

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet

Karet atau memiliki nama latin *Hevea brasilliensis* merupakan tanaman asli dari lembah Sungai Amazon, Brazil, Amerika Selatan. Tanaman dapat tumbuh baik di daerah daratan rendah yakni hingga ketinggian 200 m dari permukaan laut dengan kebutuhan sinar matahari minimum 5 – 7 jam perhari. Karet mampu tumbuh hingga mencapai ketinggian 15 – 25 m. Dalam dunia tumbuhan, karet memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Sub Divisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Euphorbiales
Famili : Euphorbiaceae
Sub Famili : Mimosoidae
Genus : Hevea
Species : Hevea brasilliensis
(Wild) Muell. Agr



Gambar 1. Cangkang Kulit buah karet

Secara fisik cangkang buah karet memiliki ciri ini sebagai tumbuhan yang berlignin. Konstruksi cangkang yang keras mengindikasikan bahwa

cangkang buah karet ini mengandung senyawa aktif berupa lignin. Selain pemanfaatannya yang masih kurang optimal, jika dibandingkan dengan bagian buah lainnya, bagian cangkang termasuk bagian yang mengandung lignin yang cukup banyak, sehingga bagian ini cukup potensial untuk diolah menjadi produk karbon aktif yang sangat bermanfaat dan bernilai jual yang tinggi. Hal ini akan membuat cangkang buah karet menjadi lebih termanfaatkan.

Tabel 1. Komposisi Kimia yang Terkandung dalam Cangkang Karet

| Komponen | Presentase |
|--------------|------------|
| Penyusun | (%) |
| Selulosa | 48,64 |
| Lignin | 33,54 |
| Pentosan | 16,81 |
| Kadar Abu | 1,25 |
| Kadar Silika | 0,52 |

Sumber : (Pari dalam Esih Susi Safitri, 2003)

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang cakupan pemakaiannya cukup luas, baik di industri besar maupun kecil. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai katalis, penghilangan bau, penyerapan warna, zat purifikasi, dan sebagainya. Untuk industri di Indonesia, penggunaan karbon aktif masih relatif tinggi. Sayangnya, 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). Padahal, jika ditinjau sumber daya alam di Indonesia yang melimpah, maka sangatlah mungkin kebutuhan karbon aktif dapat dipenuhi dengan produksi

dari dalam negeri. Dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan, karbon aktif biasanya dibuat dari tempurung kelapa, ampas tebu, serbuk gergaji. Padahal masih banyak yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan karbon aktif, salah satunya adalah Cangkang kulit buah karet. Kulit ini bisa dimanfaatkan menjadi nilai tambah. Cangkang kulit buah karet yang tersedia cukup melimpah dan dapat digunakan sebagai alternatif pembuatan karbon aktif yang memberikan nilai ekonomi lebih.

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen.

Karbon aktif terdiri dari 87 - 97 % karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm³/gram. Sedangkan luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 400 m²/gr dan bahkan bisa mencapai di atas 1000 m²/gr (Sudibandriyo, 2003). Menurut Yang dkk, (2003) luas permukaan karbon aktif yang dikarakterisasi dengan metode BET berkisar antara 300 – 4000 m²/gr.

Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang maupun barang tambang seperti berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu bara, kulit biji kopi, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan lain-lain (Manocha dan Satish, 2003). Bahan-bahan alami tersebut dipreparasi dengan cara karbonisasi dan aktivasi sehingga menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif digunakan pada berbagai bidang aplikasi sesuai dengan jenisnya. Pada abad XV, diketahui bahwa karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dan larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada

industri gula sebagai adsorben gas, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada perang dunia.

Menurut Suzuki (1990) karbon aktif dapat diklasifikasikan menjadi beberapa Jenis antara lain :

1. Karbon aktif granut

Jenis ini berbentuk butiran atau pelet. Biasanya digunakan untuk proses pada fluida fase gas yang berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, pemisahan dan pemurnian gas. Karbon aktif granul diperoleh dari bahan baku yang memiliki struktur keras seperti tempurung kelapa, tulang dan batubara. Ukuran partikel dari granul karbon aktif berbeda-beda tergantung pada aplikasinya. Untuk aplikasi adsorpsi fase gas ukuran granul yang sering digunakan adalah 4x8 mesh sampai 10x20 mesh dan untuk bentuk pelet memiliki ukuran partikel 4 mm – 6 mm.



