemen (Yield) %	Daya serap iod* (Iod adsorption) mg/g
A. Aktivasi Kimia & Uap (Steam & Chemical Activation)				
ZnCl ₂	5	90	58.9	829
	5	120	63.6	1185*
	5	135	73.0	1064*
	10	105	73.0	1208*
H ₃ PO ₄	5	120	62.1	985
	10	120	73.0	1003
	20	105	51.5	1012
	20	120	58.5	1191*
	20	135	61.5	1200*
Na ₂ CO ₃	0.75	105	49.5	1041
	0.75	120	59.1	1087*
	1.00	105	36.7	1083*
NaOH	0.75	105	53.7	1019
	0.75	120	75.4	1088*
Kontrol (Control) uap (steam)		105	57.7	943
B. Aktivasi Kimia & Uap + N₂/CO₂ (Steam + N₂/CO₂ & Chemical Activation)				
H ₃ PO ₄	20	105/30	67.0	1079*
Na ₂ CO ₃	0.75	105/30	51.3	1001
	1.00	105/30	39.0	1018
NaOH	0.75	105/30	64.2	1051*
Kontrol (Control) uap (steam)		105/30	36.4	963
Kontrol (Control) uap (steam)		60/60	73.2	843

Keterangan (Remark) : * Memenuhi syarat standar Jepang (Conform with Japanese standard) = 1050 mg/g

panas dengan laju alir 0,5 kg/jam selama 75 menit kemudian dialirkan campuran gas CO₂ dan N₂ selama 30 menit dengan laju alir 4 mbar/jam.

Kualitas arang aktif yang dihasilkan ditetapkan daya serap terhadap larutan iodium berdasarkan standar SII (Anonim, 1989) dan AWWA (Anonim, 1978) serta rendemen arang aktif. Hasilnya dibandingkan dengan standar Jepang (Anonim, 1967).

Tabel 2. Kondisi pengolahan aktivasi kimia serta campuran uap panas dan gas N₂ serta CO₂

Table 2. Treatment condition of chemical and mixture of steam and gas N₂/CO₂

Bahan kimia (Chemical)	Konsentrasi (Concentration) %	Waktu reaksi (Reaction time) menit (minute)
H ₃ PO ₄	20	105
Na ₂ CO ₃	0.75	105
	1	105
NaOH	0.75	105
Kontrol (Control) uap (steam)		105

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil peningkatan kualitas arang aktif dengan sistem gasifikasi dan kimia tercantum pada Tabel 3.

A. Rendemen Arang Aktif

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa secara keseluruhan arang aktif hasil penelitian dengan cara kimia serta campuran uap panas dan N_2 serta CO_2 dengan waktu reaksi yang sama (105 menit) menghasilkan rendemen arang aktif (39,0 - 67 %) yang lebih besar daripada rendemen arang aktif yang hanya dialiri uap panas (36,7 - 51,5 %). Besarnya rendemen ini mungkin disebabkan oleh gas CO_2 merupakan oksidator lemah dan gas N_2 yang bersifat lembam (inert) ternyata dapat mengurangi reaksi korosif.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan arang aktif yang tidak direndam bahan kimia (Tabel 3) dalam hal ini hanya dialiri campuran uap panas dan N_2 serta CO_2 rendemen arang aktif yang dihasilkan lebih kecil. Hal ini memberikan gambaran bahwa penambahan bahan kimia dapat memperlambat laju kecepatan reaksi pada waktu proses oksidasi. Hasil ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Hudaya dan Hartoyo (1990) yang menyimpulkan bahwa rendemen arang aktif yang dihasilkan dengan cara kimia lebih besar dibandingkan dengan cara aktivasi uap.

B. Daya Serap Terhadap Iodium

Penetapan daya serap arang aktif terhadap iodium merupakan persyaratan umum untuk menilai kualitas arang aktif. American Water Works Association/AWWA (Anonim, 1978) mensyaratkan daya serap arang aktif terhadap iodium sebesar 500 mg/g, Standar Industri Indonesia/SII (Anonim, 1989) 750 mg/g dan standar Jepang (Anonim, 1967) sebesar 1050 mg/g. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa daya serap arang aktif terhadap iodium yang dihasilkan dalam penelitian ini semuanya memenuhi persyaratan kualitas arang aktif yang ditetapkan oleh AWWA dan SII serta sebagian perlakuan yang memenuhi standar Jepang (JIS).

