

Pirolisis Limbah Pangkal Bambu Menjadi Karbon Aktif dan Asap Cair Menggunakan Zat Aktivator Asam Fosfat (H_3PO_4)

(Variabel Lama Waktu Perendaman dan Variabel Suhu)

Rahmat Ashary, Sumarni

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

email : rahmat.ashary@gmail.com

INTISARI

Pohon bambu memiliki banyak kegunaan termasuk pangkal bambu yang merupakan limbah dan tidak digunakan. Dengan berkembangnya teknologi terutama di bidang teknik kimia, pangkal bambu dapat diolah dengan pirolisis agar diperoleh bahan yang lebih bermanfaat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan karbon aktif dan kegunaannya serta mengetahui kualitas daya adsorpsi karbon aktif dari pangkal bambu terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi.

Proses pembuatan karbon aktif dilakukan dengan pirolisis, yaitu pemanasan, pembakaran tanpa terjadi kontak dengan udara luar. Limbah pangkal bambu dengan kadar air sebesar 6,1% direndam dalam zat aktivator H_3PO_4 dengan konsentrasi 12% selama 24 jam lalu ditiriskan 1 hari kemudian di pirolisis. Karbon hasil pirolisis selanjutnya direndam kembali dalam zat aktivator H_3PO_4 dengan variasi lama waktu perendaman dan variasi suhu pirolisis. Selanjutnya limbah pangkal bambu ditiriskan pada suhu kamar selama 1 hari kemudian di oven untuk mencari berat konstan. Karbon aktif kemudian dikeluarkan dan ditimbang untuk mengetahui % hasil karbon aktif dan daya adsorpsinya atau keaktifannya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan dua variabel yang berbeda didapatkan hasil terbaik pada variabel kedua dengan kondisi proses pirolisis dengan suhu $450^\circ C$, waktu pirolisis 75 menit, konsentrasi asam 12% dan dilakukan dua kali perendaman (sebelum dan sesudah pirolisis) selama 24 jam diperoleh keaktifan karbon aktif 487,296 mg/g dan hasil karbon aktif sebesar 27,73% dan hasil asap cair 56 mL. Keaktifan karbon tersebut masih dibawah standar yang ada di pasaran yaitu 750 mg/g (SNI 06-3730-1995).

Kata kunci : pangkal bambu, pirolisis, karbon aktif, asam fosfat.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang dengan tingkat aktivitas industri yang bisa dikatakan sibuk. Selain hal positif yang dirasakan dari efek tersebut, proses industri menghasilkan limbah baik cair, padat gas dan yang berbahaya dimana dapat mengganggu kelangsungan dan kenyamanan lingkungan sekitar.

Dari masalah tersebut, penanganan limbah harus dilakukan salah satunya yaitu dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penyerapan partikel suatu fluida (cair ataupun gas) oleh suatu padatan. hal yang terpenting dan harus paling diperhatikan dalam adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben. Salah satu adsorben yang paling potensial adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung (89-95)% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Chand et al., 2005).

Selama ini pembuatan arang aktif biasanya dari material-material organik yang

memiliki nilai karbon tinggi seperti tempurung kelapa, ampas tebu, kayu dan limbah agri kultural seperti bambu (Mue et al., 2010). Penggunaan arang aktif di Indonesia masih sangat besar, namun sangat disayangkan pemenuhan akan kebutuhan karbon aktif masih dilakukan dengan cara mengimpor. Pada tahun 2000 saja, tercatat impor karbon aktif sebesar 2.770.573 kg berasal dari negara Jepang, Hongkong Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Rini Pujiarti, J.P Gentur Sutapa). Konsumsi karbon aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya, misalkan pada tahun 2007 mencapai 300.000 ton/tahun.

Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Standard Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995

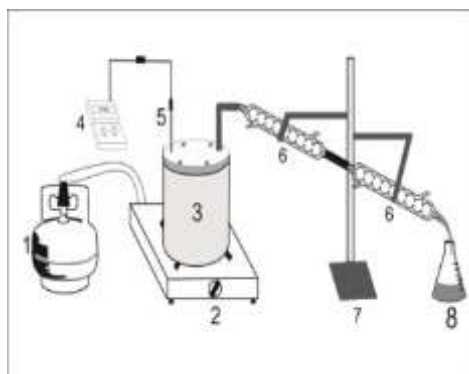
No.	Jenis Uji	Persyaratan
1.	Air	Maksimum 10%
2.	Abu	Maksimum 2,5%
3.	Bagian yang tidak mengarang	Tidak ternyata%
4.	Daya serap larutan terhadap I ₂	750 mg/g

METODE PENELITIAN

1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka dan memberikan perlakuan terhadap sampel yang diteliti. Penelitian dilakukan dengan mengambil variabel konsentrasi zat aktivator dan suhu.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah limbah pangkal bambu. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan :

- 1. Tabung LPG
- 2. Kompor
- 3. Tabung pirolisis
- 4. Thermokopel
- 5. Thermometer
- 6. Pendingin balik
- 7. Statif
- 8. Erlenmeyer

2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan mulai tahap persiapan bahan, proses aktivasi kimia dan pirolisis. Pangkal bambu dibersihkan dari pengotornya lalu dipotong-potong dengan ukuran tertentu dan diambil sebagian untuk analisis kadar air.

Untuk proses aktivasi kimia dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah pirolisis. Pada aktivasi pertama pangkal bambu direndam pada zat aktivator dan selanjutnya di pirolisis, kemudian pangkal

bambu yang telah di pirolisis direndam kembali dengan variasi lama waktu perendaman.

Pada proses pirolisis, pangkal bambu dengan kadar air tertentu dimasukan ke dalam tabung (silinder) untuk proses pirolisis. Proses pirolisis terjadi di tandai dengan semburan gas yang keluar dan proses pirolisis berakhir disaat semburan gas sudah habis. Asap yang melewati pendingin balik ditampung untuk mendapatkan asap cair. Selanjutnya tabung di dinginkan dengan cara dibenamkan ke dalam pasir, dan setelah dingin karbon aktif bisa diambil dan selanjutnya dilakukan analisis kadar air karbon aktif dan hasil karbon aktif.

3. Metode Analisa Data

a. Analisa Bahan Baku

a) Analisa kadar air

Ambil beberapa gram bahan kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 110⁰C, kemudian dimasukkan dalam deksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit lalu masukkan dalam eksikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang hingga dicapai berat konstan.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat bahan awal} - \text{berat bahan kering}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\%$$

b) Analisa kadar abu

Bahan baku diambil beberapa gram, lalu dipanaskan dalam alat muffle furnace pada suhu 600⁰C selama 3 jam kemudian alat dimatikan tunggu hingga dingin dan timbang hasil abu.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\%$$

b. Analisa Hasil

a) Kadar air pada karbon aktif

Pangkal bambu yang telah menjadi arang aktif diambil beberapa gram lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 110⁰C hingga diperoleh berat konstan, lalu dihitung kadar airnya.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat karbon aktif} - \text{berat karbon aktif kering}}{\text{berat karbon aktif}} \times 100\%$$

b) Hasil karbon aktif

Karbon aktif hasil pirolisis ditimbang untuk mengetahui beratnya.

$$\text{hasil karbon} = \frac{\text{berat karbon bebas air}}{\text{berat bahan baku bebas air}} \times 100\%$$

c) Keaktifan karbon aktif

Karbon aktif diambil 0,5 gram selanjutnya dihaluskan, kemudian ditambahkan 25 mL larutan iodin dan

diaduk selama 15 menit, kemudian di saring dengan kertas saring dan selanjutnya dititrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat dan ditambahkan indikator amilum. Catat volume Natrium Tiosulfat yang terpakai (gunakan sebagai volume sampel

$$\text{Keaktifan arang aktif} = \frac{(B - A) \times N \times 126,9}{\text{berat bahan mula} - \text{mula}} \times 100\%$$

Dengan :

A= Volume Sampel (mL)

B = Volume blanko (mL)

N = Normalitas larutan

126,9 = Berat atom Iodium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini variabel yang diambil adalah lama waktu perendama zat aktivator asam fosfat (H₃PO₄) dan suhu pirolisis terhadap hasil arang aktif dan daya serap atau keaktifan arang aktif. Secara keseluruhan hasil-hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh Lama Waktu Perendaman

Pengaruh lama waktu perendaman zat aktivator asam fosfat (H₃PO₄) terhadap keaktifan karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan berat karbon setelah pirolisis dan hasil asap cair.

