

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Selain produksi minyak sawit yang tinggi, produk samping atau limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak sawit juga tinggi, baik limbah cair maupun limbah padat. Limbah padatnya berupa tandan buah kosong dan cangkang kelapa sawit (Gambar 1.) (Fauzi, dkk. 2002).

Dalam Dunia botani, semua tumbuhan diklasifikasikan untuk memudahkan dalam identifikasi secara ilmiah. Tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut (Iyung Pahan, 2006).

- Divisi : Embryophyta Siphonagama
- Kelas : Angiospermae
- Ordo : Monocotyledonae
- Famili : Arecaceae (dahulu disebut Palmae)
- Subfamili : Cocoideae
- Genus : *Elaeis*
- Spesies : 1. *E. guineensis* Jacq.
2. *E. oleifera* (H.B.K.) Cortes
3. *E. odora*

Industri minyak kelapa sawit, setiap harinya menghasilkan limbah berupa tandan kosong dan cangkang. Cangkang yang dihasilkan sebanyak 7% per ton tandan buah segar (TBS) atau sekitar 50,4 ton setiap harinya, dengan asumsi kapasitas produksi 30 ton/jam dengan waktu operasi 24 jam perhari (Santi Purwaningsih, dkk. 2000). Tahun 2004 volume produk samping kelapa sawit sebesar 12.365 juta ton tandan kosong kelapa sawit, 10.125 juta ton cangkang dan serat kelapa sawit, serta 32.257 juta ton limbah cair (*Palm Oil Mill Effluent/POME*) (M. Hidayanto, 2008). Cangkang kelapa sawit termasuk dalam golongan kayu keras, dan secara kimia memiliki komposisi kimia yang hampir mirip dengan kayu yaitu tersusun dari lignin, selulosa, dan hemisellulosa dengan komposisi yang berbeda-beda. Kandungan selulosa pada cangkang sawit ini

sebesar 45% dan hemisellulosa sebesar 26% yang baik untuk dimanfaatkan sebagai arang aktif (Rasmawan, 2009). Sejauh ini limbah cangkang kelapa sawit belum dimanfaatkan dengan maksimal (seperti pada Tabel 1), sedangkan limbah cangkang itu sendiri sangat mudah didapatkan pada setiap pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) (Aktasio Zikri, 2006)



Gambar 1. Cangkang (*shell*) Kelapa Sawit

Tabel 1. Jenis, Potensi dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit

Jenis	Potensi per Ton TBS (%)	Manfaat
Tandan kosong	23,0	Pupuk kompos, pulp kertas, papan partikel, energy
Wet Decanter Solid	4,0	Pupuk kompos, makanan ternak
Cangkang	6,5	Arang, karbon aktif, papan partikel, agregat sementara
Serabut (fiber)	13,0	Energi, pulp kertas, papan partikel
Limbah cair	50,0	Pupuk, air irigasi
Air kondensat		Air umpan broiler

Sumber: Aktasio Zikri, 2006

2.2 Cangkang Biji Karet

Dalam dunia tumbuhan tanaman karet tersusun dalam sistematika sebagai berikut (Tim Penulis PS, 2013).

Divisi : Spermatophyta
 Subdivisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales
 Famili : Euphorbiaceae
 Genus : *Havea*
 Spesies : *Havea brasiliensis*

Sesuai dengan nama latin yang disandangnya, tanaman karet (*Havea brasiliensis*) berasal dari Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan karet alam dunia. Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 m. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi di atas. Dibeberapa kebun karet ada kecondongan arah tumbuh tanamannya agak miring kearah utara. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks (Tim Penulis PS, 2013). Cangkang biji karet dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cangkang Biji Karet

Suku jarak-jarakan. Euphorbiaceae, memiliki ciri-ciri: batang mengandung getah, tulang daun menjari, buah kendaga (memiliki 3 ruang yang masing-masing memiliki satu biji) (Pustaka Sekolah, 2012).

