

**Pembuatan Karbon Aktif dari Ranting Bambu
Menggunakan Zat Aktivator Asam Phospat**
(Variabel Waktu Perendaman dan Konsentrasi Zat Aktivator)

Wilsen Collin dan Ani Purwanti

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Collinwilsen27@gmail.com

INTISARI

Pohon bambu memiliki banyak kegunaan dan hampir semua bagian dari pohon bambu dapat digunakan tak terkecuali dengan rantingnya. Dengan berkembangnya teknologi terutama di bidang teknik kimia, ranting bambu dapat diolah menjadi arang dengan pirolisis agar dapat mempunyai kegunaan yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan arang/karbon aktif dan mempelajari pengaruh waktu perendaman maupun konsentrasi larutan asam fosfat sebagai aktivator terhadap kualitas daya adsorbsinya maupun persentase hasil arang.

Pirolisis merupakan proses pemanasan bahan pada suhu tinggi tanpa terjadi kontak dengan udara. Ranting bambu dengan kadar air rata-rata sebesar 9,02% dan kadar abu rata-rata sebesar 1,59% sebelum pirolisis direndam dahulu dalam zat aktivator dengan variasi waktu perendaman dan variasi konsentrasi zat aktivator. Ranting bambu sebagai bahan baku setelah direndam dan ditiriskan, selanjutnya di jemur dibawah sinar matahari selama 1 hari, kemudian dimasukkan ke dalam alat pirolisis dan dilakukan pirolisis pada suhu tertentu. Pirolisis berlangsung ditandai dengan terjadinya semburan gas yang keluar dari alat pirolisis dan selesai apabila semburan gas telah berhenti, dan pemanasan dihentikan apabila telah mencapai waktu 45 menit. Hasil karbon selanjutnya dikeluarkan dan ditimbang untuk menentukan persentase hasil karbon aktif dan daya adsorpsi atau keaktifannya.

Berdasarkan hasil penelitian dengan pirolisis pada suhu 350°C, waktu 45 menit, diperoleh hasil terbaik pada waktu perendaman 24 jam dan konsentrasi larutan H₃PO₄ 12%, dengan kadar air rata-rata karbon aktif sebesar 1,2%, persentase hasil karbon aktif 26,48%, dan keaktifan arang aktif 380,28 mg/g. Keaktifan karbon aktif tersebut masih dibawah standar yang ada di pasaran (750 mg/g SNI 06-3730-1995).

Kata kunci: ranting bambu, pirolisis, karbon aktif

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Di Indonesia banyak terdapat industri dan banyak pula masalah yang disebabkan oleh industri tersebut, mulai dari gas beracun, asap, bau busuk pada industri gas, serta banyaknya polutan yang disebabkan oleh industri-industri tersebut.

Adsorpsi adalah proses penyerapan partikel suatu fluida (cair maupun gas) oleh suatu padatan, hal penting yang harus diperhatikan dalam adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben. Salah satu adsorben yang sangat potensial yaitu karbon atau arang aktif. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 89% - 95% karbon, yang umumnya dihasilkan dari bahan-bahan organik yang mengandung karbon/arang dengan pemanasan pada suhu tinggi (Chand et al., 2005).

Selama ini pembuatan arang aktif biasanya dari material-material organik yang memiliki kandungan karbon tinggi, seperti tempurung kelapa, ampas tebu, kayu dan limbah agrikultural seperti bambu (Suwanda, 2007). Penggunaan karbon/arang aktif di Indonesia masih sangat besar, namun pemenuhan akan kebutuhan arang aktif masih dilakukan dengan cara mengimpor. Pada tahun 2000 tercatat impor karbon aktif sebesar 2.770,573 ton, yang berasal dari negara Jepang, Hongkong, Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Cheremisinoff, 1993). Konsumsi arang aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya, terlihat pada tahun 2007 mencapai 300.000 ton.

Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3730 - 1995, persyaratan karbon/arang aktif sebagai adsorben seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan arang aktif sesuai SNI 06-3730 – 1995

Jenis Uji	Persyaratan
Air Abu	Maksimum 10%
Bagian yang tidak mengarang	Maksimum 2,5%
Daya serap terhadap larutan I ₂	Tidak ternyata 750 mg/g

2. Tinjauan Pustaka

Bambu memiliki sekitar 1000 spesies yang tumbuh dalam 80 negara dan sekitar 200 spesies ditemukan di Asia Tenggara (Dransfield, 1995), sedangkan di Indonesia sendiri lebih kurang ada 60 jenis bambu yang telah ditemukan.

Aktivasi karbon/arang aktif adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori-pori arang, yaitu dengan cara memecahkan ikatan-katan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan bahan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia dan akan berpengaruh terhadap daya adsorpsi atau kekatifan arang.

Pirolisis adalah proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik atau senyawa kompleks menjadi zat dalam tiga bentuk, yaitu: padatan, cairan dan gas; yang di sebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar pada suhu yang cukup tinggi (Setyaningsih, 2007). Pirolisis berdasarkan jenisnya terbagi menjadi dua, yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah proses pembentukan arang yang terjadi pada suhu 150°C – 300°C. Proses pengarangan tersebut terjadi karena adanya energi panas yang mendorong terjadinya oksidasi, sehingga suatu senyawa karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang. Pirolisis sekunder adalah proses lanjutan perubahan arang/karbon lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen, dan gas – gas hidrokarbon (Johanes, 1897).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian sains tentang pembuatan karbon/arang aktif

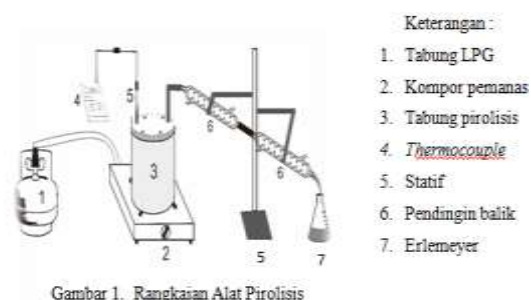
dengan menggunakan zat aktivator asam berupa larutan asam phospat; dengan variabel yang diteliti lama waktu perendaman dan konsentrasi larutan zat aktivator. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, IST AKPRIND Yogyakarta.

1. Bahan

Bahan baku yang digunakan berupa ranting bambu dan asam phosfat 85%, serta bahan lain berupa asam klorida 32%, natrium tiosulfat, iodium, aquades, dan kalium bikromat.

2. Alat

Alat-alat yang digunakan, yaitu tabung LPG, kompor pemanas, reaktor pirolisis, *thermocoupe*, statif, pendingin balik, erlenmeyer, dan *muffle furnace*. Adapun rangkaian alat pirolisis tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

3. Prosedur Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan bahan baku, proses aktivasi kimia, proses pengeringan, dan proses pirolisis.

- a. **Persiapan bahan baku**
Ranting bambu sebagai bahan baku dibersihkan dari pengotornya lalu dipotong-potong dengan ukuran tertentu dan diambil sampelnya untuk analisis kadar air dan kadar abu (Ketaren, 1986).
- b. **Proses aktivasi kimia**
Ranting bambu dengan berat dan ukuran tertentu yang telah dianalisis kadar air dan kadar abunya direndam dalam zat aktivator dengan variasi waktu lama perendaman dan variasi kosentrasi larutan zat aktivator. Hal ini bertujuan untuk membantu senyawa-senyawa kontaminan menjadi lebih mudah lepas, dan mengakibatkan luas

permukaan atau pori-pori arang aktif menjadi lebih besar, sehingga memperbesar daya serap.

