

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85 - 95% karbon. Bahan-bahan yang mengandung unsur karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara memanaskannya pada suhu tinggi. Pori-pori tersebut dapat dimanfaatkan sebagai penyerap (adsorben). Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau, dan agen pemurni dalam industri makanan. Selain itu juga karbon aktif banyak digunakan dalam proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Wu, 2004). Produksi karbon aktif di Indonesia pada tahun 1993 baru mencapai 20.000 ton dengan konsumsi terbesar di dalam negeri oleh industri minyak nabati, monosodium glutamat, industri gula, etanol, dan pengolahan air limbah. Indonesia masih mengimpor karbon aktif dengan kualifikasi tertentu dari berbagai negara sebanyak 2.000 ton/tahun (R. Sudrajat dan Salim S, 1994)

Proses aktivasi pada karbon aktif dapat dilakukan dengan 2 Proses yaitu fisika dan kimia, dimana pada proses Aktivasi fisika, Arang hasil dari Karbonisasi dilakukan Pembakaran pada suhu tinggi 900 s/d 1000°C dengan penginjeksian Uap air (Steam) sebagai Activating agent, sedangkan pada Proses Kimia, Arang hasil dari Karbonisasi di rendam menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Sabarudin (1996) melakukan aktivasi kimia terhadap arang tempurung kelapa menggunakan  $\text{NaCl}$  dengan variasi konsentrasi antara 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40%.

PT. Nawa Perkasa adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang Manufacture Industri Pengolahan Limbah Tempurung Kelapa untuk

di jadikan Karbon Aktif, PT. Nawa Perkasa hingga saat ini telah mampu meng Export kurang lebih 200 Ton Karbon Aktif berkualitas tinggi per bulannya, di iringi dengan banyaknya minat konsumen pada karbon aktif membuat banyak perusahaan-perusahaan yang bersaing untuk dapat merebut pasar perdagangan tersebut, oleh karna itu kualitas sangatlah menentukan harga jual dan minat konsumen, kualitas Karbon Aktif yang baik di lihat dari kemampuan Karbon Aktif tersebut melakukan Adsorpsi atau penyerapan, untuk dapat mengetahui kualitas nya terdapat beberapa pengujian mencakup uji daya Adsorpsi dengan metode Titrasi iodine, Pengujian kekerasan/Hardnesh dan pengujian kadar air MC%.

Pada PT. Nawa Perkasa Karbon Aktif di Produksi menggunakan Metode Fisika, dimana Tempurung Kelapa yang telah di lakukan Proses Karbonisasi di masukkan kedalam Rotary Kiln pada Temperatur 700 s/d 850 °C dengan Penginjeksian Steam sebagai Activating Agent, Steam berfungsi untuk melakukan Pembentukan struktur pori dan membersihkan pori dari pengotor/Non Carbon, semakin banyak pori-pori yang terbentuk semakin tinggi pula nilai Adsorpsi yang di hasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh dari Variasi Penginjeksian Tekanan Steam terhadap pembentukan struktur pori pada Arang untuk dapat menghasilkan Daya Adsorpsi yang baik, kasus yang terjadi pada PT. Nawa Perkasa adalah ketidak seragaman Nilai Adsorpsi dari Karbon Aktif tersebut, oleh karna itu penulis mencoba menganalisa pengaruh dari Variasi Penginjeksian Steam dengan harapan masalah yang terjadi dapat segera di selesaikan dan memiliki standard Tekanan Steam yang baik untuk menghasilkan kualitas Karbon Aktif yang baik.

## **1.2. BATASAN MASALAH**

Dalam penelitian ini , banyak Variabel-variabel yang mempengaruhi Kualitas Daya Adsorpsi dari Karbon Aktif tersebut, Penulis mengambil salah satu variabel Yaitu Penginjeksian Steam untuk di lakukan Analisis mengenai pengaruh Terhadap daya Adsorpsi Karbon

Aktif, oleh karena itu ada beberapa Batasan masalah dalam Penelitian ini antara nya adalah :

1. Proses Aktivasi di lakukan secara Fisika
2. Bahan Baku yang di gunakan adalah Limbah Tempurung kelapa
3. Proses Pengarangan Menggunakan sistim Karbonisasi (Pirolisis) dengan Kondisi Miskin Oxygen pada Temperatur Range 250 s/d 600°C
4. Proses Aktivasi di lakukan Menggunakan Rotary Kiln pada Temperatur Range 900 s/d 1000 °C sebagai Variabel Tetap Terkontrol
5. Kualitas MC% (Moesture Countain) Bahan Baku < 15 % Sebagai Variabel tetap Terkontrol
6. Lama waktu Aktivasi 4 Jam
7. Steam di injeksikan pada Variasi tekanan Terendah sampai dengan Tekanan Tertinggi yaitu (2)-(2,5)-(3)-(3,5)-(4).

