

**PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI KAYU ACACIA MANGIUM
DENGAN GASIFIKASI "FLUIDIZED BED"**
(Activated charcoal making from Acacia mangium wood with
"fluidized bed" gasification)

Oleh/By :

Djeni Hendra dan Gustan Pari

Summary

Experimental study on activated charcoal from Acacia mangium by using "fluidized bed" gasification is presented in this paper. The result shows that yield ranges from 14.79 to 25.03 %, moisture content from 9.17 to 14.42 %, ash content from 2.36 to 2.94, volatile matter from 7.44 to 9.79 %, fixed carbon from 73.28 to 80.71 %, adsorptive capacity of benzene from 1.38 to 18.56 % and adsorptive iodine from 511.37 to 961.87 %.

Based on adsorptive capacity of iodine, the maximum activation reaction time is 45 minutes. At this time the adsorptive of iodine is 961,87 which meet American and Indonesian standard.

I. PENDAHULUAN

Arang aktif adalah arang yang telah mempunyai suatu tingkat daya serap tertentu terhadap warna, bau-bauan dan zat lain. Hal ini antara lain disebabkan permukaan pada arang aktif telah bebas dari deposit hidrokarbon dan porinya telah terbuka serta permukaannya lebih luas. Arang aktif banyak digunakan sebagai bahan adsorpsi polutan berkadar rendah dari produk industri yang tidak dapat dipisahkan secara kimia, fisis dan biologis. Komoditas ini banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, kimia dan pemurnian air (Pari, 1992).

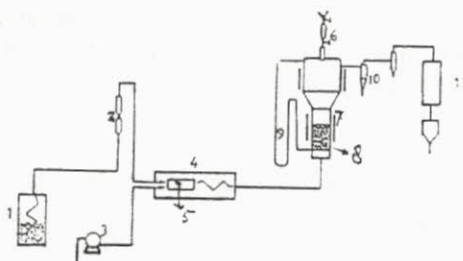
Arang aktif dapat dibuat dari bahan hasil pertanian dan kehutanan seperti kayu, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan lain-lain. Di Indonesia umumnya pembuatan arang aktif skala komersial masih menggunakan bahan baku tempurung kelapa.

Penelitian pembuatan arang aktif telah dilakukan terhadap beberapa jenis kayu, seperti kayu karet dan sengon (Pari, 1991 dan 1992). Dalam tulisan ini akan dikemukakan hasil penelitian pembuatan arang aktif dari kayu mangium (Acacia mangium) dengan cara gasifikasi "fluidized bed". Diharapkan pembuatan arang aktif dengan metode ini dapat menghasilkan arang aktif yang bermutu tinggi sesuai dengan yang diinginkan.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kayu mangium yang diperoleh dari Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan di antaranya larutan tio sulfat, kalium iodida, iodium dan benzena.

Proses pembuatan arang aktif digunakan perangkat gasifikasi "fluidized bed" (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan alir proses gasifikasi "fluidized bed"

Figure 1. Flow chart of "fluidized bed" gasification process

Keterangan (Remarks):

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Ketel uap (Boiler) | 7. Pemanas reaktor (Reactor heating) |
| 2. Rotameter (Rotameter) | 8. Reaktor (Reactor) |
| 3. Kompresor (Compressor) | 9. Manometer (Manometer) |
| 4. Pemanas awal (Preheater) | 10. Siklon (Cyclon) |
| 5. Penguap (Evaporator) | 11. Pendingin gas (Exchanger gas) |
| 6. Sistem pemasukan bahan baku (Feeding system) | |

Arang aktif dibuat dengan cara pembakaran tidak langsung di dalam reaktor "fluidized bed" yang diisi dengan pasir silika sebanyak 3 liter, bahan kayu dimasukkan ke dalam reaktor melalui alat pengumpan (hopper), kemudian dialirkan udara dengan laju alir 2,4 Nm³/jam selama 5, 15, 20, 30 dan 45 menit. Jika suhu sudah mencapai 800°C, uap panas dialirkan selama 20 menit dengan laju alir uap panas dibuat tetap sebesar 4 kg/jam.

