

PENGARUH BAHAN AKTIVATOR PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA

EFFECT OF ACTIVATOR IN THE MAKING OF ACTIVATED CARBON FROM COCONUT SHELL

Evi Setiawati, Suroto^{*)}

^{*)} *Peneliti Baristand Industri Banjarbaru*

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengaruh bahan aktivator pada pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa untuk keperluan industri telah dilakukan. Tempurung kelapa dibersihkan dan dipotong – potong, dan dikarbonisasi pada suhu 600^oC selama 4 jam, lalu diayak dengan ukuran 30-60 mesh. Arang hasil karbonisasi direndam pada larutan NaCl, NaOH, H₂SO₄ sebagai bahan aktivator masing – masing dengan variasi konsentrasi sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%, selanjutnya arang diaktivasi pada suhu 500^oC. Sifat yang diuji adalah kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950^oC, dan daya serap iodium. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi berbagai bahan aktivator berpengaruh sangat nyata terhadap karakter karbon yang dihasilkan. Hasil terbaik diperoleh dari tempurung kelapa yang direndam dengan bahan aktivator NaCl 20% dengan karakter sebagai berikut: kadar air 4,88%, kadar abu 3,54%, bagian yang hilang pada pemanasan 950^oC 14,63%, dan daya serap iodium 761,07 mg/g.

Kata kunci : tempurung kelapa, bahan aktivator, karbon aktif.

ABSTRACT

The research about effect of activator in the making of active carbon from coconut shell had been done. The coconut shell was cleaned and cut, and carbonized on 600^oC for 4 hours, then sieved on 30-60 mesh. The charcoal as the result of carbonization was immersed in the 5%,10%,15%, and 20% activator of NaCl, NaOH, H₂SO₄, then the charcoal was activated on 500^oC. The properties that was analyzed including moisture content, ash content, partly that lost in heating on 950^oC, and iodine absorption. The statistic result showed that the various concentration of activator had the very concrete effect to the properties of activated carbon. The best result was the coconut shell that was immersed in NaCl 20% by the properties as following: Moisture content as 4,88%, ash content as 3,54%, partly that lost in heating on 950^oC as 14,63%, and iodine absorption as 761,07 mg/g.

Keyword : coconut shell, activator, active carbon.

I. PENDAHULUAN

Kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting dalam menyumbang perolehan devisa ekspor nasional. Komoditas ini secara dominan dihasilkan dari perkebunan rakyat. Areal pertanaman kelapa diperkirakan seluas 3.198.384 ha. Dari luas areal tersebut 98% merupakan perkebunan rakyat yang melibatkan kurang lebih 3 juta kepala keluarga petani (Akuba,1990).

Sampai saat ini, tempurung kelapa yang dihasilkan oleh industri kelapa parut kering dan industri minyak kelapa hanya dianggap sebagai limbah, padahal jika diolah lebih lanjut, akan dapat menciptakan nilai tambah dari komoditas kelapa. Salah satu produk olahan tempurung kelapa yang mempunyai prospek cerah adalah karbon aktif. Menurut Hoque, karbon aktif dari tempurung kelapa, memiliki beberapa kelebihan daripada bahan lain, yaitu tingkat kekerasan yang tinggi sehingga

mempermudah karakteristik penanganannya, luas permukaannya di atas 1500m²/g, daya serapnya tinggi, abunya sedikit, dan kemurniannya tinggi.

Pada dasarnya, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari dua tahapan, yaitu karbonisasi dan aktivasi baik secara kimia, maupun fisika. Karbonisasi merupakan proses pirolisis atau pembakaran tidak sempurna dari bahan dasar yang digunakan tanpa adanya udara, biasanya pada temperatur 500^oC – 800^o C (Jankowska *et al*, 1991). Hasil karbonisasi merupakan bahan penyerap yang kurang aktif. Oleh karena itu proses aktivasi sangat dibutuhkan untuk mengubah arang menjadi karbon aktif yang porositas dan luas permukaan spesifiknya besar. Terdapat berbagai bahan aktivator dalam pembuatan karbon aktif. Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan logam alkali hidroksida, senyawa karbonat, sulfida, ZnCl₂, asam sulfat, asam fosfat, dan natrium klorida yang merupakan penyerap air (*dehydrating agent*).

Dari latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan berbagai macam bahan aktivator apabila ditambahkan pada saat karbonisasi. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh variasi konsentrasi berbagai macam bahan aktivator yang bersifat asam, basa, dan netral pada saat karbonisasi terhadap sifat karbon aktif yang dihasilkan.

II. BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa; NaCl, NaOH, H₂SO₄, Yod monochlorida, HCl p.a.; iodium, I₂ p.a., KI p.a., Na₂S₂O₃.5H₂O p.a., CuSO₄.5H₂O, amilum, air suling, kertas saring.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor karbonisasi, furnace, ayakan 30-60 mesh, kompor listrik, dan neraca analitik.

Pada tahap awal tempurung kelapa dibersihkan dengan menggunakan sabut kemudian dibentuk kecil – kecil lalu dikeringkan di panas matahari sampai kadar air sekitar 10%, kemudian

dimasukkan dalam reaktor dan dikarbonisasi sampai mencapai suhu 600^oC selama 4 jam. Arang hasil karbonisasi yang telah digerus dan diayak dengan ukuran 30 – 60 mesh. Tepung arang dicuci dengan HCL 0,1 N lalu dibilas dengan air hangat sampai pH filtrat netral selanjutnya dikeringkan pada oven suhu 105^oC selama 3 jam.

Sampel penelitian untuk aktivasi masing – masing ditetapkan 50 gram dari arang hasil karbonisasi. Sampel direndam dalam larutan NaCl, H₂SO₄, NaOH yang telah divariasi konsentrasinya yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20% selama 24 jam kemudian dikeringkan. Sampel diaktivasi pada suhu 500^oC dan dibiarkan selama 2 jam. Sampel yang telah diaktivasi, kemudian dikarakterisasi sesuai SNI 06-3730-1995 tentang Syarat Mutu Arang Aktif Teknis. Karakterisasi arang aktif dilakukan dengan melakukan empat macam pengujian, yaitu daya serap terhadap larutan I₂, penentuan bagian yang hilang pada pemanasan 950^oC, penentuan kadar air, dan kadar abu.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Sudjana, 1994). Perlakuan yang ditetapkan dalam penelitian, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan yang ditetapkan dalam penelitian.

Kode	Bahan Aktivator	Kode	Konsentrasi Bahan Aktivator
A1	NaCl	B1	5 %
A2	NaOH	B2	10 %
A3	H ₂ SO ₄	B3	15 %
		B4	20%

Keterangan: Setiap perlakuan diulang (3) tiga kali

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai jenis dan konsentrasi bahan aktivator berpengaruh terhadap kadar air dalam karbon aktif. Kadar air dengan berbagai perlakuan ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan kadar air dengan berbagai perlakuan

Perlakuan	Kadar Air (%)			Rata – rata (%)
	1	2	3	
A ₁ B ₁	2,70	2,47	2,66	2,61
A ₁ B ₂	2,56	2,81	2,48	2,62
A ₁ B ₃	3,79	3,74	4,35	3,96
A₁B₄	4,93	5,12	4,58	4,88
A ₂ B ₁	6,75	7,44	7,47	7,22
A ₂ B ₂	2,97	2,85	2,82	2,88
A ₂ B ₃	6,18	5,53	5,47	5,73
A ₂ B ₄	2,79	2,01	2,70	2,50
A ₃ B ₁	4,56	5,58	4,96	5,03
A ₃ B ₂	8,48	10,83	9,56	9,62
A ₃ B ₃	8,83	6,14	7,12	7,36
A ₃ B ₄	5,43	4,23	5,59	5,08

Tabel 3. Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap kadar air

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	11	1047.34	95.21	38.08**	2.10	3.07
Bahan aktivator	2	946.70	473.35	83.15**	3.40	5.61
Konsentrasi aktivator	3	891.09	297.03	8.90**	3.01	4.72
Interaksi	6	90.0	15.00	37.65**	2.51	3.67
Galat	24	9.56	0.40	-	-	-
Total	35	1056.9	-	-	-	-

** nyata pada taraf 1%

Menurut SNI No. 06-3730-1995, syarat mutu kadar air dari karbon aktif maksimal sebesar 15 % (Anonim, 1995). Dari Tabel 2 terlihat bahwa kadar air dari berbagai bahan aktivator memenuhi persyaratan.

Hasil analisa sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap kadar air ditunjukkan dalam Tabel 3.

Berdasarkan analisa sidik ragam yang terdapat dalam Tabel 3, dapat diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa perlakuan jenis bahan aktivator dan variasi konsentrasinya berpengaruh sangat nyata (pada taraf 1%) terhadap kadar air.

