

PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI ARANG SISA PEMBUATAN ASAP CAIR CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN METODE AKTIFASI KIMIA-FISIKA

Rozanna Sri Irianty

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Laboratorium Pemisahan, Universitas Riau,
Jalan Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Panam
rozanna.sri.irianty@yahoo.co.id

Abstrak

Pada tahap pirolisis pembuatan asap cair menghasilkan residu berupa arang. Arang tersebut bila diolah lebih lanjut dapat menghasilkan arang aktif. Ketersediaan cangkang kelapa sawit bertambah seiring dengan semakin luasnya perkebunan kelapa sawit. Untuk itu dilakukan upaya pemanfaatan cangkang kelapa sawit melalui industri asap cair yang menghasilkan residu arang. Daya serap arang dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan arang. Pada penelitian ini pengaktifan arang menggunakan metode aktifasi kimia-fisika. Aktifator yang dipakai adalah NaOH, HCL dan Na₂CO₃ dengan konsentrasi 1%, 1,5% dan 2%, sedangkan aktifasi fisika dengan cara pemanasan pada suhu 800°C selama 60 menit. Arang dalam bentuk serbuk yang telah diaktifkan, dianalisa kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap iodium. Hasil menunjukkan arang yang diaktifkan dengan HCL 2% menghasilkan kualitas terbaik untuk karakteristik kadar air, kadar abu dan daya serap iodium memenuhi standar SNI 06-3730-199.

Kata kunci : arang; arang aktif; aktifasi kimia-fisika.

PENDAHULUAN

Setiap industri selalu menghasilkan limbah, baik yang berbahaya maupun yang tidak berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Industri asap cair adalah industri yang hampir tidak menghasilkan limbah. Karena menghasilkan komponen senyawa fenol yang berperan sebagai zat antioksidan, asap cair dijadikan alternatif untuk menggantikan fungsi formalin sebagai pengawet bahan pangan yang berbahaya bagi kesehatan (Solichin, 2008). Asap cair juga dapat diaplikasikan untuk proses pengasapan sehingga pencemaran lingkungan dan kualitas bahan pangan yang tidak konsisten akibat pengasapan tradisional dapat dihindari (Prananta, 2007). Penggunaan asap cair tidak hanya di bidang industri makanan, namun juga di bidang industri perkebunan dan industri kayu. Pada industri perkebunan, asap cair berfungsi sebagai pembeku dan pengawet dalam pengolahan RSS (ribbed smoked sheet), sedangkan pada industri kayu, kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu yang tanpa diolesi asap cair (Prananta, 2007). Pada proses pirolisis asap cair dihasilkan tiga macam penggolongan produk, yaitu gas-gas yang dikeluarkan pada proses karbonisasi (CO₂, CO, CH₄, H₂, C₂H₆ dan hidrokarbon tak jenuh), destilat (asap cair dan tar), dan residu berupa arang (Tahir,

1992). Dari produk pirolisis tersebut yang merupakan limbah hanya gas-gas yang tidak terkondensasi, sedangkan tar dan arang tidak dapat dikatakan limbah, karena tar dapat digunakan sebagai bahan pengawet, insektisida dan obat sedangkan arang dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar dan bila diolah lebih lanjut dapat menjadi produk briket arang dan arang aktif (Pari, 2002).

Arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap), pembersih dan pemurnian. Dengan demikian, arang aktif banyak digunakan oleh industri yang bergerak pada sektor pemurnian, seperti industri gula, minyak dan lemak, kimia dan farmasi, serta pemurnian air (Hambalik, dkk, 2006A). Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Andriyasih (2008), pembuatan asap cair pada kondisi operasi optimum asap cair (350°C dengan waktu pirolisis 90 menit) akan menghasilkan arang sebesar 51,56%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan asap cair akan menghasilkan arang setengah dari massa bahan baku, dimana pada pembuatan asap cair skala industri, ketersediaan arang akan sangat melimpah mengingat perkembangan asap cair kian pesat di bidang industri. Dari uraian diatas, salah satu cara untuk memanfaatkan arang sisa pembuatan asap cair adalah dengan memprosesnya menjadi arang aktif.

