

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Durian

2.1.1 Tanaman Durian

Tanaman durian merupakan tanaman tropis asli kawasan Asia dan merupakan herba tahunan yang juga merupakan nama buah konsumsi. Buah ini mendapatkan namanya dari pericarp yang khas, yang terdiri dari duri yang keras dan tajam. Judul buahnya adalah "King of Fruits". Durian adalah buah yang kontroversial, banyak orang menyukainya, tetapi sebagian orang tidak menyukai rasanya. Buah durian yang dalam bahasa latin disebut *Durio zibethinus* ini berasal dari hutan Sumatera, Kalimantan dan Malaysia. Nama durian sendiri berasal dari ciri buahnya yang memiliki kulit berduri.

Tidak hanya buah durian yang memiliki kegunaan, tetapi daun, biji, kulit dan akar durian juga dapat diolah menjadi obat atau untuk kesehatan dan keperluan lainnya. Sisi lain buah durian sering dimakan lebih banyak daripada bungkusnya atau dagingnya. Dilihat dari manfaat tanaman durian, ternyata bukan daging buahnya yang digunakan, namun jika diperhatikan lebih dekat, Anda bisa melihat berbagai manfaat dari seluruh bagian tanaman, seperti batangnya. dapat digunakan sebagai bahan bangunan. (Suprianto.2018).

2.1.2 Biji Durian

Biji durian berbentuk lonjong, berwarna putih kuning dan coklat muda. Dalam rongga tersebut terdapat 2-7 biji atau bahkan lebih. Bibit durian merupakan alat bantu perbanyakan tanaman, terutama untuk okulasi batang bawah.

Biji durian dapat ditemukan di banyak daerah yang memiliki banyak potensi buah durian, dimana biji durian merupakan salah satu hasil samping yang belum diolah atau tidak terpakai yang banyak mengandung nilai tambah. Agar limbah ini dapat dimanfaatkan kembali atau diubah sesuai dengan jenis bahan bakunya dan digunakan dalam waktu yang relatif lama, masih perlu diolah menjadi banyak produk dengan banyak kegunaan yang berbeda.

Di Indonesia sendiri biji durian belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat, biasanya biji durian dimakan langsung oleh sebagian orang baru setelah direbus atau dibakar. Ternyata biji durian bisa diolah dengan berbagai jenis bahan pengolahan, selain itu biji durian juga bisa dijadikan bahan baku pengolahan bioplastik ramah lingkungan, biotanol, kristal Bubuk limbah biji durian juga bisa dijadikan pengganti bioplastik Bahan bakunya, serbuk biji durian juga bisa digunakan sebagai filler dalam pengikat kayu lapis.



Gambar 2.1 Biji durian

Semua jenis tumbuhan yang ada di muka bumi ini adalah ciptaan Allah SWT dan membawa banyak manfaat dan kebahagiaan bagi manusia. Seperti yang kita ketahui, Allah berfirman dalam Quran Surah Asy Syu'ara/26: 7: yaitu:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: *"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?"* (Sumber : <https://litequran.net/asy-syuara>).

Ayat ini menjelaskan bahwa setiap makhluk di dunia adalah tanda kekuasaan Allah SWT. Menurut Tafsir Ibnu Katsir, menjelaskannya sebagai berikut: "Mereka tidak menunjukkan kebesaran kekuasaan Allah dan luasnya karunia dan nikmat-Nya terhadap hamba-hamba-Nya dengan apa yang tumbuh di atasnya. dunia berupa banyak pohon yang baik. tidak dalam ciptaan Allah bahwa mereka adalah tanda keberadaan-Nya dan keagungan Wujud-Nya, tetapi kebanyakan dari mereka tidak beriman."

Berdasarkan interpretasi Muhammad (dikutip dalam Yuanisa, 2017), dapat dibayangkan bahwa manusia harus diturunkan hikmah dari semua ciptaan Allah di dunia. Sesungguhnya Allah SWT menciptakan bumi dan segala isinya, dan

menanam banyak tumbuhan dengan berbagai kegunaan dan manfaat. Semua ciptaan Allah yang ada di dunia ini hanyalah nikmat yang harus disyukuri dengan memanfaatkannya sebaik mungkin dan menemukan sebaik mungkin ciptaan-Nya sehingga mereka benar benar dapat menghargainya menerima tanda agung 'Allah dan menambah keimanan.

