

## Komparasi Proses Aktivasi Metoda Uap Dengan Metoda Ruang Bertekanan Serta Pengaruhnya Terhadap Kualitas Arang/Karbon Berasal Dari Gambut

Oleh: Harijanto Soetjjo<sup>1</sup>  
(Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI).

Abstraks. Percobaan untuk mengaktivasi arang/karbon yang berasal dari gambut telah dilakukan di laboratorium. Percobaan aktivasi dilakukan dengan dua metoda yaitu metoda aktivasi uap air dan metoda aktivasi ruang bertekanan. Metoda aktivasi uap air dilakukan dengan menggunakan reaktor pemanas merk Thermolyne, ber daya 1200 watt dan sebuah kolom aktivasi berdiameter  $\frac{3}{4}$  inchi dengan panjang 12 cm. Proses aktivasi dengan metoda ruang bertekanan dilakukan pada sebuah tabung terbuat dari besi dengan tinggi 21 cm dan diameter 8 cm dilengkapi dengan alat pengukur tekanan (pressure gauge) dan alat pemanas. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa proses aktivasi dengan metoda uap air menghasilkan karbon aktif yang berjumlah sekitar (39-48) % sedangkan metoda ruang bertekanan menghasilkan perolehan karbon aktif sekitar (86-96) % dari berat karbon awal. Karbon aktif yang dihasilkan dari proses aktivasi dengan metoda uap air memiliki angka iodine number dalam kisaran (353-389) mgr/gr sedangkan metoda ruang bertekanan menghasilkan karbon aktif yang mempunyai nilai iodine number dalam kisaran (295-313) mgr/gr.

### PENDAHULUAN

Dalam proses pembuatan karbon aktif ada dua tahap yang harus dilalui yaitu: pertama mengubah material asal (kayu, batok kelapa, gambut/peat, dan batubara) menjadi arang/char atau lebih populernya disebut tahap karbonisasi yang kemudian diikuti dengan tahap aktivasi. Pada tahap aktivasi ini produk arang/karbon yang diperoleh dari proses karbonisasi akan diaktivasi untuk memperbaiki kondisi karbon sehingga lebih baik kondisinya antara lain mempunyai kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dari sebelumnya. Produk yang dihasilkan setelah arang melalui tahap aktivasi lebih dikenal sebagai arang/karbon aktif. Karbon aktif banyak digunakan pada berbagai jenis industri seperti industri pengolahan makanan, minuman, industri kimia untuk pengolahan gas (gas cleaning, gas separation) dan pengolahan limbah cair di industri pertambangan (merkuri, logam berat) dan industri tekstil (warna/decolorization), dan perbaikan lingkungan khususnya mutu air. Berbagai metoda ak-

tivasi arang telah dilakukan dan pada dasarnya metoda aktifasi terbagi menjadi dua jenis yaitu metoda aktivasi secara fisik dan kimia. Metoda aktivasi secara fisik yang banyak digunakan adalah metoda aktivasi dengan menggunakan uap (steam activation) sedangkan pada metoda aktivasi secara kimia peran penambahan bahan tambahan seperti hidroksida menghasilkan keaktifan yang lebih tinggi. Zat-zat seperti  $K_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ , KOH dan NaOH berfungsi sebagai katalis terhadap aktifator (Hormats, 1946). Kapasitas adsorpsi karbon berkaitan erat dengan jenis bahan material asal dan metoda aktivasi yang dilakukan (Hassler, J.W., 1963.) Dalam kaitannya dengan usaha meningkatkan kualitas arang berbasal dari gambut maka tim peneliti di Puslit Geoteknologi LIPI mencoba mengembangkan suatu metoda aktivasi karbon yang disebut aktivasi dengan menggunakan ruang bertekanan. Metoda aktivasi dengan menggunakan ruang bertekanan diharapkan dapat dijadikan sebagai suatu metoda alternatif untuk memperbaiki kualitas arang diluar metoda uap air yang merupakan metoda standar dalam pembuatan karbon aktif. Dalam tulisan ini hasil percobaan

aktivasi dengan metoda uap air dan metoda ruang bertekanan dipaparkan dan hubungan yang terkait antara kedua metoda aktivasi ditelaah. Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai proses aktivasi arang dari gambut dengan kedua metoda tersebut.