Contoh :

1. Ceremal
2. Ubi Kayu
3. Karet
4. Pohon Jarak
5. Puring

Cangkang biji karet memiliki kandungan komponen yang sama dengan kulit singkong karena mereka berasal dari famili yang sama yaitu euphorbiaceae, dimana beberapa komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Kulit Singkong

Elemen	Wt (%)
Karbon	59.13
Hidrogen	9.78
Oksigen	28.74
Nitrogen	2.06
Sulfur	0.11
Ash	0.30
H ₂ O	11.4

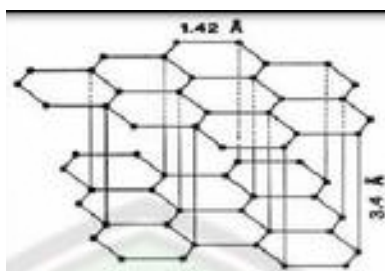
Sumber : Ikawati, 2009

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya absorpsinya dengan proses aktivasi. Pada proses aktivasi ini terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Pada proses aktivasi juga terbentuk pori-pori baru karena adanya pengikisan atom karbon melalui oksidasi ataupun pemanasan (Pujiyanto, 2010). Perlakuan panas terutama dimaksudkan untuk menghilangkan unsur-unsur hidrogen dan oksigen. Seperti diketahui bahan baku untuk pembuatan karbon aktif terutama berasal dari tumbuh-tumbuhan yang banyak mengandung unsur-unsur tersebut dalam bentuk persenyawaan organik. Salah satu perlakuan panas tersebut adalah karbonisasi (pengarangan) (Meilita dan Tuti, 2003). Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Pada karbon aktif berupa bubuk, semakin besar luas area permukaan pori adsorben maka daya adsorpsinya juga semakin besar (Abdi, 2008).

Sejarah karbon aktif pada abad XV, diketahui bahwa karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pemucat, dan menjadi sangat terkenal kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia 1. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada

besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Meilita dan Tuti, 2003). Struktur karbon aktif terdiri dari atom-atom karbon yang berikatan secara kovalen yang tersusun paralel membentuk struktur heksagonal datar berbentuk grafit dan amorf. Setiap kristal karbon aktif tersusun atas tiga atau empat lapisan atom karbon dengan sekitar 20 atom sampai 30 atom karbon heksagonal pada tiap lapisan (Jankowska, 1991), hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Pori Karbon Aktif

Karbon Aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Bahan-bahan tersebut antara lain kayu, batubara muda, tulang, tempurung kelapa, cangkang biji karet, tempurung kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, sabut buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol, dan pelepah jagung (Sudrajat dan Salim, 1994). Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan proses dehidrasi, karbonisasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi material karbon yang biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan pembakaran dari material yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa adanya kontak langsung dengan udara (Marsh, 2006). Proses karbonisasi juga dikenal dengan pirolisis yang didefinisikan sebagai suatu tahapan dimana material organik awal ditransformasikan menjadi sebuah material yang semuanya berbentuk karbon. Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini akan mengubah produk atau material karbon menjadi adsorben (Hugh, 1993). Produk karbon aktif yang telah dihasilkan melalui tahap karbonisasi dan aktivasi, baik aktivasi kimia maupun aktivasi fisika harus memenuhi Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persyaratan Arang Aktif (SNI. 06-3730-1995)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar Air	%	Max 15
2.	Kadar Abu	%	Max 10
3.	Kadar Zat Terbang	%	Max 25
4.	Kadar Karbon Terikat	%	Min 65
5.	Daya Serap terhadap Iodine	mg/gr	Min 750
6.	Daya serap terhadap Benzena	%	Min 25

Sumber: Dewan Standarisasi Nasional, 1995

2.4 Kegunaan Karbon aktif

Saat ini karbon aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, pangan dan farmasi (Tabel 4.). Umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan pemurni, dalam jumlah kecil juga digunakan sebagai katalis.

Sudrajat dan Salim, 1994 mengemukakan bahwa arang aktif dapat memurnikan produk yang dihasilkan industri dan juga berguna untuk mendapatkan kembali zat-zat berharga dari campurannya serta sebagai obat.

2.5 Zat Aktivator

Aktivator adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif dan zat ini akan mengaktifkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air yang menyebabkan air yang terikat kuat pada pori-pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas. Selanjutnya zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan arang yang tertutup. Pada saat dilakukan pemanasan, senyawa pengotor yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terserap sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan meningkatkan daya serapnya. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif di antaranya CaCl_2 , Ca(OH)_2 , NaCl , MgCl_2 , HNO_3 , HCl , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 , ZnCl_2 , NaOH , dan sebagainya. Semua bahan aktif ini umumnya bersifat sebagai pengikat air (Kirk dan Othmer 1964).