Kadar air terendah terdapat pada A₂B₄ (NaOH 20%) yaitu sebesar 2,50% dan tertinggi pada A₃B₂ (H₂SO₄ 10%) sebesar 9,62%. Rata – rata kadar air NaCl dan NaOH rendah. Rendahnya kadar air ini dapat disebabkan natrium klorida (NaCl) maupun natrium hidroksida (NaOH) bersifat higroskopis sehingga air (H₂O) yang terdapat dalam bahan bereaksi dengan NaCl membentuk NaOH dan HCl, dan bereaksi dengan NaOH membentuk NaOH.H₂O. Sedangkan kadar air yang terdapat pada H₂SO₄ cenderung tinggi, hal ini disebabkan adanya pemanasan pada waktu proses pengarangan sehingga air yang terikat dalam bahan baku teruapkan.

Tabel 4. Hasil perhitungan kadar abu dengan berbagai perlakuan.

Perlakuan	Kadar Abu (%)			Rata – rata (%)
	1	2	3	
A ₁ B ₁	1,47	1,80	1,64	1,64
A ₁ B ₂	2,23	2,87	2,31	2,47
A ₁ B ₃	2,62	2,55	3,23	2,80
A₁B₄	3,29	3,74	3,58	3,54
A ₂ B ₁	2,99	2,29	2,73	2,67
A ₂ B ₂	3,70	3,00	2,85	3,18
A ₂ B ₃	3,78	3,99	3,60	3,79
A ₂ B ₄	3,91	4,23	4,57	4,24
A ₃ B ₁	3,02	3,19	3,94	3,38
A ₃ B ₂	0,89	1,28	1,03	1,06
A ₃ B ₃	1,33	1,40	1,36	1,36
A ₃ B ₄	1,43	1,54	1,31	1,43

Berbagai jenis dan konsentrasi bahan aktivator berpengaruh terhadap kadar abu dalam karbon aktif. Hasil perhitungan kadar abu dengan berbagai perlakuan ditunjukkan dalam Tabel 4.

Menurut SNI No. 06-3730-1995, syarat mutu kadar abu dari karbon aktif maksimal sebesar 10% (Anonim, 1995). Dari Tabel 4 terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar abu seiring dengan penambahan konsentrasi jenis bahan aktivator. Kadar abu karbon aktif berkisar antara 1,06% - 3,79%. Angka ini memenuhi persyaratan SNI karena kadarnya kurang dari 10 % (Anonim, 1995). Kadar abu terendah terdapat pada karbon aktif yang direndam dengan A₃B₂ (H₂SO₄ 10%), yaitu sebesar 1,06 % dan yang tertinggi terdapat dalam karbon aktif yang direndam dengan A₂B₄ (NaOH 20%) yaitu sebesar 4,24 %. Besarnya kadar abu ini disebabkan adanya kation Na⁺ dari bahan pengaktif yang terikat dalam karbon aktif, sehingga pada waktu pemanasan 500 °C selama 6 jam kation Na⁺ tersebut menjadi abu.

Disisi lain, dapat disebabkan pada waktu aktivasi terjadi kontak dengan udara sehingga terjadi proses pembakaran lebih lanjut dimana karbon aktif yang terbentuk berubah menjadi abu. Kadar abu ini mengindikasikan kemurnian dari karbon aktif yang dihasilkan. Ini berarti bahwa semakin murni karbon aktif yang dihasilkan, maka semakin bagus kualitas karbon aktif yang dihasilkan.

Hasil analisa sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap kadar abu ditunjukkan dalam Tabel 5.

Berdasarkan analisa sidik ragam yang terdapat dalam Tabel 5, dapat diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa perlakuan jenis bahan aktivator dan variasi konsentrasinya berpengaruh sangat nyata (pada taraf 1%) terhadap kadar abu dalam karbon aktif.

Tabel 5. Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap kadar abu.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	11	1047.34	95.21	35.91**	2.10	3.07
Bahan aktivator	2	946.70	473.35	89.69**	3.40	5.61
Konsentrasi aktivator	3	891.09	297.03	11.28**	3.01	4.72
Interaksi	6	16.83	2.80	30.30**	2.51	3.67
Galat	24	9.56	0.40	-	-	-
Total	35	1056.90	-	-	-	-

** nyata pada taraf 1%

Tabel 6. Hasil perhitungan bagian yang hilang pada 950°C dengan berbagai perlakuan.