## METODE PENELITIAN

Ukuran arang yang diaktivasi adalah: (-12+24) mesh.

Aktivasi terhadap karbon dari gambut dilakukan dengan dua metoda yaitu metoda uap air dan metoda tabung bertekanan.

Peralatan yang digunakan untuk melakukan aktivasi ada dua jenis sesuai dengan metoda yang digunakan, yaitu:

*Peralatan untuk aktivasi dengan menggunakan metoda uap air.*

Sebuah reaktor pemanas (furnace) merk Thermolyne, dengan daya 1200 watt (Lihat Foto 1).

Kolom aktivasi dari besi berdiameter  $\frac{3}{4}$  inci dengan panjang 12 cm. Kolom aktivasi dilengkapi dengan tutup yang berlubang pada kedua sisinya. Arang yang akan diaktivasi ditempatkan didalam kolom. Uap air akan ditiupkan masuk kedalam kolom dan melewati arang kemudian mengalir keluar.

Gelas ukur berkapasitas 2 liter yang dipasang diatas sumber api menjadi sumber uap air yang dialirkan kedalam kolom aktivasi selama proses berlangsung. Uap air yang dihasilkan dari gelas ukur dialirkan masuk kedalam reaktor dan jumlah uap air diatur dengan alat pengatur aliran uap.



Foto 1. Reaktor pemanas (furnace) Thermolyne yang digunakan.

*Peralatan untuk aktivasi dengan menggunakan metoda ruang bertekanan.*

Tabung silindris terbuat dari besi dengan tinggi 21 cm dan diameter 8 cm. Tabung mempunyai sebuah penutup yang dapat dilepas dan penutup ini dilengkapi dengan sebuah alat pengukur tekanan (pressure gauge), sebuah keran untuk mengatur tekanan dalam tabung dan alat pemanas yang digunakan untuk memanaskan tabung.

Foto 2 memperlihatkan tabung ruang bertekanan yang dipergunakan dalam percobaan.

Gambar 1 memperlihatkan diagram alir dari prosedur pembuatan arang aktif dari gambut pada studi ini.

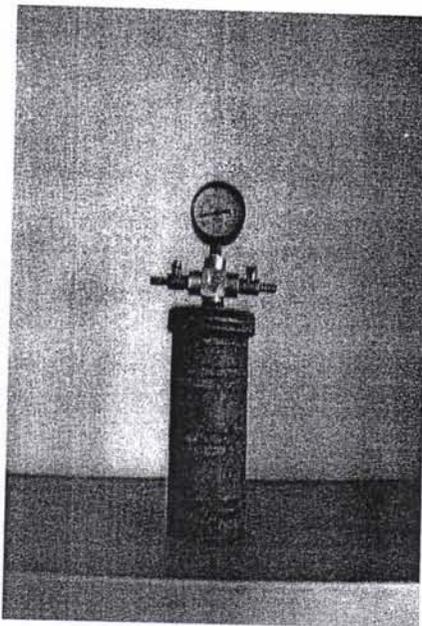


Foto 2. Tabung ruang bertekanan

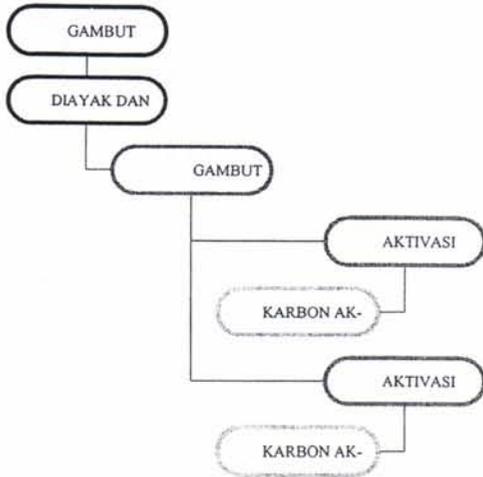
## *Analisa kualitas arang*

Arang setelah diaktifasi dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam atau lebih. Setelah kering, arang dianalisa untuk mengetahui kualitas arang maka dilakukan analisa daya serap dengan menggunakan metoda AWWA B604-74, suatu prosedur analisa daya adsorpsi pori-pori arang yang memanfaatkan larutan iodine. Hasil yang diperoleh menunjukkan angka iodine number dari conto tersebut.