Pada penelitian ini digunakan aktivator asam, basa dan garam yaitu Asam Khlorida (HCl), Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Khlorida (NaCl).

2.5.1 Asam Khlorida (HCl)

Asam khlorida adalah asam kuat, dan terbuat dari atom Hidrogen dan Khlorin. Atom Hidrogen dan Khlorin berpartisipasi dalam ikatan kovalen, yang berarti bahwa Hidrogen akan berbagi sepasang elektron dengan Khlorin. Adanya ikatan kovalen akibat penambahan air ke dalam HCl, sehingga HCl akan terpisah menjadi ion Hidrogen (yang positif dan akan melakat pada molekul air) dan ion Khlorida (yang negatif) (Sridianti, 2013).

Asam Khlorida bersifat korosif, yang berarti akan merusak dan mengikis jaringan biologis bila tersentuh. Uap HCl bisa menyebabkan iritasi saluran pernapasan. Selanjutnya, HCl dapat menyebabkan kerusakan besar internal jika terhirup atau tertelan. Untuk alasan ini, disarankan bahwa seseorang menangani HCl menggunakan sarung tangan, kacamata, dan masker saat bekerja dengan asam ini (Sridianti, 2013).

Asam Khlorida (HCl) digunakan dalam banyak proses komersial yang berbeda. Misalnya, HCl digunakan untuk produksi baterai, yang dapat digunakan untuk menyediakan energi listrik untuk mesin. Asam Khlorida juga digunakan dalam produksi banyak obat-obatan farmasi. Misalnya, banyak obat yang digunakan untuk mengobati tekanan darah tinggi mengandung HCl sebagai bagian dari bahan-bahan aktif, dan ini adalah praktek yang meluas di antara perusahaan obat. Asam Khlorida juga dapat digunakan dalam produksi logam, seperti baja, di mana ia digunakan dalam pengawetan (pemurnian) dari produk akhir (Sridianti, 2013). Sifat fisik dan kimia HCl dapat dilihat pada Tabel 5.

Menurut Hsu dan Teng (2000) dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia, aktivator yang lebih baik digunakan untuk material lignoselulosic, seperti ampas tebu, ialah aktivator yang bersifat asam dibandingkan dengan aktivator yang bersifat basa. Hal ini dikarenakan material lignoselulosic memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan aktivator yang bersifat asam tersebut bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen.

2.5.2 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai Soda Kaustik, adalah sejenis basa logam kaustik. Kaustik merupakan istilah yang digunakan untuk basa kuat.

Natrium Hidroksida membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan kedalam air. Natrium Hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium Hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia (Faizeinstein, 2011).

Natrium Hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Natrium Hidroksida bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap Karbon Dioksida dari udara bebas. Natrium Hidroksida sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Natrium Hidroksida juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil dari pada kelarutan KOH, ia tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan Natrium Hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Padatan Natrium Hidroksida atau larutan Natrium Hidroksida akan menyebabkan luka bakar kimia, cedera atau bekas luka permanen, dan kebutaan jika kontak terhadap tubuh manusia atau hewan yang tidak dilindungi peralatan perlindungan seperti sarung tangan karet, pakaian keamanan dan pelindung mata (Faizeinstein, 2011).

Manfaat NaOH antara lain dilaboratorium digunakan untuk meneralkan asam, sedangkan di bidang industri antara lain adalah untuk memurnikan minyak tanah, pembuatan sabun dan detergen, pembuatan pulp dan kertas, penetralan asam pada limbah dan pembuatan garam-garam natrium (Asnan Rifa'I dkk, 2014). Sifat fisik dan kimia NaOH dapat dilihat pada Tabel 6.

Menurut Hsu dan Teng (2000) dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia, aktivator yang lebih baik digunakan untuk bahan baku yang memiliki kandungan karbon yang tinggi, ialah aktivator yang bersifat basa dibandingkan dengan aktivator yang bersifat asam. Hal ini dikarenakan aktivator yang bersifat basa tersebut bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung karbon.

2.5.3 Natrium Khlorida (NaCl)

Natrium Khlorida yang juga dikenal sebagai garam meja atau garam karang, merupakan senyawa ion dengan rumus NaCl. Natrium Khlorida adalah garam yang

paling berperan penting dalam salinitas laut dan dalam cairan ekstraselular dari banyak organisme multiselular. Garam sangat umum digunakan sebagai bumbu makanan dan pengawet. Natrium Klorida adalah garam yang berbentuk kristal atau bubuk berwarna putih. Natrium Klorida dapat larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol. Natrium Klorida juga merupakan senyawa Natrium yang berlimpah di alam (Anonim, 2014).