No.	Berat sampel (g)	Berat sampel bebas air (g)	Berat karbon setelah pirolisis (g)	Hasil asap cair (mL)
1.	100,14	94,01	27,67	51
2.	100,05	93,77	26,44	55
3.	100,04	94,47	27,72	49
4.	100,07	94,05	27,64	51
5.	100,08	93,92	27,44	54

Tabel 2. Pengaruh lama waktu perendaman terhadap bahan baku dengan berat tertentu dan kadar air sebesar 6,1%, suhu pirolisis 350°C. Pada penelitian ini dilakukan dua kali perendaman yaitu sebelum pirolisis direndam selama 24 jam dan sesudah pirolisis digunakan variabel lama waktu perendaman dengan konsentrasi zat aktivator H₃PO₄ 12%.

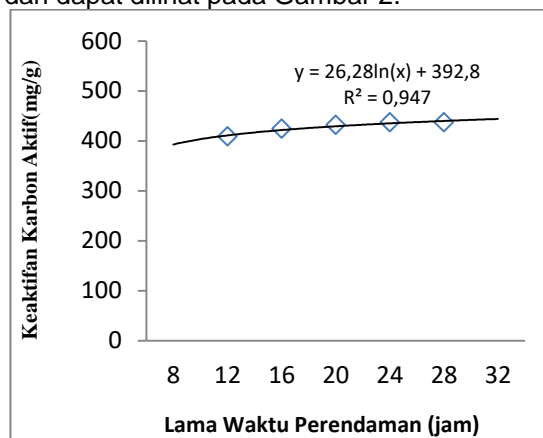
Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa hasil karbon maupun asap cair merupakan hasil yang cukup stabil, dengan rata-rata berat sampel 100,07 gram, rata-rata hasil berat karbon 27,38 gram dan rata-rata hasil asap cair sebesar 52 mL. Dari hasil lima sampel

percobaan ini, dapat langsung digunakan untuk penelitian dengan variabel lama waktu perendaman kedua terhadap keaktifan karbon aktif. Variabel lama waktu perendaman yang kedua yaitu 12 jam, 16 jam, 20 jam, 24 jam, 28 jam dengan konsentrasi zat aktivator H₃PO₄ 12%.

Tabel 3. Pengaruh lama waktu perendaman terhadap keaktifan karbon aktif.

No.	Lama waktu perendaman II (jam)	Berat karbon setelah pirolisis (g)	Hasil karbon aktif dasar kering (%)	Keaktifan karbon aktif (mg/g)
1.	12	27,67	29,45	408,618
2.	16	26,44	28,11	423,846
3.	20	27,72	29,45	431,460
4.	24	27,64	29,37	436,536
5.	28	27,44	29,16	436,536

Dari Tabel 2. dapat digambarkan grafik hubungan antara lama waktu perendaman dengan keaktifan karbon aktif dan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara lama waktu perendaman terhadap keaktifan karbon aktif (mg/g).

Dari Gambar 2. terlihat bahwa lama waktu perendaman mempengaruhi hasil keaktifan karbon aktif, dimana pada Gambar 2. terlihat semakin lama waktu perendaman keaktifan karbon aktif relatif semakin besar dengan stabil. Hal tersebut disebabkan karena dilakukan dua kali perendaman sebelum dan sesudah pirolisis yang mengakibatkan daya serap zat aktivator pada perendaman yang kedua mencapai titik maksimum. Pada lama waktu perendaman yang kedua 24 jam keaktifan karbon optimal dengan nilai keaktifan

436,536 mg/m dan 28 jam keaktifan karbon aktif mulai konstan, hal ini disebabkan karena keaktifan arang aktif akan mencapai titik maksimum berdasarkan lama waktu perendaman yang dilakukan.