## *Proses aktivasi dengan metoda uap air.*

Proses aktivasi dimaksudkan untuk memperbesar keaktifan karbon dengan jalan memperbesar permukaan pori dan luas permukaan karbon/arang. Untuk mencapai hal tersebut maka zat-zat yang menutupi pori pada permukaan karbon seperti

misalnya tar dan abu mineral anorganik yang dihasilkan dari proses karbonisasi harus dihilangkan. Karbon yang dihasilkan dari proses karbonisasi biasanya mempunyai luas permukaan yang kecil karena adanya tar dan zat pengotor yang terbentuk di permukaan arang.



Gambar 1. Diagram alir dari proses pembuatan arang dari gambut dan proses aktivasi dengan uap air serta ruang bertekanan

Pada proses aktivasi dengan metoda uap air (steam activation), karbon/arang dipanaskan dengan cara dialiri uap air sehingga diharapkan senyawa organik yang terikat pada bahan karbon akan menguap atau hilang. Uap air berfungsi sebagai oksidator untuk membersihkan permukaan kristal karbon dari hidrokarbon tersebut.

Tabel 1. Hasil proses aktivasi dengan menggunakan metoda uap air dan ruang bertekanan

| Ex | Metode aktivasi | Temp. (°C) | T jam | Berat contoh sebelum (gram) | Berat contoh sesudah (gram) | Iodine number mgr/gr |
|----|-----------------|------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1  | Metode          | 700        | 0,5   | 20                          | 8,6                         | 353                  |
| 2  | uap air         | 700        | 0,5   | 20                          | 9,8                         | 363                  |
| 3  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 7,5                         | 380                  |
| 4  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 8,5                         | 398                  |
| 5  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 9,6                         | 355                  |
| 6  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 9,6                         | 383                  |
| 7  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 7,0                         | 369                  |
| 8  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 8,0                         | 356                  |
| 9  |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 9,0                         | 382                  |
| 10 |                 | 700        | 0,5   | 20                          | 8,18                        | 388                  |
| 11 | Metode          | 36         | 2     | 20                          | 18,8                        | 307                  |
| 12 | ruang           | 36         | 2     | 20                          | 17,7                        | 303                  |

|    |            |    |   |    |      |     |
|----|------------|----|---|----|------|-----|
| 13 | bertekanan | 36 | 2 | 20 | 19,2 | 295 |
| 14 |            | 36 | 2 | 20 | 17,2 | 309 |
| 15 |            | 36 | 2 | 20 | 18,1 | 305 |
| 16 |            | 36 | 2 | 20 | 19,1 | 295 |
| 17 |            | 36 | 2 | 20 | 19,3 | 313 |
| 18 |            | 36 | 2 | 20 | 17,8 | 306 |
| 19 |            | 36 | 2 | 20 | 17,8 | 297 |
| 20 |            | 36 | 2 | 20 | 18,2 | 301 |