### **1.3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Adapun Tujuan dan Manfaat dari Penelitian ini adalah :

1. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak
2. Mengetahui Tekanan steam yang baik pada Proses Aktivasi dari beberapa Variasi Tekanan Steam yang di berikan
3. Mempermudah Perusahaan untuk menetapkan Standar penggunaan Tekanan Steam sebagai Activating Agent

Melengkapi Penelitian-penelitian Sebelum nya yang membahas Tentang Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa

#### **1.4. SISTEMATIKA PENULISAN**

##### **BAB I**

Berisi latar belakang dari judul skripsi, Batasan masalah, Tujuan dan Manfaat dari penelitian serta Sistematika Penulisan Proposal Tugas Skripsi (Outline)

##### **BAB II**

Menjelaskan tentang landasan teori yang di ambil sebagai pedoman dalam melaksanakan Penelitian dan teori-teori dari peneliti sebelumnya yang melakukan penelitian Tentang Karbon Aktif

##### **BAB III**

Menjelaskan tentang Metodologi Penelitian mencakup Diagram Alir Penelitian, Alat pengujian dan bahan uji (Sample) yang di gunakan selama Penelitian berlangsung

##### **BAB IV**

Analisa dan Pembahasan, Menjelaskan hasil Penelitian dan memaparkan Pembahasan secara lengkap hasil dari penelitian dan Pengujian yang di lakukan sebagai hasil akhir dari penelitian

##### **BAB V**

Kesimpulan dan saran, Memaparkan kesimpulan dari hasil Penelitian yang di lakukan serta memberikan saran dari Hasil Penelitian yang di dapatkan selama melakukan Penelitian

##### **BAB VI**

Daftar Pustaka , Menampilkan Pustaka atau Kajian yang di gunakan Selama melakukan penelitian sebagai Acuan atau Teori dasar yang memperkuat hasil Pengujian atau Penelitian

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. KARAKTERISTIK ARANG TEMPURUNG KELAPA**

Pembuatan Arang Tempurung Kelapa Pembuatan arang dari tempurung kelapa dengan teknologi pirolisis. Teknologi pirolisis yaitu pembakaran biomassa pada kondisi tanpa oksigen. Tujuannya adalah melepaskan zat terbang (volatile matter) yang terkandung pada biomassa. Secara umum kandungan zat terbang dalam biomassa cukup tinggi. Produk proses pirolisis ini berbentuk cair, gas, dan padat. Produk padat dari proses ini berupa arang (char) yang kemudian disebut karbonisasi. Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangan adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian volatile matter, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. Sedikit banyaknya arang yang dihasilkan bergantung pada komposisi awal biomassa. Semakin banyak kandungan volatile matter maka semakin sedikit arang yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara. Penentuan komposisi awal biomassa dilakukan dengan uji analisis pendekatan (proximate analysis). Pada Proses pembuatan karbon aktif,

arang yang di gunakan adalah arang Tempurung yang memiliki kualitas yang baik, oleh karena itu pada penelitian kali ini Arang tempurung kelapa di lakukan Pengujian untuk memenuhi standar kualitas yang di butuhkan dalam Pembuatan Karbon Aktif .

Karakteristik arang tempurung kelapa di tentukan dari beberapa kualitas di antara nya ;

A. Kadar Air ( Moisture Content )

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung di dalam arang tempurung kelapa, Jumlah air pada arang di pengaruhi oleh proses karbonisasi pada saat pemadaman, proses pemadaman dengan menggunakan air biasa di lakukan Oleh petani untuk mempercepat pembongkaran arang dari Tungku karbonisasi, hal ini mengakibatkan kadar air pada arang berada di atas kadar air yang di Izinkan untuk proses pembuatan karbon aktif, oleh karena itu di lakukan proses pengeringan ulang pada Perusahaan untuk menurunkan kadar air pada Arang untuk kemudian di lakukan proses Aktivasi, kadar air pada arang yang di dapat dari Petani berkisar 20-25% dan perusahaan harus menurunkan sampai kadar air berada di bawah 10% dengan menggunakan Rotary Kiln dryer atau di jemur secara manual di bawah terik matahari, secara efisiensi hal ini menimbulkan kerugian pada perusahaan.