- c. Proses pengeringan
Ranting bambu yang telah direndam kemudian di tiriskan dan dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari.
- d. Proses pirolisis
Ranting bambu dengan kadar air tertentu dimasukkan ke dalam tabung (silinder) untuk proses pirolisis. Proses pirolisis telah terjadi di tandai dengan semburan gas yang keluar dan berakhir pada saat semburan gas hilang. Selanjutnya tabung didinginkan dengan cara dibenamkan ke dalam pasir, dan setelah dingin hasil arang/karbon dapat diambil dan selanjutnya dilakukan analisis kadar air, hasil arang aktif, dan keaktifan arang aktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan percobaan pendahuluan untuk menentukan pengaruh jenis larutan asam sebagai aktivator, dalam hal ini digunakan asam klorida atau asam fosfat. Persentase hasil arang aktif dan keaktifan arang yang dihasilkan tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh jenis aktivator terhadap hasil arang aktif dan keaktifan arang aktif (berat 100,07 gram, volume asam 500 mL, kosentrasi asam 4%, suhu pirolisis 350°C, dan waktu pirolisis 45 menit).

Jenis larutan aktivator	Waktu perendaman (jam)	Hasil arang (%)	Keaktifan arang (mg/g)
HCl	4	27,40	263,56
	8	27,38	276,11
	12	27,33	287,40
	16	27,22	299,95
	20	26,86	313,76
	24	26,50	326,31
H ₃ PO ₄	4	27,31	313,76
	8	27,24	322,54
	12	27,20	328,82
	16	26,89	332,60
	20	26,52	336,35
	24	26,43	341,37

Berdasar Tabel 2 terlihat, bahwa terjadi perbedaan hasil arang aktif dan keaktifan arang antara hasil pirolisis bahan baku yang diaktivasi menggunakan asam klorida atau asam fospat. Arang aktif hasil pirolisis ranting bambu yang diaktivasi menggunakan asam fospat memiliki keaktifan 341,37 mg/g, sedangkan arang/karbon aktif hasil pirolisis ranting bambu yang diaktivasi menggunakan asam klorida memiliki keaktifan 326,31 mg/g. Berkenaan dengan hal tersebut, selanjutnya proses aktivasi bahan baku digunakan zat aktivator berupa larutan asam fospat.

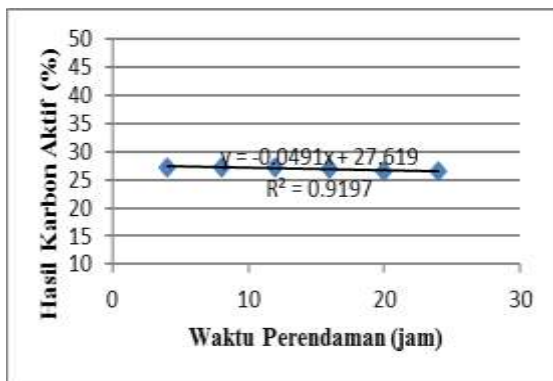
1. Pengaruh Waktu Perendaman terhadap hasil arang aktif dan keaktifan arang aktif

Pengaruh lama perendaman terhadap hasil arang/karbon dan keaktifan arang/karbon, yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh lama perendaman terhadap hasil arang aktif (berat bahan 100,07 g, volume asam fosfat 500 mL, kosentrasi asam fosfat 4%, suhu pirolisis 350°C, dan waktu pirolisis 45 menit).