Arang aktif yang dihasilkan diuji sifatnya yang meliputi penetapan rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon, daya serap terhadap iodium dan benzena dilakukan menurut Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989). Untuk mengetahui perbedaan perlakuan yang diberikan dilakukan perhitungan sidik regresi (Sudjana, 1980).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat arang aktif hasil penelitian tercantum pada Tabel 1. Perhitungan sidik regresi tercantum pada Tabel 2.

A. Rendemen Arang Aktif

Rendemen arang aktif dari kayu mangium bervariasi antara 15,03 - 24,65 % (Tabel 1). Rendemen terendah terdapat pada perlakuan reaksi dengan udara selama 45 menit, sedangkan yang tertinggi terdapat pada waktu reaksi dengan udara selama

5 menit. Ada kecenderungan makin lama waktu reaksi dengan udara, rendemennya makin turun. Rendahnya rendemen arang aktif ini mungkin disebabkan pada waktu proses pirolisis di mana senyawa tar, destilat dan asam organik lainnya yang terdapat dalam kayu keluar pada waktu karbonisasi dan ini sesuai dengan teori kinetik yaitu jika suhu reaksi naik maka kecepatan reaksi antara karbon dan uap air akan meningkat sehingga karbon yang bereaksi menjadi CO₂ dan H₂O dalam satuan waktu makin banyak, sebaliknya jumlah karbon sisanya semakin sedikit (Hartoyo, Hudaya dan Fadli, 1990). Apabila rendemen ini dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hartoyo (1988) hasilnya lebih kecil karena bahan yang dipergunakan untuk membuat arang aktif adalah kayu.

B. Sifat Arang Aktif

Kadar air arang aktif dari kayu mangium tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan sidik regresi (Tabel 2) ternyata perlakuan waktu reaksi dengan udara berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air yang dihasilkan. Kadar air yang dihasilkan bervariasi antara 9,46 - 14,21 %. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan reaksi dengan udara selama 45 menit dan yang tertinggi selama 5 menit. Kadar air arang aktif yang dihasilkan ini memenuhi persyaratan arang aktif yang dikeluarkan oleh Standar Industri Indonesia (SII) karena kadarnya tidak lebih dari 15 % (Anonim, 1989).

Tabel 1. Sifat arang aktif dari kayu *Acacia mangium*
Table 1. Activated charcoal properties from *Acacia mangium wood*

Suhu aktivasi (Activation temperature) °C	Waktu reaksi (Reaction time) menit (minute)		Sifat (Properties)						
	Udara (Air)	Uap panas (Hot steam)	1	2	3	4	5	6	7
800	5	20	24,26	11,29	2,56	9,12	77,03	597,19	2,94
800	5	20	25,03	10,32	2,36	9,05	78,27	511,37	2,73
800	15	20	21,13	9,17	2,68	7,44	80,71	622,91	1,38
800	15	20	22,10	9,74	2,47	8,06	79,68	628,71	1,65
800	20	20	20,55	12,06	2,77	8,64	76,53	666,64	4,66
800	20	20	21,16	11,71	2,59	9,16	76,54	670,16	5,29
800	30	20	18,21	13,95	2,90	9,39	73,76	832,47	10,40
800	30	20	17,86	14,38	2,75	8,89	73,98	838,66	11,15
800	45	20	14,79	13,99	2,94	9,79	73,28	904,90	18,12
800	45	20	15,26	14,42	2,61	9,25	73,72	961,87	18,56

Keterangan (Remarks) :

1. Rendemen (Yield), %
2. Kadar air (Moisture content), %
3. Kadar abu (Ash content), %
4. Zat mudah menguap (Volatile matter), %
5. Karbon terikat (Fixed carbon), %
6. Daya serap iodium (Absorptive capacity of iodine), mg/g
7. Daya serap benzene (Absorptive capacity of benzene), %

Kadar abu arang aktif dari kayu mangium tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan sidik regresi (Tabel 2) ternyata kadar abu yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak dipengaruhi oleh perlakuan waktu reaksi dengan udara. Kadar abu yang dihasilkan bervariasi antara 2,46 - 2,78 %. Kadar abu tertinggi terdapat pada reaksi dengan udara 45 menit dan yang terendah pada reaksi dengan udara 5 menit. Angka ini memenuhi persyaratan Standar Industri Indonesia karena kadarnya lebih kecil dari 10 %. Kecilnya kadar abu ini mungkin disebabkan oleh terjadinya proses pembakaran lebih lanjut dalam reaktor, sehingga arang aktif yang dihasilkan banyak menjadi abu.