Sebagaimana Allah SWT menjelaskan dalam Al-Qur'an bahwa Allah SWT itu maha kuasa karena Dia dapat menciptakan berbagai jenis pohon dan buah-buahan yang tidak dapat dilakukan makhluk hidup lain dan juga tidak ada yang sia-sia ketika diciptakan oleh Allah SWT. Sebagaimana diberitakan dalam QS al-Nahl/16: 11.

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ
لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (١١)

Artinya: "Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir."

Penafsiran ayat ini menunjukkan orang yang sangat berguna atau populer di masyarakat Arab di mana Al-Qur'an diturunkan, mengatakan bahwa Dia adalah Allah SWT. menghidupkan Anda dengannya yaitu dengan turunnya hujan, termasuk berbagai tanaman mulai dari yang paling cepat layu hingga yang paling hidup dan berguna. Ia menumbuhkan zaitun yang merupakan salah satu pohon tertua, serta kurma yang bisa dimakan mentah atau dimasak, mudah dipetik, sangat bergizi dan tinggi kalori, termasuk buah anggur yang bisa dijadikan makanan halal atau minuman haram dan segala macamnya, dalam hal ini, khususnya hujan dan pengaruhnya, memang ada indikasi yang paling jelas bahwa yang mengatur itu semua adalah Allah, Yang Maha Kuasa, Yang Maha Perkasa. Tanda ini sangat berguna untuk kaum yang berpikir. Bayangkan, sumber airnya sama, tanah dimana tumbuhnya berdekatan, tetapi bentuk dan rasanya berbeda (Kuraish Shihab, 2002: 195).

Allah SWT. Menumbuhkan dan menghidupkan dengan air hujan membawa banyak tanaman dan buah-buahan yang berbeda seperti kurma, zaitun, anggur dan buah-buahan lainnya dari berbagai jenis dan bentuk, warna, bau dan rasa. Jadi, dalam ciptaan Tuhan, yang diberikan kepada manusia dan makhluk-Nya,

terdapat tanda-tanda yang menunjukkan kekuasaannya dan hanya Dia yang berhak disembah (Ibn Katsir, 1988: -546).

2.1.3 Karakteristik Biji Durian

Pohon durian dikatakan sebagai tanaman tahunan. Ketika ditanami dari biji, tanaman ini akan mulai berbunga untuk pertama kalinya 10 tahun setelah ditanam. Namun tanaman ini akan menghasilkan buah yang lezat dan memiliki banyak kegunaan. Selain buahnya, biji durian juga bisa dimanfaatkan sebagai bio-alkohol. Biji merupakan bahan perbanyakan yang penting karena mengandung tumbuhan baru. Biji durian terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit biji, tali biji dan inti biji.

Biji durian berbentuk seperti telur, dua gumpalan. Selain itu, biji durian berwarna putih sampai coklat (Wiryanta, 2008). Biji durian memiliki kandungan pati yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai makanan pengganti. Kandungan kimia biji durian sangat mirip dengan famili Bombacaceae. Umumnya, famili Bombacaceae memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan singkong.

Saat diiris/dipotong atau dikupas, biji durian sering mengeluarkan lendir. Lendir tidak berbau, tidak berasa, larut dalam

air dingin atau panas. Lendir dapat membentuk larutan kental yang disebut gum.

Tabel 2.1. Komposisi biji durian

| Zat | Per 100 gram biji segar (mentah) tanpa kulitnya | | Per 100 gram biji telah dimasak tanpa kulitnya | |
|-------------------|---|----------|--|----------|
| Kadar air | 51,5 | gram | 51,5 | gram |
| Lemak | 0,4 | gram | 0,2 | gram |
| Protein | 2,6 | gram | 1,5 | gram |
| Karbohidrat total | 47,6 | gram | 48,2 | gram |
| Serat kasar | - | | 0,7 | gram |
| Nitrogen | - | | 0,3 | gram |
| Abu | 1,9 | gram | 1,0 | gram |
| Kalsium | 17 | miligram | 3,9-88,8 | miligram |
| Fosfor | 68 | miligram | 87 | miligram |
| Besi | 0,1 | miligram | 0,64 | gram |
| Natrium | 3 | miligram | - | |
| Kalium | 962 | miligram | - | |
| Beta karoten | 250 | miligram | - | |
| Riboflavin | 0,05 | miligram | 0,052 | miligram |
| Thiamin | - | | 0,032 | miligram |
| Niacin | 0,9 | miligram | 0,89 | miligram |

Dari Tabel 2.1 terlihat bahwa biji durian memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, 47,6 gram dalam per 100 gram biji segar, dibandingkan 48,2 gram saat dimasak. Pati (karbohidrat) adalah polisakarida yang dapat dipecah menjadi glukosa. Glukosa difermentasi menjadi etanol (Setiawan, 2015).