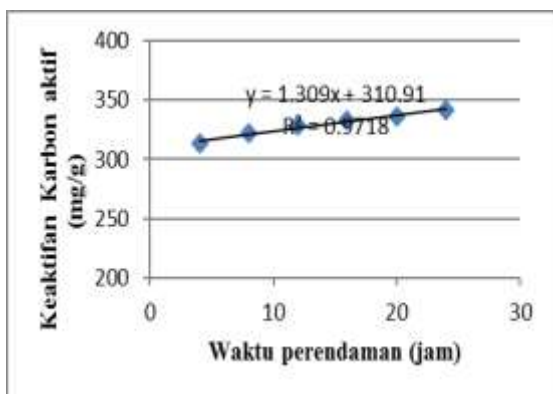
No.	Waktu perendaman (jam)	Hasil karbon aktif (%)	Keaktifan karbon aktif (mg/g)
1	4	27,31	313,76
2	8	27,24	322,54
3	12	27,20	328,82
4	16	26,89	332,60
5	20	26,52	336,35
6	24	26,43	341,37

Dari Tabel 3 dapat dilukiskan grafik hubungan antara waktu perendaman terhadap hasil arang/ karbon aktif seperti tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu perendaman dengan hasil karbon aktif.

Dari Tabel 3 juga dapat dilukiskan grafik hubungan antara waktu perendaman dan keaktifan karbon aktif seperti tercantum pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu perendaman dan keaktifan karbon aktif.

Dari Gambar 2 terlihat semakin lama waktu perendaman, maka hasil arang/karbon aktif semakin kecil dan pada Gambar 3 menunjukkan semakin lama waktu perendaman, keaktifan hasil arang semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama perendaman maka zat-zat pengotor yang menutupi pori-pori karbon aktif semakin mudah hilang pada saat proses pirolisis, sementara semakin dengan mudahnya zat-zat pengotor pada pori-pori karbon aktif tersebut hilang membuat pori-pori semakin besar sehingga meningkatkan keaktifan karbon aktif.

2. Pengaruh konsentrasi zat aktivator terhadap hasil arang aktif dan keaktifan arang.

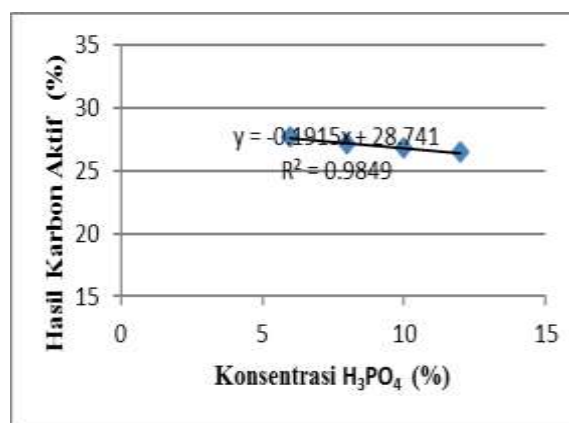
Pengaruh konsentrasi zat aktivator (asam fosfat) terhadap hasil arang aktif dan

keaktifan arang/karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi zat aktivator terhadap hasil arang/karbon (berat bahan 100,05 gram, waktu perendaman 24 jam, volume asam fosfat 500 mL, waktu pirolisis 45 menit, dan suhu 350°C).

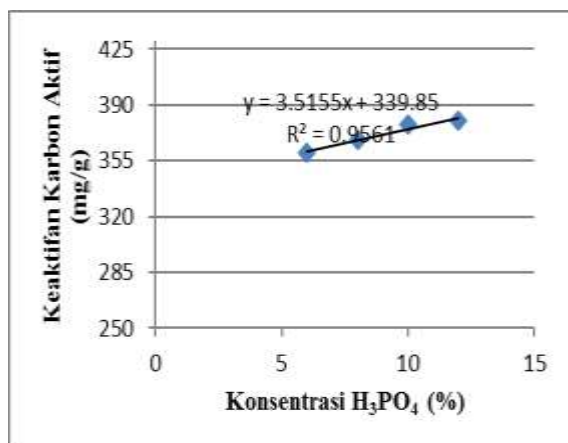
No.	Konsentrasi asam fosfat (%)	Hasil karbon aktif (%)	Keaktifan karbon aktif (mg/g)
1	6	27,65	360,19
2	8	27,13	367,73
3	10	26,81	377,77
4	12	26,48	380,28

Berdasar Tabel 4 dapat dilukiskan grafik hubungan antara konsentrasi asam fosfat (%) dengan hasil arang/karbon aktif (%) seperti tercantum pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik hubungan antara konsentrasi asam fosfat dan hasil karbon aktif

Dari Tabel 4 juga dapat dilukiskan grafik hubungan antara konsentrasi asam fosfat (%) dengan keaktifan arang/karbon aktif (mg/g), seperti tercantum pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi asam fosfat dengan keaktifan karbon.