Natrium Klorida digunakan dalam proses kimia untuk skala besar produksi senyawa yang mengandung Sodium atau Klor. Sejak akhir abad ke-19, pada waktu proses elektrolisis secara besar-besaran diperkenalkan, telah dapat dibuat bermacam-macam senyawa dengan bahan baku NaCl, misalnya Natrium Hidroksida, Asam Klorida, Natrium Karbonat, Natrium Sulfit dan senyawa-senyawa lainnya (Anonim, 2014). Sifat fisik dan kimia NaCl dapat dilihat pada Tabel 7.

Penggunaan larutan Natrium Klorida sebagai zat aktivator kimia karena aktivator NaCl mampu berfungsi sebagai *dehydrating agent* pada karbon aktif yang dihasilkan. Selain itu NaCl tidak beracun, harganya sangat terjangkau dibandingkan dengan jenis aktivator yang lain dan aman terhadap lingkungan sehingga limbah yang dihasilkan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan (Ariyadeejwanich, 2002).

2.6 Proses Karbonisasi

Karbonisasi (pengarangan) adalah suatu proses pirolisis (pembakaran) tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai. Tujuan utama dalam proses ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi. Dasar karbonisasi adalah pemanasan. Bahan dasar dipanaskan dengan temperatur yang bervariasi sampai 1300°C. Material organik didekomposisi dengan menyisakan karbon dan komponen mudah menguap (Hassler, 1963).

Sifat-sifat dari hasil karbonisasi ini ditentukan oleh kondisi dari bahan dasarnya. Beberapa parameter yang biasa digunakan untuk menentukan kondisi karbonisasi yang sesuai yaitu temperatur akhir yang dicapai, waktu karbonisasi, laju peningkatan temperatur, medium dari proses karbonisasi. Temperatur akhir proses mempunyai pengaruh yang besar terhadap struktur dari butiran. Pada temperatur tinggi akan terjadi berbagai macam reaksi dari bahan mentah, sesuai dengan sifat dari struktur kimianya.

Reaktivitas dari hasil karbonisasi yang didapatkan setelah pirolisis pada temperatur 300°C lebih rendah dari temperatur 600°C dikarenakan penurunan jumlah karbonnya. Jika temperatur dinaikkan dengan cepat, pembentukan sebagian besar zat mudah menguap terjadi dalam waktu singkat dan hasilnya biasanya terbentuk pori yang berukuran lebih besar. Reaktivitas hasil karbonisasi lebih besar dari pada hasil yang dipanaskan dengan laju lambat. Dekomposisi termal dari reaksi samping hasil pirolisis juga dipengaruhi oleh medium, jika gas dan uap yang dihasilkan selama pirolisis dipisahkan dengan cepat oleh gas netral maka akan didapatkan hasil karbonisasi yang kecil dengan reaktivitas yang besar (Jankowska, 1991).

Tabel 4. Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri

No.	Tujuan	Pemakaian
Untuk Gas		
1.	Pemurnian Gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk dan asap
2.	Pengolahan LNG	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah serta reaksi
3.	Katalisator	Katalisator reaksi pengangkut vinil klorida dan vinil asetat
4.	Lain-lain	Menghilangkan bau pada kamar pendingin
Untuk Cairan		
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna
2.	Minuman ringan dan keras	Menghilangkan warna dan bau
3.	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4.	Pembersih air	Menyaring/menghilangkan warna, bau, sebagai alat pelindung dan penukar resin dalam alat penyulingan air
5.	Pembersih air buangan	Membersihkan air buangan dari pencemar, bau, warna dan logam berat
6.	Penambakan udang, benur	Pemurnian, penghilangan bau dan warna
7.	Pelarut yang digunakan lagi	Penarikan kembali berbagai pelarut
Lain-lain		
1.	Pengolahan pulp	Pemurnian dan penghilangan bau
2.	Pengolahan pupuk	Pemurnian
3.	Pengolahan emas	Pemurnian
4.	Penyaringan minyak makan dan glukosa	Menghilangkan warna dan bau serta rasa yang tidak enak