Biji durian memiliki komposisi pati yang sangat tinggi, menjadikannya sebagai pengganti makanan alternatif yang potensial (Anda dapat mencampur daging buah dengan bubur). Kulitnya digunakan sebagai parutan yang sangat baik dengan memanggangnya sampai kering dan hancur.

Potensi dan kandungan gizi biji durian Selain dimanfaatkan sebagai bahan pangan buah-buahan segar dan produk olahan lainnya, ternyata memiliki manfaat dari bagian lain. Kayu sengon karena kayunya kebanyakan lurus.

Biji durian bisa direbus atau dipanggang dan mengandung banyak tepung, menjadikannya camilan sehat. Namun perlu diingat bahwa asam lemak siklopropena yang terdapat didalam biji durian menjadi racun bagi tubuh, sehingga tidak dianjurkan memakan biji saat keadaan mentah dari buah durian ini.

Biji durian juga bisa diolah menjadi campuran tablet dimana biji durian dikeringkan kemudian diolah menjadi pati dalam proses ekstraksi. Metode

ekstraksi adalah metode menghaluskan material hingga ukuran yang sangat kecil, mirip dengan debu halus.

Menurut Muhamad Afif (2007), Genisa dan Rasyid (1994), komposisi kimia biji durian hampir menyerupai dengan biji lain yang termasuk dalam famili Bombacaceae, dan komposisi kandungan biji durian matang adalah 51 g air dan 0,3 g lemak, kandungan protein 1,4 gram, kandungan karbohidrat 46,3 gram. Biji pada tanaman Bombacaceae banyak memiliki karbohidrat terutama pati sekitar 42% dibandingkan 27,9% pada ubi jalar atau 34,7% pada singkong.

2.2 Karbon Aktif

2.2.1 Definisi Karbon Aktif

Karbon aktif(arang aktif) adalah suatu bentuk padatan berpori yang mengandung 80-95% unsur karbon (C). Karbon aktif dibuat dengan memanaskan bahan berkarbon ke suhu tinggi. Karbon aktif merupakan bahan padat berpori, hasil pembakaran bahan berkarbon melalui proses pirolisis. Beberapa pori masih tertutup oleh tar, hidrokarbon serta senyawa organik lainnya. (Idrus.2013).

Karbon aktif berupa arang yang diaktifkan dengan uap air, gas CO₂, suhu panas atau bahan kimia untuk membuka pori-pori dan meningkatkan kapasitas adsorpsi. Pori-pori memiliki gaya van der Waals yang kuat. Biasanya karbon aktif mengandung 5,01-15% air, 1-3% abu dan selebihnya adalah karbon.

Komposisi karbon aktif terdiri dari selulosa, karbon, air dan abu. Selulosa dari arang ini digunakan sebagai pembersih partikulat untuk air keruh. Hal ini karena selulosa bersifat keras dan sulit larut dalam air, sehingga airnya dapat jernih.

Menurut Rosita dkk. (2013) massa karbon aktif dipengaruhi oleh suhu aktivasi. Semakin tinggi suhu aktivasi, semakin rendah massa karbon aktif. Juga, semakin tinggi suhu aktivasi karbon aktif, maka semakin banyak uap air yang menguap, yang mempengaruhi kualitas karbon aktif. Rijali dkk (2015) menyatakan bahwa susut massa meningkat secara proporsional dengan bertambahnya waktu karbonisasi untuk waktu tertentu, dengan suhu karbonisasi yang lebih tinggi menghasilkan kadar air yang lebih rendah dan kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi. Semakin lama waktu dan suhu yang digunakan

maka semakin tinggi nilai iod yang diperoleh, dan semakin lama waktu aktivasi maka rendemennya semakin rendah.

Karbon aktif yang baik memiliki luas permukaan yang tinggi, berkisar antara 300 hingga 3500 m²/kg. Hal ini karena luas permukaan karbon aktif terkait dengan struktur pori internalnya, yang memberikan sifat sebagai adsorben. (Idrus, 2013).