Arang umumnya mempunyai daya adsorpsi yang rendah dan daya adsorpsi itu dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan arang menggunakan uap atau bahan kimia (Wahjuni, 2008). Secara umum proses aktivasi arang dapat dibagi menjadi dua, yaitu proses aktivasi kimia dan proses aktivasi fisika. Metode aktivasi yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi antara metode aktivasi fisika dan metode aktivasi kimia. Aktivasi terhadap arang sisa pembuatan asap cair dengan melakukan aktivasi kimia kemudian dilanjutkan dengan aktivasi fisika menggunakan uap air. Variabel yang dipilih adalah jenis aktifator dan konsentrasi aktifator, sedangkan variabel tetap adalah suhu aktivasi, waktu aktivasi, laju alir uap air dan ukuran partikel arang. Arang aktif yang dihasilkan dianalisa berdasarkan syarat mutu arang aktif teknis SNI 06-3730-1995.

TINJAUAN PUSTAKA

Kata arang atau karbon berasal dari bahasa latin “carbo” yang berarti arang. Permukaan arang mempunyai sifat mampu menarik zat lain yang sejenis atau senyawa lain yang mengandung karbon. Kemampuan arang menyerap zat-zat organik sangat bergantung pada luas permukaan pori-porinya. Semakin luas permukaan pori-pori, semakin tinggi daya serapnya (Toyoda, 2002).

Luas permukaan, dimensi, dan distribusi arang aktif bergantung pada bahan baku serta pengarangan dan pengaktifannya. Berdasarkan ukuran pori, arang aktif diklasifikasikan menjadi mikropori (diameter < 2 nm), mesopori (2–50 nm), dan makropori (> 50 nm) (Baker 1997). Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon dalam jumlah cukup banyak, di antaranya adalah tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit, serbuk gergaji, ampas tebu, tongkol jagung, sekam padi, gambut, kayu, ubi kayu, batubara, dan tulang (Subiarto, 2000).

Secara umum pembuatan arang aktif berlangsung tiga tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktifasi [Cheremisinoff dan AC. Moressi, 1978].

- Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105°C selama 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku.

- Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi adalah peristiwa yang harus dilalui dalam pembuatan arang aktif. Bahan baku yang mengandung karbon didekomposisi termal untuk memisahkan bahan non karbon yang terperangkap dalam bahan baku, sehingga sebagian besar yang tersisa dari bahan adalah karbon. Proses karbonisasi ini dilakukan pada suhu $450\text{-}750^{\circ}\text{C}$. Selain bahan non karbon, sebagian karbon akan ikut menguap karena bahan non karbon terikat pada rantai karbon, yaitu berupa CO, CO₂, maupun hidrokarbon ringan yang berupa gas.

- Proses Aktifasi

Aktifasi adalah suatu perubahan fisika dimana permukaan karbon aktif menjadi jauh lebih banyak karena hidrokarbon yang terkandung dalam karbon disingkirkan. Untuk memperoleh arang yang berpori, dan luas permukaan yang besar dapat diperoleh dengan cara mengaktifasi bahan. Ada dua cara dalam melakukan proses aktifasi yaitu:

- a. Aktifasi Fisika

Aktifasi fisika melibatkan aktifator seperti uap air dan CO₂. Proses aktifasi dilakukan dengan mengalirkan aktifator dalam reaktor pada suhu tinggi. Aktifasi dengan uap air dilakukan pada suhu $750\text{-}900^{\circ}\text{C}$ dan aktifasi dengan CO₂ dilakukan pada suhu $850\text{-}1100^{\circ}\text{C}$. Namun aktifasi dengan CO₂ jarang dilakukan karena reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis sehingga lebih

sulit dikontrol (Supranto, S., 2005). Proses ini harus mengontrol suhu, lama waktu aktivasi dan laju alir aktifator sehingga dihasilkan karbon aktif dengan susunan karbon yang padat dan pori yang luas.

b. Aktivasi Kimia

Metode ini dilakukan dengan cara merendam bahan baku pada bahan kimia seperti HCl, HNO₃, H₃PO₄, CN, Ca(OH)₂, CaCl₂, Ca(PO₄)₂, NaOH, KOH, Na₂SO₄, SO₂, ZnCl₂, dan Na₂CO₃ (Kateren, 1987) sebelum proses karbonisasi. Metode aktivasi kimia juga dapat dilakukan dengan merendam bahan baku yang telah dikarbonisasi.