Perlakuan	Bagian yang hilang pada 950°C (%)			Rata – rata (%)
	1	2	3	
A ₁ B ₁	3,38	3,78	2,65	3,27
A ₁ B ₂	25,78	24,17	27,51	25,82
A ₁ B ₃	9,77	11,84	10,42	10,68
A₁B₄	14,45	15,08	14,36	14,63
A ₂ B ₁	17,30	16,82	16,68	16,93
A ₂ B ₂	9,59	8,23	9,07	8,96
A ₂ B ₃	6,91	7,76	6,18	6,95
A ₂ B ₄	12,38	13,24	11,72	12,45
A ₃ B ₁	3,75	2,72	3,61	3,36
A ₃ B ₂	7,64	5,82	6,11	6,52
A ₃ B ₃	7,71	7,61	9,97	8,43
A ₃ B ₄	13,47	14,28	12,38	13,38

Berbagai jenis dan konsentrasi bahan aktivator berpengaruh terhadap bagian yang hilang pada 950°C dalam karbon aktif. Hasil perhitungan bagian yang hilang pada 950°C dengan berbagai perlakuan ditunjukkan dalam Tabel 6.

Menurut SNI No. 06-3730-1995, syarat mutu bagian yang hilang pada 950°C dari karbon aktif maksimal sebesar 25% (Anonim, 1995). Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa besarnya bagian yang hilang pada pemanasan 950°C bervariasi, yang

terendah pada A₁B₁ (NaCl 5%) sebesar 3,27%, dan tertinggi pada konsentrasi A₁B₂ (NaCl 10%) sebesar 25,82 %. Angka ini tidak sesuai dengan persyaratan SNI karena kadarnya lebih besar dari 25 % (Anonim, 1995). Tingginya bagian yang hilang ini mungkin disebabkan kandungan sulfur dan nitrogen yang terdapat dalam karbon aktif bereaksi dengan NaCl menghasilkan senyawa yang mudah menguap pada waktu pemanasan di atas 900°C.

Tabel 7. Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap bagian yang hilang pada 950°C.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F table	
					0.05	0.01
Perlakuan	11	1047.34	95.21	142.19**	2.10	2.21
Bahan activator	2	946.70	473.35	115.81**	3.40	3.07
Konsentrasi aktivator	3	891.09	297.03	103.06**	3.01	5.61
Interaksi	6	865.85	144.31	170.54**	2.51	3.67
Galat	24	9.56	0.40	-	-	-
Total	35	1056.9	-	-	-	-

** nyata pada taraf 1%

Hasil analisa sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap bagian yang hilang pada 950°C ditunjukkan dalam Tabel 7.

Berdasarkan analisa sidik ragam yang terdapat dalam Tabel 7, dapat diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti bahwa perlakuan jenis bahan aktivator dan variasi konsentrasinya berpengaruh sangat nyata (pada taraf 1%) terhadap bagian yang hilang pada 950°C dalam karbon aktif.

Berbagai jenis dan konsentrasi bahan aktivator berpengaruh terhadap daya serap iodium dalam karbon aktif. Penetapan daya serap karbon aktif terhadap iodium ini merupakan persyaratan umum untuk menilai kualitas karbon aktif. Hasil perhitungan daya serap iodium dengan berbagai perlakuan ditunjukkan dalam Tabel 8.

Menurut SNI No. 06-3730-1995, syarat mutu daya serap iodium dari karbon aktif minimal sebesar 750 mg/g (Anonim, 1995). Berdasarkan Tabel 8, terlihat bahwa besarnya daya serap iodium bervariasi. Daya serap terendah terhadap iodium terdapat pada A₂B₁ (NaOH 5 %) yaitu sebesar 149,39 mg/g, sedangkan tertinggi pada A₁B₄ (NaCl 20%) yaitu sebesar 761,07 mg/g. Berdasarkan hal ini, maka hanya karbon aktif yang menggunakan bahan aktivator A₁B₄ (NaCl 20%) saja yang memenuhi persyaratan SNI, yaitu di atas 750 mg/g (Anonim, 1995). Kecilnya daya serap terhadap iodium ini bisa disebabkan perendaman arang dalam bahan aktivator

dilakukan secara statis sehingga arang belum menyerap bahan aktivator secara maksimal.