2. Pengaruh Suhu Pirolisis

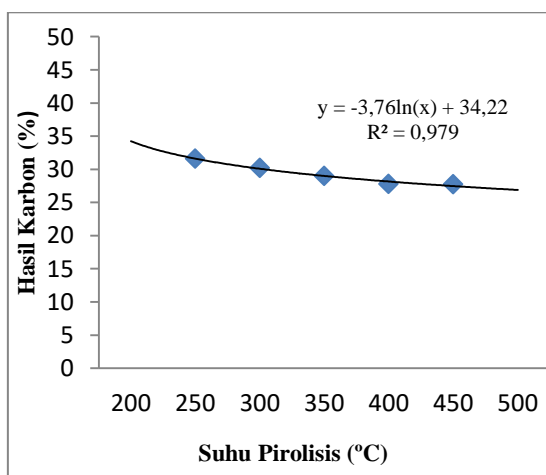
Pengaruh suhu pirolisis terhadap hasil arang aktif dan hasil asap cair dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh suhu pirolisis terhadap hasil karbon dan keaktifan karbon.

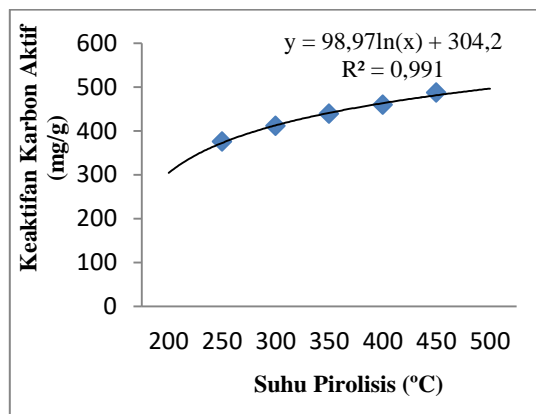
No	Suhu Pirolisis (°C)	Berat sampel (g)	Hasil karbon aktif dasar kering (%)	Hasil asap cair (mL)	Keaktifan karbon aktif (mg/g)
1	250	100,08	31,59	36	375,624
2	300	100,11	30,20	45	411,156
3	350	100,17	29,02	50	439,074
4	400	100,14	27,78	55	459,378
5	450	100,14	27,73	56	487,296

Tabel 3. Pengaruh suhu pirolisis dengan berat sampel tertentu, rata-rata kadar air bahan baku 6,1%, tetap dilakukan dua kali perendaman dengan zat aktivator H₃PO₄ konsentrasi 12%, waktu perendaman 24 jam dan variasi suhu pirolisis 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, 450°C.

Dari tabel 3. dapat dilukiskan grafik hubungan antara suhu pirolisis dengan hasil karbon dan keaktifan karbon aktif dan dapat dilihat pada Gambar 3. dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu pirolisis (°C) dan hasil karbon (%)



Gambar 4. Grafik hubungan antara suhu pirolisis (°C) dan keaktifan karbon aktif (mg/g).