B. Volatile Matter ( Kadar Zat Menguap )

Volatile matter adalah zat menguap sisa dari proses karbonisasi, pada proses karbonisasi terjadi penguraian unsur non karbon Selulosa, Hemi selulosa , Lignin dan Tar , pada proses karbonisasi tidak semua unsur ter devolatilisasi sehingga meninggalkan Volatile matter , pada proses Aktivasi sisa volatile Matter akan kembali menguap karna pembakaran dengan suhu

tinggi , hal ini tidak terlalu berpengaruh terhadap karbon aktif, karna Volatile metter juga di butuhkan untuk proses Penyalaan pada Arang yang akan di lakukan Proses Aktivasi pada Rotary Kiln.

#### C. Kadar Abu

Kadar abu adalah jumlah abu atau Residu yang di hasilkan arang setelah di lakukan Pembakaran, Jumlah kadar kabu di pengaruhi oleh proses Karbonisasi dari segi kematangan , semakin matang Arang yang di proses pada Karbonisasi semakin rendah Kadar abu yang di hasilkan Kadar abu hanya menjadi patokan untuk standard bahan baku, Proses Pengujian kadar abu di lakukan dengan Membakar sample hingga menjadi abu dan mengukur berat abu dari total sample yang di gunakan dalam pengujian untuk mengetahui berapa kadar abu yang terkandung dalam Arang yang akan di jadikan bahan baku karbon aktif

#### D. Fixed Carbon

Fixed Carbon (FC) menyatakan banyaknya karbon yang terdapat dalam material sisa setelah volatile matter dihilangkan, fixed karbon dapat di gunakan untuk mengetahui berapa jumlah total karbon di luar Volatile metter yang telah di hilangkan

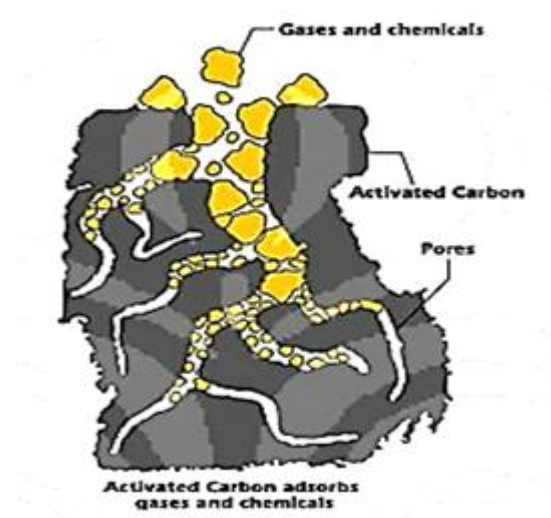
Dari beberapa karakteristik di atas haruslah memenuhi standar untuk pembuatan karbon aktif untuk menghasilkan daya serap yang baik pada Karbon Aktif , oleh karna itu proses pengujian bahan baku di butuhkan dan harus di lakukan dengan teliti sehingga karbon aktif yang di hasilkan dapat memberikan kualitas yang baik.

## 2.2. **KARBON AKTIF**

Karbon aktif merupakan arang dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang sebagian besar terdiri karbon bebas dan memiliki “permukaan dalam” (internal surface), biasanya diperoleh dengan

perlakuan khusus dan memiliki luas permukaan berkisar antara 300-2000 m<sup>2</sup>/g. Secara umum, ada dua jenis karbon aktif yaitu karbon aktif fasa cair dan karbon aktif fasa gas. Karbon aktif fasa cair dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang dari bambu kuning yang mempunyai bentuk butiran (powder), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan karbon aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi (Ramdja dkk., 2008).

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya (Agusta, 2012). Kemampuan adsorpsi



pada karbon aktif dapat dilihat pada gambar di bawah :

*Gambar 2.1. Adsorpsi Pada Karbon Aktif (Sumber : Khairunisa, 2008)*

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan proses aktivasi. Pada proses aktivasi ini 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. Pada



proses aktivasi juga terbentuk pori-pori baru karena adanya pengikisan atom karbon melalui oksidasi ataupun pemanasan (Agusta, 2012).

Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, nitrogen, serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm<sup>3</sup>/gram dan bahkan terkadang melebihi 1 cm<sup>3</sup>/gram. Luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 500 m<sup>2</sup>/gram dan bisa mencapai 1908 m<sup>2</sup>/gram (Agusta, 2012).

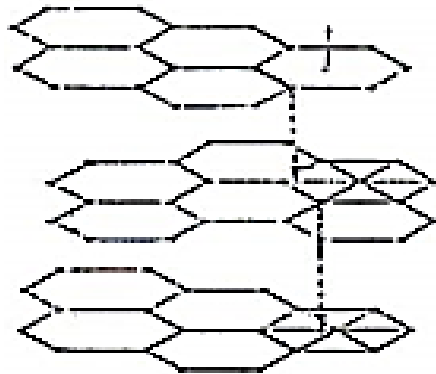
Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan dasar yang mengandung karbon. Yang biasa dipakai sebagai bahan dasar karbon aktif antara lain batubara, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, petrol coke, limbah pinus dan kayu. Biasanya arang dipanaskan didalam furnace pada temperatur 800 – 900 °C, Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah, merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya. Sedangkan pemanasan dengan uap atau CO<sub>2</sub> pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan, (Meilita Tryana Sembiring, ST, Tuti Sarma Sinaga, ST, 2003 ).Perubahan bahan dasar juga mempunyai efek terhadap kapasitas adsorpsi dan kinetik dari karbon aktif. Bahan dasar yang digunakan memberikan pengaruh terhadap struktur permukaan besar dari karbon aktif yang dapat dilihat dari Scanning Electron Micrographs (SEM). Karbon aktif yang berbahan dasar dari kayu mempunyai struktur pori-pori besar yang jauh lebih teratur dibandingkan karbon aktif berbahan dasar batubara. Ada 3 kriteria bahan dasar yang dapat dibuat sebagai karbon aktif, yaitu (Agusta, 2012) :

- a. Bahan dasar harus mengandung karbon.
- b. Pengotor pada bahan dasar harus dijaga seminimal mungkin.
- c. Bahan dasar harus mempunyai kualitas yang konstan.

Konsentrasi pengotor yang serendah mungkin sangat penting karena setelah proses aktivasi juga akan terbentuk senyawa-senyawa pengotor tersebut dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Pada karbon aktif juga terdapat pengotor berupa logam. Hal ini menjadi perhatian khusus karena adanya kemungkinan untuk proses leaching sehingga bisa masuk ke dalam air, reaksi permukaan katalitik, dan racun terhadap aktivitas biologi yang menguntungkan pada kolom karbon aktif granular atau Granular Activated Carbon (GAC) (Agusta, 2012).

Karbon aktif mempunyai bentuk yang amorf yang terdiri dari pelat-pelat datar dimana atom-atom karbonnya tersusun dan terikat secara kovalen dalam kisi heksagonal. Hal tersebut telah dibuktikan dengan

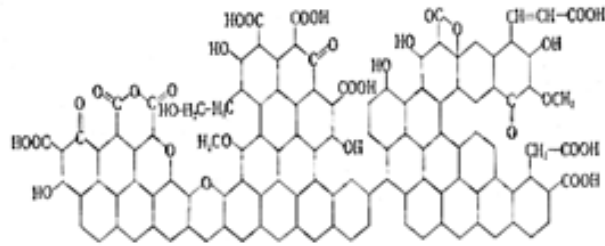
penelitian menggunakan sinar-X yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk kristalin yang sangat kecil dengan struktur grafit yang



ditunjukkan pada gambar di bawah :

*Gambar 2.2 Struktur Fisik Karbon Aktif (Sumber : Sontheimer, 1985)*

Gugus fungsional dibentuk selama proses aktivasi oleh interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Gugus fungsional ini membuat permukaan karbon aktif reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorbsinya. Ilustrasi struktur kimia karbon aktif dengan gugus fungsionalnya dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2.3. Struktur Kimia Karbon Aktif(Sumber : Sudibandriyo, 2003)

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 cm<sup>3</sup>/gram. Sedangkan luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 400 m<sup>2</sup>/gr dan bahkan bisa mencapai di atas 1000 m<sup>2</sup>/gr (Sudibandriyo, 2003). Menurut Yang dkk, (2003) luas permukaan karbon aktif yang dikarakterisasi dengan metode BET berkisar antara 300 – 4000 m<sup>2</sup>/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 1.

Menurut Suzuki (1990) karbon aktif dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sebagai berikut :

1. Karbon aktif granul

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.