Arang aktif adalah senyawa karbon amorf dan dapat dibuat dari bahan karbon atau arang yang telah diolah secara khusus untuk menciptakan luas permukaan yang lebih besar. Karbon aktif bersifat hidrofobik. Artinya, molekul karbon aktif biasanya tidak berinteraksi dengan molekul air. Karbon aktif diperoleh melalui proses aktivasi. Perlakuan aktivasi adalah perlakuan yang menghilangkan pengotor yang menutupi permukaan karbon aktif untuk meningkatkan porositas karbon aktif. Luas permukaan merupakan salah satu sifat fisik karbon aktif. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar yaitu $1,94 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ dan volume pori total $10,27 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mg}^{-1}$ serta ukuran pori rata-rata 21,7 Å, sehingga dapat menampung. Semakin besar permukaan berpori karbon aktif, semakin besar kapasitas penyerapannya.

Permukaan juga memberikan informasi tentang jumlah pori pada karbon aktif yang digunakan untuk menyerap zat. Menurut IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemicals) ada tiga klasifikasi yaitu mikropori dengan diameter pori < 2 nm, mesopori dengan diameter pori 2-50 nm dan makropori dengan diameter pori > 50 nm. nm (Rahmayani, 2013).

Kapasitas adsorpsi karbon aktif tergantung pada jumlah senyawa karbon. Asupan karbon ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini bisa lebih besar ketika karbon aktif diaktifkan dengan cara kimiawi atau pemanasan pada suhu tinggi. Ini mengubah sifat fisik dan kimia batubara. Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan memiliki daya serap jauh lebih tinggi dibanding sebelum proses aktivasi. (Murinda Leni, 2015)

Kemampuan karbon aktif untuk menyerap dari permukaan juga ditentukan oleh struktur kimianya, yaitu atom C, H dan O, yang bergabung secara kimia membentuk gugus fungsi. Adanya gugus fungsi tersebut membuat permukaan

karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsi.

Karbon aktif umumnya digunakan dalam industri pengolahan air limbah untuk menghilangkan warna, bau dan bahan organik yang berbahaya bagi lingkungan (Abassi dan Sureat, 1994). Karbon aktif juga dapat digunakan untuk memisahkan pengotor dari bahan organik. Dalam pengolahan air karbon aktif dipakai menjadi adsorben buat menghilangkan rasa, bau & rona yg ditimbulkan sang bahan organik pada air. Dibandingkan dengan kemampuan larutan untuk menahan zat yang terkandung dalam air, daya tarik permukaan karbon aktif yang lebih kuat memungkinkan mereka untuk menyerap kotoran dalam air. Prasyarat agar kontaminan masuk dan terakumulasi dalam pori-pori karbon aktif adalah ukuran pori kontaminan tidak lebih besar dari pori-pori karbon aktif.

Aplikasi karbon aktif yang tersedia secara komersial meliputi pewangi dan resin, pemurnian bahan baku, pemurnian air limbah, pemurnian air dan adsorben untuk adsorpsi cairan dan gas (Kvech et al., 1998 dan Worch, 2012). Penyerapan karbon aktif sendiri ditentukan oleh luas permukaan partikel, dan kapasitas ini dapat ditingkatkan ketika karbon aktif diaktifkan dengan aktivator kimia atau dipanaskan pada suhu tinggi. Oleh karena itu, sifat fisik dan kimia karbon aktif berubah.

2.2.2 Klasifikasi Karbon Aktif

Ada tiga bentuk utama yang dimiliki dari karbon aktif yaitu sebagai berikut:

a. Karbon aktif bentuk granular (*Granular Active Carbon*)

Bentuknya tidak beraturan dengan ukuran partikel 0,2 sampai 5 mm. Jenis karbon aktif ini digunakan dalam fase gas dan cair. Gambar 2.2 menunjukkan karbon aktif granular.



Gambar 2.2 Karbon Aktif Bentuk Granular

b. Karbon aktif serbuk (*Powdered Activated Carbon*)

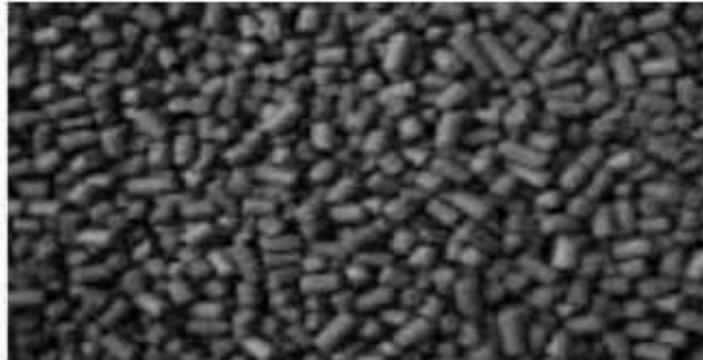
Karbon aktif dihaluskan hingga 0,19 mm atau kurang (US mess 80). Jenis karbon aktif ini biasanya digunakan untuk aplikasi fase cair dan filtrasi gas buang. Gambar 2.3 menunjukkan karbon aktif granular.