Baik dengan menggunakan metode fisika maupun metode kimia, arang aktif yang dihasilkan haruslah memenuhi standar yang berlaku di pasaran. Salah satu standar kelayakan arang aktif adalah SNI. Tabel berikut menunjukkan syarat-syarat arang aktif berdasarkan SNI.

Tabel 1 Syarat Mutu Arang Aktif Teknis Berdasarkan SNI 06-3730-1995

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, %	-	maks. 15	maks. 25
2	Air, %	-	maks. 4,4	maks. 15
3	Abu, %	-	maks 2,5	Maks 10
4	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ternyata	Tidak ternyata
5	Daya serap terhadap I ₂	Mg/g	Min. 750	Min. 750
6	Karbon aktif murni, %	-	Min. 80	Min. 65
7	Daya serap terhadap benzene, %	-	Min. 25	-
8	Daya serap terhadap biru metilena	ml/g	Min. 60	Min. 120
9	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45-0,55	0,30-0,35
10	Lolos ukuran mesh 325%	-	-	Min. 90
11	Jarak mesh, %	-	90	-
12	Kekerasan, %	-	80	-

Sumber: Dewan Standarisasi Nasional-DSN, 1995

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit, aquades, NaOH, HCl, dan Na₂CO₃. Alat yang digunakan adalah reaktor pirolisis, boiler, *tube* aluminium dengan panjang 40 cm, *tube furnace*, kompor gas berikut tabung gas dan karburator, selang plastik tahan panas dan pipa aluminium, mold dan lumbung kayu, ayakan 40 mesh dan 60 mesh, Erlenmeyer.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan, tahap persiapan aktivasi, tahap aktivasi dan tahap pengujian sampel.

Tahap Karbonisasi

- Cangkang kelapa sawit ditimbang hingga massanya 250 gram kemudian dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Suhu pirolisis di set menjadi 500 °C dengan lama waktu 2 jam.
- Arang hasil pirolisis dikeluarkan, lalu proses karbonisasi dilakukan kembali hingga 15 kali run
- Semua arang dari proses karbonisasi dikumpulkan, kemudian ukuran arang diperkecil dengan cara ditumbuk menggunakan lumbung kayu dan mold
- Setelah ukuran arang diperkecil, arang diayak menggunakan mesh 40 dan mesh 60. Arang hasil ayakan yang digunakan untuk penelitian adalah arang dengan ukuran -40 +60 mesh.

Tahap Aktivasi Kimia

Arang yang telah ditumbuk hingga ukuran -40 +60 mesh diaktivasi dengan 3 senyawa pengaktifasi yaitu NaOH, HCl, dan Na₂CO₃. Arang ditimbang sebanyak 30 gram untuk masing-masing senyawa pengaktifasi, dimasukkan ke dalam 3 gelas beker. Pada proses aktivasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam. Setelah itu arang dicuci dengan aquades dan ditiriskan menggunakan kertas saring dan *vacuum* sampai air pembilas netral (pH = 7), lalu arang dikeringkan dalam oven pada suhu ±115⁰C hingga air hilang. Untuk mengetahui bahwa air dalam arang aktif telah hilang, maka setiap 15 menit berat arang ditimbang hingga beratnya konstan. Kemudian didinginkan dalam desikator dan disimpan dalam wadah tertutup. Prosedur di atas

dilakukan sebanyak 3 kali dengan membedakan konsentrasi masing-masing pengaktifator, yaitu pada konsentrasi 1%, 1,5% dan 2% . Arang yang telah kering diaktifasi secara fisika.