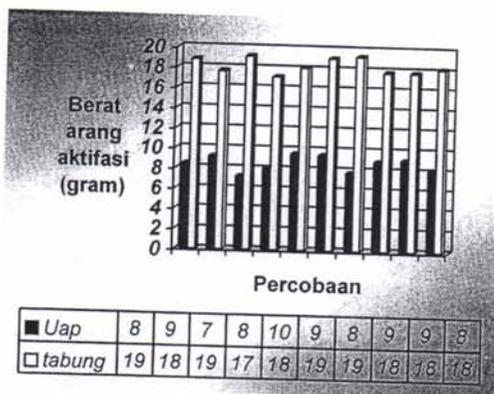
Berdasarkan Tabel 1 tersebut, terlihat bahwa proses aktivasi dengan metoda uap air (percobaan 1 s/d 10) menunjukkan bahwa proses aktivasi tersebut mampu menghasilkan karbon aktif dalam kisaran berat antara (7,8-9,6) gram dari jumlah arang awal seberat 20 gram. Hal ini menunjukkan bahwa prosentase perolehan karbon aktif dengan metoda uap air adalah sekitar (39-48) %. Hilangnya atau kehilangan arang selama proses tersebut tidak lepas atau berkaitan dengan mekanisme proses, penempatan arang dalam kolom aktivasi dan pengaruh dari peniupan uap air kedalam kolom tempat arang berada serta waktu aktivasi. Dalam percobaan ini arang yang ditempatkan dalam kolom sebagian ada yang tertiuap keluar dari kolom tempat arang tersebut berada karena tiupan uap air yang dialirkan secara terus menerus selama proses aktivasi. Sebagai akibat dari tiupan uap air yang terjadi selama proses aktivasi maka arang yang keluar dari kolom akan jatuh kedalam ruang reaktor yang panas sehingga arang tersebut terbakar habis (burn-off). Besarnya atau jumlah aliran uap air yang dituapkan masuk mempengaruhi besarnya arang yang keluar. Selain itu waktu aktivasi selama 2 jam juga mempengaruhi besarnya angka *burn-off* dari suatu proses aktivasi dengan menggunakan metoda uap air seperti yang dinyatakan oleh Figueiredo dan Moulijn, 1986. Jumlah arang yang hilang selama proses aktivasi dapat dikurangi dengan berbagai cara misalnya mengurangi kecepatan aliran uap air yang masuk kedalam kolom atau mempersingkat waktu aktivasi meskipun hal tersebut mempunyai konsekuensi yang mempengaruhi kualitas arang aktif yang dihasilkan.

Hasil analisa menunjukkan bahwa karbon aktif tersebut mempunyai iodine number dalam kisaran (353-389) mgr/gr.

#### Proses aktivasi dengan metoda ruang bertekanan.

Dilain pihak terlihat bahwa proses aktivasi dengan metoda ruang bertekanan (percobaan 11 s/d 20) menghasilkan karbon aktif dengan jumlah antara (17,2-19,2) gram dari arang awal seberat 20 gram. Jadi prosentase perolehan karbon aktif dengan metoda ruang bertekanan adalah (86-96) %, dengan iodine number dalam kisaran antara (295-313) mgr/gr. Percobaan dilakukan dengan kondisi ruang atau tabung yang tertutup dan tidak terjadi peniupan

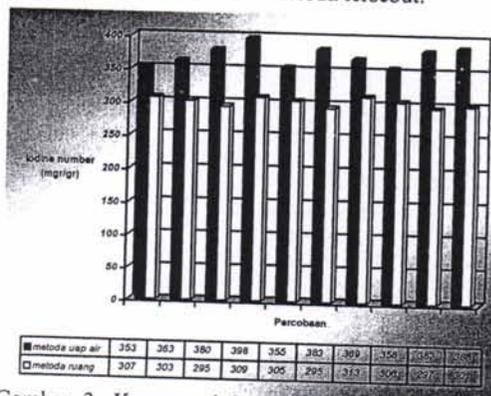
uap air. Kondisi tersebut menyebabkan hampir seluruh arang yang diaktivasi tetap berada didalam tabung, walaupun data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa ada sejumlah arang yang hilang selama proses aktivasi. Hilangnya arang selama proses disebabkan karena arang tersebut hancur menjadi serpihan-serpihan yang halus sehingga tidak dapat diambil pada saat percobaan selesai dilakukan. Seperti telah diterangkan diatas tabung yang digunakan mempunyai ukuran tinggi 21 cm dengan diameter 8 cm sehingga volume tabung adalah sekitar 1055 cc sedangkan volume air yang digunakan adalah 500cc dengan berat arang 20 gram sehingga hanya setengah dari ruang tabung yang terisi. Kondisi tabung yang tertutup rapat dan hanya terisi setengah bagian saja menyebabkan arang dan air yang berada dalam tabung tidak mampu keluar dari tabung sehingga arang hasil aktivasi jumlahnya mendekati angka semula yaitu sekitar (86-96) % dari berat semula. Jadi berdasarkan perolehan arang aktif maka metoda uap air dengan perolehan karbon aktif antara (39-48) % berada jauh dibawah angka perolehan karbon aktif dengan metoda ruang bertekanan yang berkisar antara (86-96) %. Gambar 2 memperlihatkan berat karbon aktif yang diperoleh dari setiap metoda aktivasi yang dilakukan.