Gambar 2.3 Karbon Aktif Serbuk

c. Karbon aktif berbentuk *pellet*

Arang aktif pelet diproduksi dengan cara ekstrusi dan berbentuk silinder dengan diameter 0,9 hingga 6 mm. Karbon aktif pelet biasanya dimanfaatkan untuk aplikasi fase gas karena penurunan tekanannya yang rendah, kekuatan mekanik yang kuat, dan kadar abu yang rendah. Gambar 2.4 menunjukkan karbon aktif berbentuk pelet.



Gambar 2.4 Karbon Aktif *Pellet*

2.2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Karbon Aktif

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas karbon aktif. Faktor-faktor yang mempengaruhi karbon aktif ialah:

a. Luas Permukaan

Karbon aktif dicirikan oleh permukaan yang detail, porositas yang berkembang dengan baik, dan permukaan dengan gugus fungsi pada permukaan baha adsorben. Karbon aktif digunakan sebagai pendukung katalis dalam proses katalitik. Oleh karena itu, luas permukaan dan porositas yang tinggi sangat penting untuk kualitas karbon aktif (AC) karena membantu memurnikan sejumlah besar senyawa dari aliran karbon aktif (AC) gas atau cair.

b. Kadar Abu

Kandungan abu karbon aktif yang berkualitas baik harus rendah, kadar abu harus 5-6%, yaitu sekitar 85-90% dari kandungan karbon. Kadar abu bahan baku yang digunakan untuk membuat karbon aktif sangat penting karena dapat menunjukkan bahwa bahan tersebut adalah karbon. Karbon aktif abu tinggi tidak dianjurkan karena mengurangi daya serap dan kekuatan karbon aktif.

c. Sifat Permukaan Adsorbent

Adsorpsi sangat dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben dan adsorbat. Permukaan adsorbat cenderung mengikat adsorbat yang sejenis. Karena permukaan karbon aktif umumnya non-polar dan sebenarnya ada beberapa kompleks karbon aktif yang membuat permukaannya sedikit polar, kita dapat menyimpulkan bahwa luas permukaan dan volume pori yang besar memberikan kapasitas adsorpsi yang tinggi.

2.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif terbagi menjadi dua bagian yaitu proses langsung dan proses tidak langsung. Pada metode langsung, bahan dasar dibentuk dengan ukuran partikel yang diinginkan, setelah itu dilakukan karbonisasi dan aktivasi, setelah itu produk yang dihasilkan disaring. Proses langsung ini dapat diterapkan pada karbon aktif tempung kelapa, karbon relatif padat dan bahan dasar lain yang digunakan untuk membuat karbon aktif bubuk (PAC). Proses tidak langsung digunakan untuk karbon aktif berbasis lignit. Karbon aktif jenis ini membutuhkan proses rekonstruksi dan pretreatment selain metode langsung yang disebutkan di atas. Karbon aktif yang terbuat dari batubara muda membutuhkan proses pretreatment untuk mengontrol hilangnya mikropori selama karbonisasi akibat pembengkakan dan pelunakan batuan Neolitik (Anggraeni et al., 2015).

Proses produksi karbon aktif memiliki tiga tahap, yaitu:

1. Dewatering, adalah proses penghilangan air, dimana bahan baku dipanaskan sampai suhu 170 °C.
2. Karbonisasi, yaitu proses penguraian bahan organik menjadi karbon pada suhu pelayaran di atas 170 °C, yang menghasilkan "tar", metanol beserta hasil samping lainnya.
3. Aktivasi terjadi dengan dekomposisi tar dan pelebaran pori dapat dilakukan dengan uap atau CO₂ sebagai aktivator. (Silvia Ika, 2015).