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  $\mu\text{m}$ . 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.

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.

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  $\mu\text{m}$ . Aplikasi karbon aktif fiber dapat

ditemukan dalam bidang perlakuan udara seperti penangkapan larutan. Proses pembuatan karbon aktif powder sama dengan pembuatan karbon aktif pada umumnya, hanya saja untuk menghasilkan karbon aktif powder perlu di lakukan penggilingan terlebih dahulu dari granual menjadi Powder , penggilingan biasa menggunakan Roller Mill ataupun diskmill.

### **2.3. ADSORPSI**

Adsorpsi biasa diartikan sebagai proses yang terjadi ketika gas atau cairan terlarut terakumulasi pada permukaan suatu padatan atau cairan (adsorben) dan membentuk lapisan molekul atau atom (adsorbat). Istilah adsorpsi biasa digunakan untuk menggambarkan keberadaan suatu bahan tertentu (cairan atau padatan) dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada permukaannya dari pada di dalam medium fasa ruahnya. Secara singkat, adsorpsi menunjukkan kelebihan konsentrasi pada permukaan. Zat yang terakumulasi pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan material permukaan padatan/cairan disebut adsorben (Ruthven, 1984). Proses adsorpsi berbeda dengan proses absorpsi, dimana proses absorpsi merupakan reaksi kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben (Agusta, 2012).

Molekul-molekul pada adsorben mempunyai gaya dalam keadaan tidak setimbang dimana gaya kohesi cenderung lebih besar dari pada gaya adhesi. Gaya kohesi adalah gaya tarik-menarik antar molekul yang sama jenisnya, gaya ini menyebabkan antara zat yang satu dengan zat yang lainnya tidak dapat terikat karena molekulnya saling tolak-menolak. Gaya adhesi adalah gaya tarik-menarik antar molekul yang berbeda jenisnya, gaya ini menyebabkan antara zat yng satu dengan zat yang lainnya dapat terikat dengan baik karena molekulnya saling tarik-menarik. Ketidakseimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan adsorben cenderung

menarik zat-zat lain atau gas yang bersentuhan dengan permukaannya (Agusta, 2012).

Pada dasarnya, proses adsorpsi yang terjadi pada adsorben berlangsung melalui tiga tahap, yaitu (Arfan, 2006) :

1. Perpindahan makro, pergerakan molekul adsorbat melalui sistem makropori adsorben.
2. Perpindahan makro, pergerakan molekul adsorbat melalui sistem mesopori adsorben.
3. Sorption, terikatnya molekul adsorbat pada permukaan adsorben pada dinding pori mesopori dan mikropori

### **2.3.1. JENIS-JENIS ADSORPSI**

Berdasarkan interaksi molekular antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibagi menjadi dua jenis, yaitu

#### **A. Adsorpsi Fisik (Physisorption)**

Adsorpsi fisik merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya Van Der Waals, yaitu gaya tarik-menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Adsorpsi ini terjadi apabila suatu adsorbat dialirkan pada permukaan adsorben yang bersih. Pada adsorpsi fisik, adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lainnya, dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat yang satu dapat digantikan oleh adsorbat lainnya (multilayer). Adsorpsi fisik memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Proses adsorpsi terjadi pada ambient dengan temperatur rendah di bawah temperatur kritis dari adsorbat.

- Gaya tarik-menarik antar molekul yang terjadi adalah gaya Van Der Waals.
- Proses adsorpsi terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi.
- Panas adsorpsi yang dikeluarkan rendah,  $\Delta H < 20$  kJ/mol.
- Ikatan yang terbentuk dalam adsorpsi fisika dapat diputuskan dengan mudah, yaitu dengan cara pemanasan pada temperatur 150-200 °C selama 2-3 jam.
- Proses adsorpsi reversible.

#### B. Adsorpsi Kimia (Chemisorption)

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang terjadi karena terbentuknya ikatan kovalen dan ion antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Jenis adsorpsi ini diberi istilah absorpsi (Suryawan, 2004). Ikatan yang terbentuk adalah lapisan monolayer. Adsorpsi kimia memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Proses adsorpsi terjadi pada ambient dengan temperatur tinggi dibawah temperatur kritis dari adsorbat.
- Interaksi antara adsorbat dan adsorben berupa ikatan kovalen.
- Proses adsorpsi memerlukan energi aktivasi yang besar.
- Panas adsorpsi yang dikeluarkan  $50 < \Delta H < 800$  kJ/mol.