Tahap Aktifasi Fisika

Timbang sampel sebanyak 30 gr, kemudian dimasukan kedalam *tube*. *Tube* selanjutnya dimasukkan kedalam *furnace*, suhu set point (SP) di set menjadi 100°C, kemudian suhu alarm di set sesuai suhu SP. Hingga suhu yang diinginkan tercapai, suhu selalu diset setiap kenaikan suhu 100 °C. Kompur gas dihidupkan sebelum suhu yang diinginkan tercapai, hingga ketika suhu yang diinginkan tercapai boiler menghasilkan uap air. Waktu aktifasi dihitung saat suhu tercapai atau pada saat boiler pertama kali menghasilkan uap air, suhu yang diinginkan adalah 800 °C selama 60 menit. Setelah selesai aktifasi, arang dikeluarkan dari *tube* dan ditimbang massanya, lalu dianalisa mutu arang aktif berupa penentuan karakteristik arang aktif berdasarkan syarat mutu arang aktif teknis SNI 06-3730-1995.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Arang Aktif

Penetapan rendemen arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah arang aktif yang dihasilkan setelah melalauai proses aktifasi. Rendemen arang aktif yang dihasilkan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rendemen Arang Aktif

No.	Aktifator	Rendeman (%)		
		1(%)	1,5(%)	2(%)
1	NaOH	82	84	90
2	HCl	78	81	85
3	N ₂ CO ₃	80	86	89

Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higrokopis arang aktif. Kadar air arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 1,2% - 2,7% (Tabel 3). Kadar air terendah diperoleh dari arang yang diaktifkan dengan aktifator HCl yaitu 1,2% dan kadar air tertinggi diperoleh dari arang yang diaktifkan dengan aktifator NaOH. Arang aktif yang dihasilkan dari penelitian ini untuk persyaratan kadar air semuanya memenuhi

standart kualitas arang aktif. Berdasarkan SNI 06-3730-1995, kadar air maksimum adalah 15% untuk arang aktif berbentuk serbuk.

Tabel 3 Kadar Air dari Arang Aktif

No.	Aktifator	Kadar Air (%)		
		1(%)	1,5(%)	2(%)
1	NaOH	2,7	2,4	2,2
2	HCl	1,5	1,3	1,2
3	N ₂ CO ₃	1,9	1,7	1,5

Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa pada saat karbonasi air yang terikat pada bahan baku lebih dahulu keluar sebelum diaktifasi. Data hasil pengujian kadar air untuk arang aktif dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 4,7% - 8,5% (Tabel 4). Kadar abu terendah dihasilkan dari arang yang diaktifasi dengan aktifator HCl, yaitu sebesar 4,7%, sedangkan kadar abu yang tertinggi diperoleh dari arang yang diaktifasi dengan aktifator NaOH.

Kadar abu yang dihasilkan dari penelitian ini semuanya memenuhi standart kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10% untuk arang aktif berbentuk serbuk.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kecendrungan semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif maka kadar abu yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian Pari et.al (2000) dalam Pujiarti dan Sutapa (2005) yang membuat arang aktif dari kayu Acasia mangium, dimana semakin tinggi konsentarsi bahan pengaktif, kadar abu yang dihasilkan makin rendah. Hasil penelitian kadar abu untk arang aktif dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Kadar Abu dari Arang Aktif

No.	Aktifator	Kadar Abu (%)		
		1(%)	1,5(%)	2(%)
1	NaOH	8,5	8,1	7,8

2	HCl	5,3	5,0	4,7
3	N ₂ CO ₃	7,0	6,6	6,1

Pengujian Daya Serap Terhadap Iodiu

Kualitas arang aktif pada penelitian ini dilihat dari daya serapnya terhadap iodin. Penetapan daya serap arang aktif terhadap iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Tabel 5 memperlihatkan bilangan iodin pada masing-masing aktifasi.