Pembuatan karbon aktif secara pirolisis bertujuan untuk menggunakan proses fisik dengan menginjeksikan nitrogen dan karbon dioksida pada suhu tinggi untuk memperbesar pori-pori dan membuat rongga baru, sehingga karbon aktif memiliki daya serap yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivasi:

- a. waktu pemanasan semakin lama waktu pemanasan, reaksi pirolisis semakin sempurna, sehingga rendemen arang akan menurun, tetapi cairan dan gas akan meningkat.
- b. Suhu pemanasan juga mempengaruhi hasil arang. Karena semakin tinggi suhu arang yang dihasilkan, semakin rendah rendemen cairan dan gasnya.
- c. Jumlah suplai air berpengaruh besar, jika jumlah suplai air banyak maka pembakaran pada retort tidak akan berjalan dengan baik, dan karbon yang dihasilkan akan mudah mati, sehingga waktu yang dibutuhkan akan lebih lama.
- d. Ukuran material memiliki pengaruh besar pada distribusi panas. Semakin kecil bahan, semakin cepat keselarasan umpan secara keseluruhan dan oleh karena itu pirolisis semakin sempurna. (Purnasari, 2017).

Dalam proses pembuatan karbon aktif secara gamblang dijelaskan dalam uraian berikut:

2.3.1 Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku pada suhu 105 °C selama 24 jam, dengan tujuan menguapkan seluruh kadar air bahan baku. Proses dehidrasi dapat dilakukan baik sebagai bahan baku atau setelah mengubahnya menjadi karbon aktif bubuk atau granular. Selama kadar air bahan baku tidak melebihi SNI, berarti layak digunakan sebagai karbon aktif.

2.3.2 Karbonisasi

Karbonisasi atau pembakaran adalah proses dekomposisi termal atau pembakaran tidak sempurna dari bahan karbon di udara terbatas. Dalam hal ini, pembentukan struktur berpori dimulai. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk menghasilkan butiran dengan daya serap dan tekstur yang bersih. Karbonisasi didasarkan pada pemanasan, di mana bahan dasarnya dipanaskan pada suhu yang berbeda hingga 1300 °C. Bahan organik terurai dan karbon serta komponen volatil lainnya menguap (Silvia Ika, 2015).

Karakteristik hasil karbonisasi ini ditentukan oleh sifat substratnya. Beberapa parameter biasanya digunakan untuk menentukan kondisi batubara yang sesuai: temperatur akhir tercapai, waktu karbonasi, laju kenaikan temperatur,

media proses karbonasi. Suhu akhir proses memiliki pengaruh yang signifikan terhadap struktur butir. Bergantung pada struktur kimia bahan mentah, berbagai reaksi terjadi pada suhu tinggi. Reaktivitas karakter yang diperoleh setelah pirolisis pada suhu 300 °C lebih rendah dibandingkan pada suhu 600 °C karena kandungan karbon yang lebih rendah.

Peningkatan suhu yang cepat menyebabkan pembentukan komponen volatil dalam jumlah besar dalam waktu singkat, yang biasanya mengarah pada pembentukan pori-pori yang lebih besar. Reaktivitas produk langsung lebih besar daripada produk yang dipanaskan perlahan. Sebagai komponen dasar bahan berbasis karbon dalam produksi karbon aktif, proses gas uap harus memenuhi persyaratan tertentu. Volatilitas rendah, kandungan karbon tinggi, daya serap cukup dan kekuatan material melemah (Silvia Ika, 2015).

2.3.3 Proses Aktivasi

Aktivasi merupakan perubahan fisika dimana luas permukaan karbon menjadi besar karena terlepasnya hidrokarbon yang menyumbat pori-pori. Pada proses karbonisasi dan pirolisis, kapasitas adsorpsi karbon masih lemah, masih terdapat residu pada permukaan pori dan terbentuk pori. Oleh karena itu, aktivasi diperlukan untuk meningkatkan luas permukaan dan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Aktivasi dapat terjadi sebelum atau sesudah karbonisasi. Aktivator ditambahkan untuk mengikat karbon dan sebagian besar hidrogen ke ketidakjenuhan. Akibatnya, molekul pembentuk pori menembus ke dalam pori-pori besar tempat terjadinya adsorpsi.

a. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisik adalah proses menggunakan panas, uap dan CO₂ untuk memutuskan rantai karbon senyawa organik. Metode aktivasi fisik meliputi uap air, karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas ini berfungsi untuk memperluas struktur pori arang untuk meningkatkan luas permukaan, menghilangkan komponen volatil dan menghilangkan pembentukan tar atau hidrokarbon pencemar di dalam arang.