Gambar 2. Berat arang/karbon hasil aktivasi metoda uap air dan ruang bertekanan.

Meskipun demikian ternyata kualitas karbon aktif yang diperoleh dari metoda uap air dengan iodine number antara (353-389) mgr/gr jauh lebih baik dibandingkan dengan metoda ruang bertekanan yang menghasilkan karbon dengan nilai iodine number antara (295-313) mgr/gr. Perbedaan nilai iodine number dari produk yang dihasilkan adalah sekitar 19 %. Jadi secara sederhana dapat dikatakan bahwa metoda uap air mempunyai keunggulan ditinjau dari segi kualitas karbon aktif yang dihasilkannya karena mampu menghasilkan karbon aktif dengan nilai iodine number yang lebih baik sekitar 19 %

dibandingkan dengan karbon aktif yang dihasilkan dari metoda ruang bertekanan meskipun perolehan karbon aktif pada metoda uap air jauh lebih kecil dibandingkan hasil perolehan karbon aktif pada metoda ruang bertekanan. Gambar 3 memperlihatkan perbedaan kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari kedua metoda tersebut.



Gambar 3. Komparasi iodine number dari karbon aktif hasil aktivasi

Dari hasil diatas maka dapat dikatakan bahwa masing-masing metoda mempunyai keunggulan yaitu metoda uap air menghasilkan kualitas arang yang lebih baik dibandingkan dengan metoda ruang bertekanan tetapi dilain pihak nilai prosentase perolehan karbon aktif dari metoda uap air jauh lebih kecil dibandingkan dengan prosentase perolehan karbon aktif dengan menggunakan metoda ruang bertekanan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Prosentase perolehan karbon aktif dari metoda aktivasi uap air adalah dalam kisaran antara (39-48) % dari jumlah arang semula sedangkan metoda aktivasi ruang bertekanan mempunyai kemampuan perolehan karbon aktif yang lebih baik yaitu berkisar antara (86-96) %.

Dilain pihak, metoda aktivasi ruang bertekanan mempunyai kelemahan yaitu kualitas karbon aktif hasil aktivasinya lebih rendah dibandingkan dengan kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari metoda aktivasi uap air. Karbon aktif yang diperoleh dari metoda aktivasi uap air mempunyai iodine number yang nilainya antara (353-389) mgr/gr sedangkan metoda aktivasi ruang bertekanan menghasilkan karbon aktif yang mempunyai nilai iodine number antara (295-313) mgr/gr.

Perolehan arang aktif yang rendah pada metoda aktivasi uap air dapat diperbaiki dengan cara mengatur pola aliran uap air sehingga tekanan yang terbentuk didalam kolom berisi arang yang diaktivasi didalam ruang reaktor tidak terlalu kuat sehingga arang tidak terdorong keluar, terbuang atau terbakar.

Dilain pihak, metoda aktivasi ruang bertekanan memerlukan perbaikan terutama pada disain tabung aktivasi. Dalam hal ini perbaikan disain tabung dapat dilakukan antara lain dengan membuat ruang penyekat dalam tabung sehingga terdapat ruang didalam tabung agar arang dapat melakukan kontak yang lebih efektif dengan uap air yang terbentuk didalam tabung. Seperti telah diketahui pada percobaan ini arang berada didalam air sehingga proses pembersihan pori tidak berjalan efektif sehingga diharapkan dengan adanya sekat pemisah ruang maka arang dapat diaktivasi secara lebih baik karena uap air yang terbentuk dapat menyerap kedalam pori-pori kristalit dan membersihkannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Figueiredo, J.L., Moulijn, J.A., 1986. Carbon and Coal Gasification, Martinus Nijhoff Publishers, hal 604-608.
- Hassler, J.W., 1963. Activated Carbon. Chemical Publishing Company Inc., New York.
- Hormats, 1946. German Process for Manufacture of Active Charcoal. Chem. & Met. Eng. 53, no 6, pp. 112-114.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., Choma, J., 1991. Active Carbon. Ellis Horwood Limited, London.