Arang aktif yang dihasilkan dengan cara kimia serta campuran uap panas dan N_2 serta CO_2 terutama untuk yang direndam H_3PO_4 (20 %) dan $NaOH$ (0,75 %) dengan waktu reaksi 105 menit dapat meningkatkan daya serap terhadap iodium sebesar 6,2 - 8,4 % dibandingkan terhadap arang aktif yang dihasilkan dengan cara kimia dan uap panas pada kondisi yang sama. Selain itu dapat meningkat sampai 8,3 - 10,7 % terhadap arang aktif yang tidak direndam bahan kimia. Tetapi sebaliknya untuk arang aktif yang direndam Na_2CO_3 dengan konsentrasi 0,75 % dan 1,00 % pemberian gas Na_2/CO_2 menurunkan daya serap terhadap iodium dari 1041 mg/g menjadi 1001

mg/g dan dari 1083 mg/g menjadi 1018 mg/g. Turunnya daya serap ini mungkin disebabkan adanya pertambahan gas CO_2 dari hasil degradasi Na_2CO_3 pada suhu tinggi sehingga secara keseluruhan jumlah gas CO_2 meningkat. Meningkatnya CO_2 dalam atmosfer aktivasi akan meningkatkan daya oksidasi sehingga menyebabkan kerusakan dinding pori dan berarti menurunkan luas permukaan (surface area) dinding pori. Namun demikian apabila dibandingkan dengan arang aktif yang tidak direndam bahan kimia (Tabel 3) daya serapnya meningkat sebesar 5,3 %. Hal ini menunjukkan bahwa bahan kimia yang digunakan selain berfungsi sebagai katalis juga dapat menyerap gas yang dihasilkan dari proses karbonisasi arang seperti gas SO_2 , NO_2 , asam nitrat dan asam asetat juga dapat menghilangkan senyawa hidrokarbon yang melapisi permukaan arang (Jacob dan Morris 1953). Dalam penelitian ini didapatkan daya serap arang aktif terhadap iodiumnya hampir 100 % yaitu arang aktif yang direndam dalam larutan $ZnCl_2$ 10 % dengan waktu reaksi 105 menit dan H_3PO_4 20 % dengan waktu reaksi 135 menit menghasilkan daya serap sebesar 1208,9 mg/g dan 1200,3 mg/g. Angka ini tidak jauh berbeda dengan arang aktif buatan Jerman (merck) dengan harga jual Rp. 154.100/kg yang daya serapnya 1200 mg/g. Walaupun pemakaian bahan kimia ini mahal tetapi mengingat harga jualnya yang tinggi maka perlu dinilai segi ekonomisnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pemberian perlakuan aktivasi dengan cara uap panas dan bahan kimia dosis rendah yaitu $NaOH$ 0,75 %, $ZnCl_2$ 5 % dan Na_2CO_3 0,75 %, 1,0 % ternyata dapat meningkatkan rendemen dan daya serap iodium lebih besar dari 1000 mg/g.
2. Pemberian perlakuan kombinasi dengan penambahan campuran gas CO_2 dan N_2 untuk lebih meningkatkan daya serap arang aktif ternyata juga dapat meningkat untuk arang aktif yang menggunakan bahan kimia $NaOH$ dan H_3PO_4 tetapi tidak untuk Na_2CO_3 .
3. Penggunaan bahan kimia $ZnCl_2$ 10 % atau H_3PO_4 20 % yang diaktivasi dengan uap panas pada suhu 900 - 1000°C dengan waktu reaksi masing-masing 105 dan 135 menit menghasilkan arang aktif yang mempunyai daya serap terhadap iodium lebih besar dari 1200 mg/g.

B. Saran

1. Untuk penggunaan bahan kimia $ZnCl_2$ dan H_3PO_4 yang relatif mahal perlu dinilai dari segi ekonominya mengingat dapat menghasilkan daya serap yang sangat tinggi.

2. Untuk penggunaan bahan kimia yang harganya relatif murah seperti NaOH dan Na_2CO_3 bisa diterapkan untuk tujuan penggunaan dalam industri.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1967. Japanese Industrial Standard. Testing Method for Powdered Activated Carbon. JIS K 1474. Japanese Standards Association, Tokyo.

-----, 1978. American Water Works Association (AWWA) Standar for Powdered Activated Carbon. B 600-78. Colorado.

-----, 1989. Mutu dan Cara Uji Arang Aktif Standar Industri Indonesia (SII) 0258-89. Departemen Perindustrian, Jakarta.

Estudillo, J.M., S. Luis, E.C. Amio and F.N. Tamolang. 1977. Charcoal Production and Utilization of Coconut Shells and Trunk in The Philippines. Forest Products Research. Madison.

Hudaya, N dan Hartoyo. 1990. Pembuatan arang aktif dari tempurung biji-bijian asal tanaman hutan dan perkebunan. Jurnal Penelitian hasil Hutan 8(4) : 146 - 150.

Jacob and Morris. 1953. Chemical Analysis of Industrial Solvents. Interscience Publisher Inc. New York.