Dari Gambar 4 dan Gambar 5 terlihat, bahwa konsentrasi asam fosfat mempengaruhi hasil karbon aktif dan keaktifan karbon aktif. Dari Gambar 4 terlihat semakin tinggi konsentrasi asam fosfat, hasil arang/karbon aktif semakin menurun; sedangkan dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat keaktifan karbon aktif semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi asam fosfat maka zat aktivator semakin reaktif, sehingga komponen pengotor pada karbon lebih mudah hilang pada proses pirolisis, sehingga karbon aktif semakin memiliki pori-pori besar dan dapat meningkatkan keaktifan arang/karbon aktif.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan dapat disimpulkan, bahwa:

1. Ranting bambu dapat digunakan sebagai bahan baku arang/karbon aktif dengan melakukan pirolisis.
2. Hasil arang/karbon aktif yang lebih baik pada pirolisis menggunakan activator larutan asam fosfat (H_3PO_4) dibanding menggunakan larutan HCL pada konsentrasi yang sama.
3. Pada pirolisis dengan menggunakan larutan aktivator asam fosfat, semakin lama waktu perendaman diperoleh hasil keaktifan karbon aktif semakin tinggi. Konsentrasi zat aktivator mempengaruhi hasil keaktifan karbon aktif, semakin

tinggi konsentrasi asam fosfat keaktifan karbon aktif hasil semakin tinggi.

4. Pada pirolisis dengan suhu $350^\circ C$, waktu pirolisis 45 menit, diperoleh hasil yang terbaik pada waktu perendaman 24 jam, konsentrasi asam fosfat 12%, diperoleh hasil arang/ karbon aktif sebesar 26,48% dengan keaktifan karbon aktif 380,28 mg/g dan kadar air karbon aktif 1,2%,. Karbon aktif yang dihasilkan masih dibawah SNI 06–3730-1995.

SARAN

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan alat yang lebih baik dan variasi suhu yang lebih tinggi, sehingga keaktifan karbon aktif dapat memenuhi standar SNI.
2. Diperlukan menampung dan menghitung tar dan asap cair yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chand, B. R. and Meenakshi, G., 2005, *Activated Carbon Adsorption*, Taylor and Francis Group, New York.
- Cheremisinoff, N. P., 1993, *Carbon Adsorption of Pollutant Control*, USA.
- Dransfield dan Widjaja, E. A. ,1995, *Bamboos Plant Resources of South-East*, Himpunan Sari Hasil
- Penelitian Rotan dan Bambu Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan, Bogor.
- Johanes, H., 1987, *Tungku Sekam-Bioarang, gambut-Bioarang, Batang kayu-bioaran Bambu-Bioarang, Kayu bulat-Bioarang dan Kayu bakar-Boiarang*, Seminar Rekayasa Pangan, Universitas Gajah Madah, Yogyakarta.
- Kateran, S., 1986, *Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1964, *Enchyclopedia of chemical technology, second edition* vol. IV, John Wiley Sons, Inc., New York, London Sydney.

Naniek Setyaningsih, 2007, *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktifator Larutan Garam Dapur*, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta

Suwanda, 2007, *Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Tebu Menggunakan Zat Pengaktif H_3PO_4* , Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.

<http://riau.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/component/content/article/88-info-teknologi/480-teknologi-pembuatan-arang-tempurung-kelapa> diakses pada Rabu, 1 Juli 201