Gambar 2. Karbon Aktif Granut

2. Karbon aktif powder

Karbon aktif powder umumnya diproduksi dari bahan kayu dalam bentuk serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan struktur yang lemah. Jenis ini memiliki ukuran rata-rata 15–25 μm . Industri besar menggunakan karbon aktif powder untuk penghilangan warna pada proses pembuatan makanan. Belakangan karbon aktif powder digunakan pada *water treatment* untuk air minum dan air limbah. Biasanya karbon aktif powder digunakan dalam fase cair yang berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan.



Gambar 3. Karbon Aktif Powder

3. Karbon aktif molecular sieves

Aplikasi utama dari karbon aktif *molecular sieve* adalah pemisahan nitrogen dan oksigen dalam udara. Karbon aktif *molecular sieve* merupakan suatu material yang menarik sebagai model karbon aktif sejak memiliki ukuran mikropori yang seragam dan kecil.



Gambar 4. Karbon Aktif *Molecular Sieves*

4. Karbon aktif fiber

Karbon aktif fiber memiliki ukuran yang lebih kecil dari karbon aktif powder. Sebagian besar karbon aktif fiber memiliki diameter antara 7–15 μm . Aplikasi karbon aktif fiber dapat ditemukan dalam bidang perlakuan udara seperti penangkapan larutan.

Arang atau dalam kimia biasa disebut karbon merupakan salah unsur yang cukup mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Tryana dan Srama dalam Fauziah (2009), arang atau karbon merupakan residu hitam berbentuk padatan berpori yang mengandung 85-95 % karbon yang nantinya akan dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatile dari bahan-bahan yang mengandung karbon melalui pemanasan pada suhu

tinggi. Kendati demikian, masih terdapat sebagian pori – pori yang tetap tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain.

Kualitas karbon aktif juga dipengaruhi oleh kesempurnaan dalam proses karbonisasinya. Menurut Tutik M dan Faizah H dalam Elly (2008 : 98), karbonisasi merupakan proses penguraian selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275°C. Proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan akan menentukan kualitas dari karbon yang dihasilkan. Banyaknya karbon yang dihasilkan ditentukan oleh komposisi awal biomassa yang digunakan. Bila dalam proses karbonisasi kandungan zat menguap semakin banyak maka akan semakin sedikit karbon yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara.

Menurut R. Sudrajat dalam Elly (2008), proses karbonisasi memiliki 4 tahapan tertentu, yaitu :

1. Pada suhu 100 – 120 °C penguapan air akan berlangsung. selanjutnya saat suhu mencapai 270 °C mulai terjadi penguapan selulosa. Destilat yang dihasilkan akan mengandung asam organik dan sedikit metanol.
2. Pada suhu 270 - 310°C reaksi eksotermik berlangsung. Pada suhu ini selulosa akan mengalami penguraian secara intensif menjadi larutan pirolignat, gas kayu, dan sedikit ter. Asam pirolignat merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan metanol, sedangkan gas kayu terdiri atas CO dan CO₂.
3. Pada suhu 310 - 510°C lignin mulai mengalami penguraian sehingga akan dihasilkan lebih banyak ter. Larutan pirolignat akan menurun dan produksi gas CO₂ pun ikut menurun. Namun hal berbeda terjadi pada gas CO, CH₄, dan H₂ yang jumlahnya meningkat.
4. Pada suhu 500 - 1000°C merupakan tahap terjadinya pemurnian arang atau peningkatan kadar karbon.

Berdasarkan Fauziah (2009 : 6) penilaian kualitas karbon dapat dilakukan :

1. Ukuran, misalnya berupa batangan, serbuk halus, atau pecahan.
2. Sifat fisik, misalnya berupa warna, bunyi, nyala, kekerasan, kerapuhan, nilai kalor, dan berat jenis.

3. Analisa karbon, mencakup beberapa analisa seperti analisa kadar air, kadar abu, karbon sisa, dan zat mudah menguap.
4. Suhu maksimum karbonisasi dan kemurnian karbon.