Kadar zat mudah menguap arang aktif tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan sidik regresi (Tabel 2), ternyata kadar zat mudah menguap tidak dipengaruhi oleh waktu reaksi dengan udara. Kadar zat mudah menguap yang dihasilkan bervariasi antara 7,75 - 9,25 %. Kadar zat mudah menguap tertinggi terdapat pada waktu reaksi dengan udara selama 45 menit dan yang terendah terdapat pada arang aktif yang bereaksi dengan udara selama 15 menit. Rendahnya kadar zat mudah menguap ini mungkin disebabkan oleh kandungan sulfur dan nitrogen dalam arang aktif bereaksi dengan uap air panas, sehingga menghasilkan senyawa yang lebih mudah menguap. Angka ini memenuhi syarat Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989), karena kadarnya tidak lebih dari 25 %.

Kadar karbon terikat arang aktif kayu mangium tidak dipengaruhi oleh waktu reaksi dengan udara (Tabel 2). Kadar karbon terikat bervariasi antara 73,50 - 80,19 %. Kadar karbon terikat tertinggi terdapat pada arang aktif dengan reaksi selama 15 menit dan yang terendah terdapat pada arang aktif dengan waktu reaksi selama 45 menit. Besarnya kadar karbon terikat dipengaruhi oleh besarnya kadar abu dan zat mudah menguap. Bila dibandingkan dengan Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989) yang memenuhi syarat hanya yang di olah selama 15 menit karena lebih besar dari 80 %.

Tabel 2. Ringkasan sidik regresi sifat arang aktif

Table 2. Summarized analysis of regression of activated charcoal properties

No.	Sifat (Properties)	Regresi (Regression)	Koefisien korelasi (Coefficient of correlation)	Fhitung (Fcalc)
1.	Rendemen (Yield), %	$Y = 25,55 - 0,24X$	-0,99	54,89**
2.	Kadar air (Moisture content), %	$Y = 9,48 + 0,11X$	0,82	2,17
3.	Kadar abu (Ash content), %	$Y = 2,47 + 0,01X$	0,67	1,002
4.	Zat mudah menguap (Volatile matter), %	$Y = 8,36 + 0,02X$	0,48	0,305
5.	Karbon terikat (Fixed carbon), %	$Y = 79,68 - 0,15X$	-0,78	1,634
6.	Daya serap iodium (Adsorptive capacity of iodine), mg/g	$Y = 2,23 + 0,43X$	0,95	16,91**
7.	Daya serap benzena (Adsorptive capacity of benzene), %	$Y = 491,15 + 10,10X$	0,97	8,83*

Keterangan (Remarks):
 X = Waktu reaksi (Reaction time)
 Y = Sifat arang aktif (Activated charcoal properties)
 * = Nyata (Significant)
 ** = Sangat nyata (Highly significant)

Daya serap arang aktif terhadap iodium tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan sidik regresi (Tabel 2), ternyata perlakuan waktu reaksi dengan udara berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap iodium. Daya serap arang aktif terhadap iodium terendah terdapat pada perlakuan waktu reaksi dengan udara selama 5 menit (511,37 mg/g) dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan waktu reaksi dengan udara selama 45 menit (961,87 mg/g) yang menunjukkan perbedaan sangat nyata. Ada kecenderungan makin lama waktu reaksi, daya serap terhadap iodiumnya makin tinggi.