Untuk aktivasi fisik, arang yang diperoleh dari biomassa dipanaskan dalam tanur hingga suhu 400-800 °C dalam kondisi inert dengan cara meniupkan nitrogen ke dalam reaktor aktivasi. Karena nitrogen adalah gas inert, menggunakan gas nitrogen selama proses aktivasi dapat mengurangi pembakaran batubara dan oksidasi menjadi abu dari pemanasan tambahan. Selain itu, aktivasi gas mengembangkan struktur karbon yang kosong, untuk memperluas wilayah.

Aktivasi fisik dapat mengubah bahan berkarbonisasi menjadi produk dengan luas permukaan dan struktur berpori yang unggul. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperbesar volume pori yang terbentuk selama karbonisasi, memperbesar diameter dan membuat banyak pori baru. Aktivasi fisik biasanya digunakan untuk membuat karbon aktif digunakan dalam pemurnian air dan prosesnya bersifat endotermik. Proses endotermik ini melibatkan pengontakan aktivator fase gas (biasanya uap) (terkadang CO₂ dan air) dengan karbon pada suhu 850-1000 °C. Dalam proses ini, ukuran sorben sering dikurangi dengan oksidasi eksternal yang berlebihan karena gas pengoksidasi berdifusi ke dalam karbon non-aktif (Khuluk, 2016).

1. Aktivasi Kimia

Aktivasi ini ialah proses penggunaan bahan kimia untuk dapat memutus rantai karbon senyawa organik. Pada metode ini, proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan bahan kimia (aktivator) sebagai aktivator.

Aktivator merupakan zat atau bahan kimia yang berfungsi sebagai aktivator untuk menyerap karbon aktif dan meningkatkan daya serap. Aktivator mengikat air. Ini berarti bahwa air yang terikat pada pori-pori karbon dilepaskan selama karbonisasi dan tidak hilang. Selain itu, aktivator menembus pori-pori dan membuka permukaan karbon aktif yang tertutup. Karbon aktif diaktifkan dengan merendammnya dalam larutan kimia yang mengandung asam (H₃PO₄ dan H₂SO₄), basa (KOH dan NaOH) dan garam (ZnCl₂ dan NaCl) (Khuluk, 2016).

2.3.4 Standar Kualitas Karbon Aktif

Kualitas karbon aktif tergantung pada jenis bahan baku, teknologi pengolahan, metode pengolahan dan ketepatan aplikasi. Maka dari itu produsen arang aktif harus mengetahui kualitas apa yang ingin mereka hasilkan dari bahan baku yang tersedia dan untuk apa karbon aktif ini digunakan.

Negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris Raya, Korea Selatan, Jepang dan Jerman telah menetapkan berbagai versi standar kualitas karbon aktif. Indonesia juga telah mengembangkan baku mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia yaitu SII 0258-79. Kemudian diubah menjadi SNI 06-3730-1995. Beberapa persyaratan untuk karbon aktif industri ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Standar kualitas arang aktif teknis menurut SNI No. 06-3730-1995

| Uraian (%) | Persyaratan Kualitas | |
|---|----------------------|----------|
| | Butiran | Serbuk |
| Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C | Maks. 15 | Maks. 25 |
| Kadar air | Maks. 4,5 | Maks. 15 |
| Kadar abu | Maks. 2,5 | Maks. 10 |
| Kadar Karbon Terikat | Min. 80 | Min. 65 |

2.4 Karakterisasi Karbon Aktif

Menurut Muhiddin (2019) dan Purnamasari (2018), beberapa pengujian yang dilakukan dalam uji jarak dekat dan analisis morfologi, antara lain kadar air, kadar abu, kadar volatil, kadar karbon dan pemindaian mikroskop elektron.

2.4.1 Kadar air

Untuk penurunan kadar air erat kaitannya dengan suhu. Semakin besar pemanasan yang diberikan untuk pengeringan, semakin sedikit air dalam karbon aktif dan semakin luas pori-pori. Semakin luas pori-pori maka semakin besar luas permukaan karbon aktif tersebut. Hal ini meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Dengan meningkatnya jumlah adsorpsi karbon aktif, kualitas karbon aktif juga meningkat. Metode penghitungan kadar air karbon aktif menggunakan standar SNI 06-3730-1995 dengan rumus (2.1):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

a = massa sampel awal (gram)

b = massa sampel setelah dipanaskan (gram)