Sumber: LIPI 1999

Tabel 5. Sifat Fisik dan Kimia HCl

No.	Sifat-Sifat Bahan	Asam Klorida
1.	Rumus Kimia	HCl
2.	Berat Molekul	36.46 g/mol
3.	Densitas	1.18 g/cm ³
4.	Titik Leleh	-62,25 °C (-80 °F)
5.	Titik Didih	108,58 °C (760mmHg)
6.	Warna	tak berwarna
7.	Bau	beraroma tajam
8.	Kelarutan	larut dalam air dingin, air panas dan dietil eter

Sumber: Adniw Sofihan, 2013

Tabel 6. Sifat Fisik dan Kimia NaOH

No.	Sifat-Sifat Bahan	Natrium Hidroksida
1.	Rumus Kimia	NaOH
2.	Berat Molekul	40.00 g/mol
3.	Densitas	2.13 g/cm ³
4.	Titik Leleh	318 °C
5.	Titik Didih	1388 °C
6.	Warna	putih
7.	Kelarutan	larut dalam air, etanol dan Methanol

Sumber: Asnan Rifa'I dkk, 2014

Tabel 7. Sifat Fisik dan Kimia NaCl

No.	Sifat-Sifat Bahan	Natrium Hidroksida
1.	Rumus Kimia	NaCl
2.	Berat Molekul	58.44 g/mol
3.	Densitas	2.16 g/cm ³
4.	Titik Leleh	801 °C
5.	Titik Didih	1413 °C
6.	Warna	putih
7.	Kelarutan	larut dalam air dingin, air panas, gliserol, dan amoniak

Sumber: khoirul anam, 2012

Secara umum produk pirolisis adalah gas H₂, CO, CO₂, H₂O, CH₄, tar dan arang (Basu, 2006). Karbonisasi adalah proses pemecahan/peruraian selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275°C. (Tutik M dan Faizah H, 2001).

Proses karbonisasi terdiri dari empat tahap yaitu :

1. Pada suhu 100 - 120°C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa. Distilat mengandung asam organik dan sedikit Metanol. Asam

cuka terbentuk pada suhu 200 - 270°C.

2. Pada suhu 270 - 310°C reaksi eksotermik berlangsung dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirolignat, gas kayu dan sedikit tar. Asam merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan metanol sedang gas kayu terdiri dari CO dan CO₂.
3. Pada suhu 310 - 500°C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak tar sedangkan larutan pirolignat menurun, gas CO₂ menurun sedangkan gas CO dan CH₄ serta H₂ meningkat.

4. Pada suhu 500 - 1000°C merupakan tahap dari pemurnian arang atau kadar karbon.

Proses karbonisasi sudah dikenal dan telah dipakai untuk mengolah beraneka ragam bahan padat maupun cair, antara lain cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa, limbah kulit hewan, tempurung kemiri. Alat yang digunakan bermacam-macam, mulai dari tanah, kiln bata, kiln portabel, kiln arang limbah hasil pertanian, retort sampai tanur (R. Sudrajat dan Salim S, 1994).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi (Kurniati, Elly 2008) :

1. Waktu karbonisasi

Bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat. Waktu karbonisasi berbeda-beda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah. Misalnya : tempurung kelapa memerlukan waktu 3 jam (BPPI Bogor, 1980), sekam padi kira-kira 2 jam (Joni TL dkk, 1995), dan tempurung kemiri 1 jam (Bardi M dan A Mun'im, 1999).

2. Suhu karbonisasi

Semakin tinggi suhu karbonisasi, arang yang diperoleh makin berkurang tetapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan. Untuk tempurung kemiri suhu karbonisasi 400°C (Bardi M dan A Mun'im, 1999), tempurung kelapa suhu karbonisasi 600°C (BPPI Bogor, 1980).

Menurut Rosita Idrus dkk., 2013 yang melakukan penelitian pengaruh suhu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa dilakukan proses karbonisasi pada suhu 400°C. Menurut A. Fuadi dkk., 2008 yang melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa diperoleh karbon aktif terbaik pada suhu 500°C. Menurut Ikawati dan Melati, yang melakukan pembuatan karbon aktif dari limbah kulit singkong UKM tapioka kabupaten Pati, diperoleh bilangan iodine optimal pada temperatur karbonisasi 300°C. Menurut Ariyadejwanich, 2002 dalam penelitiannya pembuatan dan karakteristik karbon aktif dari ban bekas, melakukan aktivasi kimia pada karbon aktif menggunakan zat aktivator HCl setelah dilakukan karbonisasi pada suhu 500°C menghasilkan luas permukaan BET 1119 m²/g dan volume pori 1,62 cm³/g.