Kandungan lignin pada tempurung kelapa (29,40%) oleh adanya dekomposisi pirolisis menyebabkan terbentuknya tar yang dapat menutup pori. Penambahan bahan aktivator mampu membatasi pembentukan tar menjadi minimal, sehingga penutupan pori oleh tar bisa berkurang. Hal inilah yang menyebabkan meningkatnya bilangan iodium seiring dengan meningkatnya konsentrasi berbagai bahan aktivator. Dengan proses aktivasi, daya serap terhadap iodium meningkat karena proses aktivasi mampu mengembangkan struktur pori melalui pembentukan pori baru maupun melalui terbukanya materi penyumbat pori oleh adanya pemanasan.

Besarnya daya serap terhadap iodium dengan aktivator A₁B₄ (NaCl 20%) menunjukkan bahwa NaCl dapat digunakan sebagai bahan aktivator yang paling baik dibandingkan dengan jenis aktivator yang lain. Aktivator NaCl dapat digunakan sebagai bahan aktivator, dimana ion natrium akan terserap ke dalam pori arang sehingga pada waktu pemanasan kisi – kisi ruang dalam karbon aktif akan terbuka. Proses ini dipercepat dengan gas Cl₂ yang berasal dari NaCl sehingga senyawa hidrokarbon yang masih menempel pada permukaan arang terbuang, akibatnya luas permukaan dan daya absorpsinya akan meningkat.

Tabel 8. Hasil perhitungan daya serap iodium dengan berbagai perlakuan

Perlakuan	Daya serap iodium (mg/g)			Rata – Rata (mg/g)
	1	2	3	
A ₁ B ₁	297,85	274,83	288,98	287,22
A ₁ B ₂	402,27	418,42	439,95	420,21
A ₁ B ₃	499,23	433,38	440,36	457,66
A₁B₄	782,00	776,06	725,16	761,07
A ₂ B ₁	142,97	152,68	152,52	149,39
A ₂ B ₂	161,19	150,20	179,15	163,51
A ₂ B ₃	183,56	208,58	208,10	200,08
A ₂ B ₄	324,67	356,51	392,30	357,83
A ₃ B ₁	149,43	159,37	176,60	161,8
A ₃ B ₂	235,18	276,57	237,86	249,87
A ₃ B ₃	252,14	236,56	225,48	238,06
A ₃ B ₄	362,65	399,99	374,88	379,17

Tabel 9. Ringkasan analisis sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap daya serap iodium

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	11	1047.34	95.21	193.97**	2.10	2.21
bahan activator	2	946.70	473.35	517.16**	3.40	3.07
konsentrasi activator	3	891.09	297.03	312.39**	3.01	5.61
Interaksi	6	76211.75	12701.96	27.03**	2.51	3.67
Galat	24	9.56	0.40	-	-	-
Total	35	1056.9	-	-	-	-

** nyata pada taraf 1%

Hasil analisa sidik ragam pengaruh bahan aktivator dan konsentrasi aktivator terhadap daya serap iodium ditunjukkan dalam Tabel 9.

Berdasarkan analisa sidik ragam yang terdapat dalam Tabel 9, dapat diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan jenis bahan aktivator dan variasi konsentrasinya berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap iodium. Semakin besar konsentrasi bahan aktivator, semakin besar pula daya serap terhadap iodium.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Tempurung kelapa dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai karbon aktif yang berkualitas baik. Kualitas karbon aktif yang terbaik didapat dari konsentrasi NaCl sebesar 20% dengan karakter berupa kadar air 4,88%, kadar abu 3,54%, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C 14,63%, dan daya serap terhadap iodium 761,07 mg/g.

2. Saran

Supaya digunakan aktivator NaCl dengan konsentrasi tinggi supaya dihasilkan kualitas karbon aktif yang cukup baik.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1995, *SNI 06-3730-1995 Tentang Syarat Mutu Arang Aktif Teknis*, Departemen Perindustrian, Jakarta.
2. Akuba, R.H., 1990, *Potensi, Prospek, dan Masalah Pengembangan Kelapa di Indonesia*, Belum diterbitkan
3. Hoque, M.M., M.M., Ota, M., and Bhattacharya, S.C, 2002, *Activated Charcoal from Coconut shell Using ZnCl₂ Activation*, Biomass and Bioenergy 22
4. Janskowska, H., Swiatkowski, A., and CHOMA, J., 1991, *Active Carbon*, Horwood, London
5. Sudjana, 1994, *Desain dan Analisis Eksperimen*, PT. Tarsito, Bandung