Tabel 5 Bilangan Iodium dari Arang Aktif

No.	Aktifator	Bilangan Iodium		
		1(%)	1,5(%)	2(%)
1	NaOH	924,5	976,8	981,4
2	HCl	1.101,4	1.106,5	1.115,6
3	N ₂ CO ₃	1.009,5	1.011,7	1.015,5

Pengujian daya serap arang aktif terhadap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif menyerap larutan berwarna. Daya serap terhadap iodium diperoleh berkisar 924,5 s/d 1.115,6 mg/gr (Tabel 5). Daya serap tertinggi diperoleh dari arang aktif yang diaktifasi dengan aktifator HCl, yaitu sebesar 1.115,5 mg/g, dan terendah diperoleh dari arang aktif yang diaktifator dengan NaOH, yaitu sebesar 924,5 mg/gr.

Daya serap arang aktif yang diperoleh ini semuanya memenuhi standard kualitas arang arktif berdasarkan SNI 06-3730-95, yaitu minimal 750 mg/gr untuk arang aktif berbentuk serbuk. Besarnya daya serap arang aktif terhadap iodium kemungkinan disebabkan pada waktu aktifasi banyak permukaan karbon yang teraktifasi. Berdasarkan nilai daya serap iodium arang aktif yang dihasilkan cukup baik sebagai penjernih air, limbah cairan yang berasal dari zat warna dan lain-lain.

KESIMPULAN

1. Arang yang diaktifkan dengan zat pengaktifator berbeda menghasilkan arang aktif dengan kualitas yang berbeda.
2. Konsentrasi zat aktifator berkisar 1% - 2% mempengaruhi kualitas arang aktif yang dihasilkan.

- Arang aktif yang diaktifator dengan HCl 2% merupakan arang aktif dengan kualitas terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyasih, T., 2008, *Pembuatan Asap Cair Dari Cangkang Kelapa Sawit*, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Baker FS, Miller CE, Repik AJ, Tollens ED., 1997, Activated carbon. Di dalam: Ruthven DM, editor. *Encyclopedia of Separation Technology, Volume 1 (A Kirk-Othmer Encyclopedia)*. New York: J Wiley.
- Cheremisinoff & Morresi, 1978, *Carbon Adsorption Applications*, Carbon Adsorption Handbook, Ann Arbor Science Publishers, Inc, Michigan; 7-8.
- Dewan Standarisasi Nasional, 1995, *Syarat Mutu Arang Aktif Teknis Berdasarkan SNI 06-3730-1995*, Jakarta.
- Kateren, 1987, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Pari, G., 2005, *Pengaruh Lama Aktifasi Terhadap Struktur Kimia dan Mutu Arang Aktif serbuk Gergaji Sengon*, Jurnal Penelitian Hasil Hutan : Volume 23.No.3; Halaman 207-218.
- Prananta, J., 2007, *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa Serta Cangkang Sawit Untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami*, <http://www.scribd.com/doc/4142857/Asap-Cair>, 19 September 2008.
- Pujiarti, R., 2005, *Mutu Arang Aktif Dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai bahan penjernih air*, J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol3 No.2, Jogjakarta.
- Solichin, M., 2008, *Gema Industri Kecil, Standar & Teknologi, Asap Cair "Deorub" Menjadi Lokomotif Industri*, hal 71, Edisi XXI, Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, Jakarta.
- Subiarto, 2000, *Pengolahan Limbah Radioaktif (SR-90) Dengan Arang Aktif Lokal Dengan Metode Kolom*, Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif.
- Supranto, S., 2005, *Pembuatan Karbon Aktif dari Semikokas Dengan Aktifasi Uap Air dan Reaktor Unggun Tetap*, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.

- Tahir, I., 1992, *Pengambilan Asap Cair secara Destilasi Kering pada Proses pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa*, Skripsi, FMIPA Ugm, Yogyakarta.
- Toyoda, N., 2002, *Tentang Arang Aktif*, Wawasan, Suara Bekakak, No. VIII/Th. 2/ Oktober-Desember 2002, <http://www.riakbumi.or.id/download/sbedisi8.pdf>, 2 Agustus 2008.
- Wahjuni, S., 2008, *Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional Dengan Adsorben Arang Sekan Padi IR 64 yang Diaktifkan Dengan Kalium Hidroksida*, Jurnal Kimia 2(1), ISSN 1907-9850.