Dalam proses pembuatan karbon aktif, arang atau karbon merupakan produk setengah jadinya. Sedangkan, karbon aktif merupakan karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga memiliki daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan lain yang umumnya berbentuk larutan atau uap. Perbedaan strukturnya dengan karbon biasa terletak pada persilangan rantai karbonnya dan ketebalan lapisan (*microcrystalin*)

Menurut Purnomo (2010:2), karbon aktif adalah suatu bahan mengandung karbon amorf yang memiliki permukaan dalam (internal surface) sehingga memiliki daya serap tinggi. Sedangkan menurut Austin (1996:134), karbon aktif adalah karbon amorf yang telah mendapat perlakuan dengan uap dan panas sampai mempunyai afinitas yang kuat sekali untuk menyerap (absorpsi) berbagai bahan. Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan organik yang mengandung karbon atau dari arang yang telah mendapatkan perlakuan khusus agar permukaannya menjadi lebih luas. Dalam pembuatan karbon aktif, tidak hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan. Tapi juga proses aktivasinya, karena aktivasi merupakan hal penting yang turut berpengaruh dalam pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif merupakan karbon atau arang yang telah mengalami perbesaran pori atau luas permukaan sehingga dapat menyerap zat-zat lain yang ada di sekitarnya. Karbon aktif umumnya banyak digunakan sebagai zat penyerap (adsorben) zat-zat pengotor yang terkandung di dalam air dan sebagai norit (obat diare) dalam dunia medis. Karbon aktif juga memiliki kelebihan lain yakni mudah untuk dibuat, sebab proses pembuatannya termasuk proses yang cukup sederhana.

Dalam pembuatan karbon aktif, tidak hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan, juga proses aktivasinya. Karena merupakan hal penting yang turut berpengaruh dalam pembuatan karbonaktif. Proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap karbon agar karbon mengalami

perubahan sifat, baik fisik maupun kimia, dimana luas permukaannya meningkat tajam akibat terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan.

Menurut Elly (2008:99), ada dua metode aktivasi yang dapat digunakan dalam pembuatan karbonaktif, yakni :

1. Aktivasi kimia yakni pengaktifan arang atau karbon dengan menggunakan bahan-bahan kimia sebagai activating agent yang dilakukan dengan cara merendam arang dalam larutan kimia, seperti $ZnCl_2$, KOH , HNO_3 , H_3PO_4 , dan sebagainya.
2. Aktivasi fisika yakni pengaktifan arang atau karbon dengan menggunakan panas, uap, dan CO_2 dengan suhu tinggi dalam sistem tertutup tanpa udara sambil dialiri gas inert.

Dari kedua jenis proses aktivasi yang ada, menurut Suhendra dan Gunawan (2010:23), cara aktivasi kimia memiliki berbagai keunggulan tertentu dibandingkan dengan cara aktivasi fisik, diantaranya adalah :

1. Dalam proses aktivasi kimia, zat kimia pengaktif sudah terdapat dalam tahap penyiapannya sehingga proses karbonisasi dan proses aktivasi karbon terakumulasi dalam satu langkah yang umumnya disebut one-step activation atau metode aktivasi satu langkah.
2. Dalam proses aktivasi kimia, suhu yang digunakan umumnya lebih rendah dibanding pada aktivasi fisik.
3. Efek dehydrating agent pada aktivasi kimia dapat memperbaiki pengembangan pori di dalam struktur karbon.
4. Produk yang dihasilkan dalam aktivasi kimia lebih banyak dibandingkan dengan aktivasi fisik.

Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Struktur pori ini erat kaitannya dengan daya serap karbon, dimana semakin banyak pori-pori pada permukaan karbon aktif maka daya adsorpsinya juga semakin meningkat. Dengan demikian kecepatan

adsorpsinya akan bertambah. Penggunaan karbon aktif yang telah dihaluskan otomatis akan meningkatkan kecepatan adsorpsinya.

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 600 – 2000 m²/g (Sugiyarto, 2001:8.5). Umumnya zat ini banyak digunakan sebagai zat penyerap (*adsorben*) zat-zat pengotor yang terkandung di dalam air dan bahkan telah digunakan secara komersil dalam dunia industri. Menurut Purnomo (2010:2), karbon aktif merupakan suatu bahan yang mengandung karbon amorf yang memiliki permukaan dalam (*internal surface*) sehingga memiliki daya serap tinggi. Selain fungsinya sebagai adsorben, karbon aktif juga dapat digunakan dalam dunia pengobatan sebagai norit (obat diare). Di samping itu, karbon aktif juga memiliki kelebihan lain yakni mudah untuk dibuat, sebab proses pembuatannya termasuk proses yang cukup sederhana. Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06–3730-1995 pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Karbon Aktif (SNI) 06-3730-1995

| Jenis Persyaratan | Parameter |
|-----------------------------------|--------------|
| Kadar Air | Mak 15 % |
| Kadar Abu | Mak 10 % |
| Kadar Zat Menguap | Mak 25 % |
| Daya Serap Terhadap Iodium | Min 750 mg/g |
| Daya Serap Terhadap Metilene Blue | Min 25 mg/g |