2.7 Proses Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori arang hasil dari proses karbonisasi ataupun membentuk pori baru yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Hasil dari proses aktivasi adalah perubahan secara fisik dimana luas permukaan dari karbon meningkat dengan tajam dikarenakan terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan (Shreve, 1997).

Daya serap karbon aktif semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan. Hal ini memberikan pengaruh yang kuat untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati mikro pori-pori dari karbon aktif sehingga permukaan dari karbon aktif tersebut semakin lebar atau luas yang mengakibatkan semakin besar pula daya serap karbon aktif tersebut (Tutik M dan Faizah H, 2001).

Aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui dua cara, yakni aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika (Kinoshita, 1988):

1. Aktivasi Kimia

Proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik terjadi dengan pemakaian

bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam Kalsium Klorida (CaCl_2), Magnesium Klorida (MgCl_2), Seng Klorida (ZnCl_2), Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida (KOH), Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan Natrium Klorida (NaCl) (R. Sudrajat dan Salim S, 1994).

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut yang kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian, sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, 1991).

Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

2. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 . Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada karbon (Sembiring, 2003).

Aktivasi fisika, biasanya arang dipanaskan didalam furnace pada temperatur 800-900°C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah, merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya, sedangkan pemanasan dengan uap atau CO_2 pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah

dikontrol dan paling umum digunakan (Meilita dan Tuti, 2003).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi (Kurniati, Elly 2008) :

1. Waktu Perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya sekam padi dengan aktivator NaCl direndam selama 24 jam (Majalah Kulit, Karet dan Plastik, 2003).

Menurut Sani, 2011 yang melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari tanah gambut dengan aktivator H_2SO_4 didapat waktu aktivasi yang optimum pada perendaman 2,5 jam. Menurut Salamah S, 2008 yang melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan aktivator KOH didapat waktu aktivasi optimum pada perendaman 4 jam.

Menurut Tutik M dan Faizah H, 2001 yang melakukan penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan aktivator $ZnCl_2$, perendaman dilakukan selama 20 jam. Menurut Rika Deprianti, 2011 yang melakukan penelitian pengaruh waktu aktivasi dalam aktivator kimia H_3PO_4 dan NaOH terhadap kualitas karbon aktif dari cangkang kopi didapatkan karbon aktif yang optimal pada pengaktifasian dengan H_3PO_4 pada waktu 5 jam.

2. Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi, maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut.

Menurut Taroci Nailasa, dkk., 2013 yang melakukan penelitian pemanfaatan arang aktif biji kapuk sebagai adsorben limbah cair tahu, pengaktifasian dilakukan menggunakan HCl 1.5 M.

Menurut Haika Rahmah Ramadhona, 2011 yang melakukan penelitian pengaruh konsentrasi aktivator kimia asam sulfat dan natrium klorida terhadap kualitas karbon aktif dari bambu diperoleh hasil yang optimal dengan menggunakan

aktivator H_2SO_4 dengan konsentrasi 2.5 M.

Menurut Djeni Hendra, 2006 yang melakukan penelitian pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dan serbuk kayu gergajian campuran diperoleh kondisi optimum untuk membuat arang aktif dengan kualitas terbaik dihasilkan dari arang aktif yang dibuat dari bahan baku serbuk kayu gergajian campuran pada konsentrasi H_3PO_4 12,5%.

Menurut Gilar S. Pambayunan dkk., 2013 yang melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl_2 dan Na_2CO_3 sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah diperoleh persen removal tertinggi didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5%.

Menurut Kusuma dan Utomo, 1970 butiran arang tempurung jika direndam dalam larutan NaCl akan mengadsorpsi garam tersebut. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl maka semakin bertambah banyak mineral yang teradsorpsi sehingga menyebabkan volume pori karbon cenderung bertambah besar karena garam ini dapat berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi.

3. Ukuran bahan

Semakin kecil ukuran bahan semakin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan sempurna. Menurut Tutik M. dan Aizah H, 2001 pada pirolisis tempurung kelapa dilakukan pada ukuran 2-3 mm.

Menurut A. Fuadi dkk., 2008 yang melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa diperoleh karbon aktif terbaik pada ukuran karbon -60 +115 mesh.