Berdasarkan sifat daya serap tersebut, arang aktif yang dihasilkan dengan metode "fluidized bed" semuanya memenuhi persyaratan American Water Works Association karena daya serapnya lebih besar dari 500 mg/g (Anonim, 1978). Sedangkan yang memenuhi persyaratan Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989) hanya dua buah yaitu arang aktif yang dihasilkan dengan perlakuan reaksi 30 menit dan 45 menit. Untuk arang aktif lainnya tidak memenuhi syarat karena daya serapnya kurang dari 750 mg/g. Apabila hasil ini dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hartoyo (1988), maka arang aktif hasil penelitian daya serap iodiumnya tidak jauh berbeda. Penulis tersebut mengemukakan bahwa arang aktif yang dibuat dari limbah penggergajian yang diarangkan terlebih dahulu, nilai daya serap iodiumnya berkisar antara 510 - 1068 mg/g.

Daya serap arang aktif terhadap benzena tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan sidik regresi (Tabel 2) ternyata perlakuan lama waktu reaksi dengan udara berpengaruh nyata terhadap daya serap benzena. Ada kecenderungan makin lama waktu reaksi, makin tinggi daya serap benzennya. Daya serap benzena terendah terdapat pada perlakuan lama waktu reaksi dengan udara selama 15 menit dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu reaksi dengan udara selama 45 menit. Daya serap arang aktif terhadap benzena berkisar antara 1,38 - 18,56 %. Angka ini tidak memenuhi syarat, baik menurut Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989) maupun Standar Jepang (Anonim, 1967) karena daya serapnya kurang dari 25 dan 35 %. Apabila hasil ini dibandingkan dengan arang aktif yang dihasilkan dengan cara aktivasi uap panas dalam retort dengan pemanas listrik (Hartoyo, Hudaya dan Fadli, 1990), daya serapnya kurang begitu baik karena bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu. Penulis tersebut menggunakan bahan berupa arang tempurung kelapa dan bakau serta nilai daya serap benzennya berkisar antara 7,24 - 32,33 %.

IV. KESIMPULAN

1. Rendemen arang aktif berkisar antara 14,79 - 25,03 %, kadar air 9,17 - 14,42 %, kadar abu 2,36 - 2,94 %, zat mudah menguap 7,44 - 9,79 %, karbon terikat 73,28 - 80,71 %, daya serap benzena 1,38 - 18,56 %.
2. Semua perlakuan yang diberikan menghasilkan daya serap terhadap iodium yang memenuhi standar yang ditetapkan AWWA yaitu lebih besar dari 500 mg/g, tetapi tidak semuanya memenuhi Standar Industri Indonesia.
3. Waktu reaksi dengan udara mempengaruhi rendemen, daya serap iodium dan daya serap benzena. Makin lama waktu reaksi cenderung menurunkan rendemen, tetapi menaikkan daya serap iodium dan benzena.
4. Dianjurkan untuk memakai waktu reaksi dengan udara selama 45 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1967. Japanese Industrial Standards. Testing Method for Powdered Activated Carbon. JIS K1474. Japanese Standard Association, Tokyo.
- . 1978. Testing Method for Activated Carbon. American Water Works Association B600-78, Colorado.
- . 1989. Mutu dan Cara Uji Arang Aktif. Standar Industri Indonesia (SII) 0258-89. Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Hartoyo. 1984. Nilai Komersial Briket Arang dari Serbuk Gergaji dan Limbah Industri Perakayuan yang Dibuat dengan Cara Sederhana. Proceeding Lokakarya Energi, Jakarta.
- . 1988. Gasification of Charcoal in Fluidized Bed for Manufacturing Active Carbon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 5 (1) : 17 - 21.
- Hartoyo, Hudaya dan Fadli. 1990. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau Dengan Cara Aktivasi Uap. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 8 (1) : 8 - 16.
- Pari, G dan Hartoyo. 1989. Aktivasi Kembali Limbah Arang Aktif dari Pabrik Gula Ketela Pohon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 6 (1) : 36 - 39.
- Pari, G. 1991. Pembuatan Arang Aktif Kayu Karet untuk Bahan Pemurnian Minyak Daun Cengkeh. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 8 (6) : 228 - 235.
- . 1992. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Sengon untuk Penjernihan Air. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 10 (5) : 141 - 149.
- Sudjana. 1980. Desain dan Analisis Experimen. Tarsito, Bandung.