2.3 Proses Aktivasi

Tujuan utama dari proses aktivasi adalah menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk membuat beberapa pori baru. Adanya interaksi antara zat pengaktivasi dengan struktur atom-atom karbon hasil karbonisasi adalah mekanisme dari proses aktivasi. Selama aktivasi, karbon dibakar pada suasana oksidasi yang akan menambah jumlah atau volume pori

dan luas permukaan produk melalui proses eliminasi atau penghilangan volatil produk pirolisis. Aktivator dapat meningkatkan keaktifan adsorben melalui mekanisme sebagai berikut :

1. Aktivator menembus celah atau pori-pori diantara pelat-pelat kristalit karbon (pada karbon aktif) yang berbentuk heksagonal dan menyebar di dalam celah atau pori-pori tersebut, sehingga terjadi pengikisan pada permukaan kristalit karbon.
2. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.
3. Menurut teori interkalasi, struktur dari suatu komposisi senyawa akan mengalami modifikasi jika disisipkan ion atau atom lain kedalam struktur tersebut. Pada aktivasi maka ion atau atom yang disisipkan adalah aktivator.
4. Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti uap air (steam), CO₂ dan N₂. sedangkan pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara menngusir senyawa non karbon dari pori-pori. (Hassler, S. J. W, 1951).

2.4 Proses Karbinisasi

Karbonisasi adalah suatu proses dimana unsur-unsur oksigen dan hidrogen dihilangkan dari karbon dan akan menghasilkan rangka karbon yang memiliki struktur tertentu. Hesseler berpendapat bahwa untuk menghasilkan arang yang sesuai untuk dijadikan karbon aktif, karbonisasi dilakukan pada temperatur lebih dari 6000C akan tetapi hal itu juga tergantung pada bahan dasar dan metoda yang digunakan pada aktivasi. Smisek dan Cerny, menjelaskan bahwa saat karbonisasi terjadi beberapa tahap yang meliputi penghilangan air atau dehidrasi, perubahan bahan organik menjadi unsur karbon dan dekomposisi tar sehingga pori-pori karbon menjadi lebih besar. Pada suhu pemanasan sampai 1700C terjadi penghilangan air, pada suhu sekitar 2750C terjadi dekomposisi karbon dan terbentuk hasil seperti tar,

methanol, fenol dan lain-lain. Hampir 80% unsur karbon yang diperoleh pada suhu 400-6000C (Smisek, M. dan Cerny, S. 1970).

Produk dari hasil proses karbonisasi memiliki daya adsorpsi yang kecil. Hal ini disebabkan pada proses karbonisasi suhunya rendah, sebagian dari tar yang dihasilkan berada dalam pori dan permukaan sehingga mengakibatkan adsorpsi terhalang. Produk hasil karbonisasi dapat diaktifkan dengan cara mengeluarkan produk tar melalui pemanasan dalam suatu aliran gas inert, atau melalui ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang sesuai misalnya selenium oksida, atau melalui sebuah reaksi kimia. Karbon aktif dengan daya adsorpsi yang besar, dapat dihasilkan oleh proses aktivasi bahan baku yang telah dikarbonisasi dengan suhu tinggi (Hassler, S. J. W, 1951).

2.5 Asam Phosphat (H_3PO_4)

Asam Phosphat merupakan asam mineral yang memiliki rumus kimia (H_3PO_4). Asam phosphat memiliki banyak kegunaan, yaitu sebagai reagen kimia, asam phosphat juga dapat digunakan sebagai inhibitor karat, aditif makanan, etchant industri, bahan baku pupuk dan juga dapat digunakan dalam proses aktivasi karbon aktif. Asam phosphat memiliki konsentrasi 85 %, larutan tersebut tidak berwarna dan tidak berbau. Meskipun asam phosphat tidak memenuhi definisi sebagai asam kuat, asam phosphat cukup asam untuk menjadi korosif .