2.4.2 Kadar abu

Kadar abu memperlihatkan jumlah substituen anorganik yang ada pada karbon. Abu yang dihasilkan adalah kontaminan dari karbon aktif, sehingga semakin rendah abu maka semakin tinggi kualitas karbon aktif tersebut. Perhitungan kadar abu karbon aktif menurut standar SNI 06-3730-1995 menurut rumus (2.2):

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{M_t}{M_c} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

M_t = Massa abu total (gram)

M_c = Massa abu sampel (gram)

2.4.3 Kadar zat mudah menguap

Volatile content merupakan metode untuk mengetahui seberapa besar zat selain karbon pada permukaan karbon aktif mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Semakin tinggi suhu aktivasi, semakin rendah kandungan volatil, dan efeknya sangat nyata. Perhitungan kandungan volatil karbon aktif menurut standar SNI 06-3730-1995 menggunakan rumus (2.3):

$$\text{Kadar zat mudah menguap (\%)} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

a = Massa sampel sebelum pemanasan (gram)

b = Massa sampel setelah pemanasan (gram)

2.4.4 Kadar karbon

Kandungan karbon berdasarkan SNI adalah 65% atau lebih. Tidak hanya jumlah karbon terikat yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingkat volatilitas yang tinggi dan rendah, tetapi kadar abu juga dipengaruhi oleh atom karbon yang dapat dikonversi selulosa dan kandungan lignin bahan. Perhitungan kandungan karbon menurut standar SNI 06-3730-1995 menggunakan rumus (2.4):

$$\text{Kadar karbon (\%)} = 100\% - (\% \text{ Zat mudah menguap} + \% \text{ abu}). \quad (2.4)$$

2.4.5 Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Mikroskop elektron pemindaian (SEM) adalah jenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat objek dalam resolusi tinggi. Analisis SEM berguna untuk memahami struktur mikro padatan, seperti B. Porositas dan morfologi retakan. Berkas elektron dihasilkan oleh filamen panas yang disebut senjata elektron. Morfologi permukaan karbon aktif yang diperoleh dapat dianalisis menggunakan scanning electron mikroskop (SEM). Cara kerja mikroskop elektron pemindaian (SEM) adalah bahwa gelombang elektron yang dipancarkan oleh senjata elektron memfokuskan lensa kondensor dan memfokuskan lensa objektif pada titik yang terdefinisi dengan baik. Kumparan catu daya memberikan berkas elektron medan magnet. Berkas elektron yang menumbuk sampel menghasilkan elektron sekunder, yang dikumpulkan oleh detektor sekunder atau hamburan balik. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik dengan berbagai intensitas pada permukaan tabung sinar katoda (CRT) dan ditampilkan sebagai gambar topografi.

2.5 Penelitian yang Relevan

Rosita Idrus dkk (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh suhu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu proses aktivasi untuk mengetahui suhu optimal untuk menghasilkan karbon aktif dan menguji kualitas karbon aktif sesuai Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-79). Penelitiannya menunjukkan bahwa arang aktif dengan sifat terbaik adalah arang tempurung kelapa yang diaktifkan pada suhu uji tertinggi. Dengan kadar air 7,7% dan kadar abu 0,84 n, daya serap yodium adalah 586,318 mg/g.

Masthura (2013) melaporkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa diaktivasi secara fisik pada temperatur 500-900 °C dengan waktu penahanan 1 jam dengan judul "Meningkatkan penyerapan filter air karbon aktif tempurung kelapa pada temperatur yang berbeda". Dari penelitian ini, aktivasi fisik karbon aktif tempurung kelapa terbaik (kelembaban 4,86%, kadar ZMM 10,84%, kadar abu 2,04%, kadar karbon 87,12%) diuji sesuai SNI No. 06-3730 -1995, mis. pada suhu 700 °C.

Sitangan dkk. (2017) melakukan penelitian yang berjudul "Karakterisasi Adsorpsi dari Sabut Pinang Aktif H₂SO₄ Menjadi Karbon Aktif". Menurut penelitiannya, aktivasi dengan larutan H₂SO₄ pada konsentrasi 0,5M, 1M dan 1,5M menghasilkan kadar air 0,59%, 2,11% dan 0,95% dan kadar abu 1,83%, 1,7% dan 1,49%. , dengan luas permukaan sebesar 15,195 m²/g, 67,883 m²/g, dan 550,306 m²/g.

2.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah karbon aktif dapat dihasilkan dari biji durian melalui proses aktivasi fisik dan kimia. Karbon aktif yang dihasilkan diharapkan memenuhi persyaratan mutu SNI No. 06-3730-1995 untuk karbon aktif teknis.