Dari Gambar 3. dan Gambar 4. Terlihat bahwa suhu pirolisis mempengaruhi hasil karbon dan keaktifan karbon aktif, dimana semakin tinggi suhu pirolisis maka semakin kecil hasil karbon yang dihasilkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hal ini dikarenakan bahan baku akan teroksidasi dengan lebih sempurna, sehingga karbon yang dihasilkan akan lebih ringan. Sedangkan pada Gambar 4. terlihat semakin tinggi suhu pirolisis maka keaktifan karbon aktif semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu pirolisis maka akan memperluas permukaan karbon yang telah diaktifkan dengan zat aktivator sehingga keaktifan karbon aktif akan semakin besar. Hal ini dibuktikan dengan pirolisis pada suhu 450°C keaktifan arang mencapai titik tertinggi dengan nilai keaktifan 487,296 mg/g. Dimana nilai keaktifannya lebih tinggi dari sampel lain yang dipirolisis dengan suhu kurang dari 450°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Limbah pangkal bambu dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif.
- Dilakukan dua kali perendaman (sebelum dan sesudah pirolisis) dengan perendaman kedua dilakukan variabel lama waktu perendaman yang mempengaruhi hasil keaktifan arang aktif semakin maksimal dan konstan.
- Suhu pirolisis mempengaruhi hasil karbon aktif dan keaktifan karbon aktif, semakin tinggi suhu pirolisis diperoleh hasil karbon semakin rendah dan keaktifan karbon semakin tinggi.
- Pada penelitian ini didapatkan hasil keaktifan karbon aktif terbaik pada kondisi proses suhu pirolisis 450°C, lama pirolisis 75 menit, konsentrasi asam fosfat 12% dan dilakukan dua

kali perendaman dengan waktu perendaman 24 jam (sebelum dan sesudah pirolisis), diperoleh hasil karbon aktif sebesar 27,73%, keaktifan karbon aktif sebesar 487,296 mg/g dan hasil asap cair sebanyak 56 mL.

- e. Karbon aktif yang dihasilkan masih dibawah SNI 06-3730-1995.

2. Saran

- a. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan variasi suhu (suhu pirolisis ditingkatkan) dan menambah waktu pirolisis agar keaktifan karbon bisa memenuhi standar pasaran.
- b. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk memisahkan tar dan menghitung tar dari asap cair yang dihasilkan.
- c. Diharapkan penelitian selanjutnya untuk menambahkan pendingin balik agar asap bisa terkondensasi dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Banson, J. R. And J. R. Velasco. 1982. *Coconut Production and utilization*. PCRDF. Manila.
- Bansal, Roop Chand, and Goyal, Meenakshi, 2005. *Activated Carbon Adsorption*. Taylor and Francis Group, New York, p.77
- Cheremisinoff, N. P. 1993. *Carbon Adsorption of Pollutant Control*. USA.
- Djarmiko, B., dkk. 1981. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Bogor: IPB.
- Dransfield dan Widjaja, E. A. (1995). *Bamboos Plant Resources of South-East*. Himpunan Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan.
- Fariad Effendian soedjono, 1980, *Akifasi Arang Batok kelapa*, Institut Teknologi 10 November, Surabaya.
- Herman Johannes, 1987, *Tungku Sekam-Bioarang, gambut-Bioarang, Batang kayu-bioarang, Bambu-Bioarang, Kayu bulat-Bioarang dan Kayu bakar-Bioarang*, 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, Jhon Wiley Sons, Inc., New York-London-Sydney.
- Keane, Catalytic Transformation of Waste Polymers to Fuel Oil, *ChemSusChem* 2 (2009) 207-214.
- Khalimatus Sa'diyah dan Sri Rachmania Juliastuti. 2015. *Pengaruh Jumlah Katalis Zeolit Alam pada Produk Proses Pirolisis Limbah Plastik Polipropilen*. Jurnal. Teknik Kimia. Politeknik Negeri Malang. Malang.
- Naniek Setyaningsih, 2007, *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktifator Larutan Garam Dapur*, Institut sains dan teknologi akprind, Yogyakarta.
- Ridwan, 2002, *pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dengan aktifator larutan ferri Chloride*, Institut sains dan teknologi akprind, Yogyakarta.
- Sulaiman, S. 2004. *Penjernihan Asap Cair Hasil Pirolisis Tempurung Kelapa Menggunakan Kolom Kromatografi dengan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Fasa Diam*. Skripsi. F-MIPA. UGM. Yogyakarta.
- Suwanda, 2007, *Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Tebu Menggunakan Zat Pengaktif H₃PO₄*, Institut sains dan teknologi akprind, Yogyakarta.
- Taryana, Meilita, 2002, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*, Skripsi Jurusan Teknik Industri, FT-USU.
- Thampan, P.K. 1981. *Handbook on Coconut Palm*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India. 311 pp.
- <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 2016