- Ikatan yang terbentuk tidak mudah diputuskan (kuat). Proses adsorpsi reversibel pada temperatur tinggi.

### 2.3.2. TEMPAT TERJADINYA ADSORPSI

Proses terjadinya adsorpsi pada suatu adsorben teletak di pori-pori adsorben itu sendiri. Tempat-tempat terjadinya adsorpsi pada adsorben adalah sebagai berikut (Suryawan, 2004) :

- Pori-pori berdiameter kecil (Micropores  $d < 2$  nm).
- Pori-pori berdiameter sedang (Mesopores  $2 < d < 50$  nm).
- Pori-pori berdiameter besar (Macropores  $d > 50$  nm).
- Permukaan adsorben.



a. Pori-pori kecil

b. Pori-pori besar

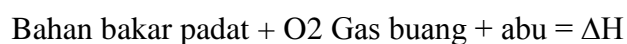
c. Permukaan

Ilustrasi tempat terjadinya adsorpsi dapat dilihat pada gambar di bawah ini

Gambar 2.4 Ilustrasi Tempat Terjadinya Adsorpsi (Suryawan, 2004)

### 2.4. PROSES KARBONISASI (PIROLISIS)

Secara umum pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (fuel) dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala. Reaksi pembakaran bahan bakar padat adalah sebagai berikut:



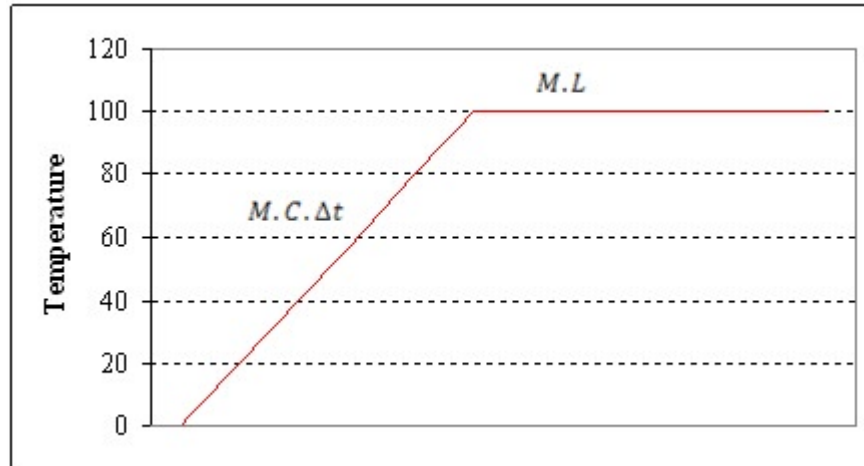


Proses pembakaran padatan terdiri dari beberapa tahap seperti pemanasan, pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran arang. Selama proses devolatilisasi, kandungan volatile akan keluar dalam bentuk gas seperti: CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>.(Amin,S.,2000). pada proses karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, formaldehid, methana, formik dan acetil acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan tar cair. Gas-gas yang dilepaskan pada proses ini mempunyai nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi.

## **2.5. STEAM (UAP AIR)**

Steam adalah bahasa teknis dari uap air, yaitu fase gas dari air yang terbentuk ketika air mendidih. Untuk mengubah air dari fase liquid (cair) menjadi fase gas (steam) diperlukan energi panas untuk menaikkan temperature air yang biasa disebut sebagai "Sensible Heat". Pada tekanan atmosphere titik didih air adalah 100C (212F) sedangkan apabila tekanan pada sistem dinaikan maka energi panas yang diperlukan juga ikut naik.

Pada saat perubahan fase cair menjadi steam, temperature air tidak akan naik meskipun dengan penambahan panas, penambahan panas digunakan untuk merubah phase air dari cair ke gas.



Gambar 2.5. grafik perubahan fase air

keterangan :

$Q_1$  = Energi kalor yang digunakan untuk memanaskan air hingga titik didih

$Q_2$  = Energi kalor yang digunakan untuk merubah fase air dari cair

ke gas

$M$  = Massa ( Kg )

$C$  = Kalor Jenis ( J/KgC ) (banyak kalor untuk menaikkan suhu 1 kg

zat sebesar 10 °C)

$\Delta T$  = Perubahan Suhu ( C )

$L$  = Kalor Laten ( J/Kg ) (banyak kalor untuk merubah wujud suatu zat)

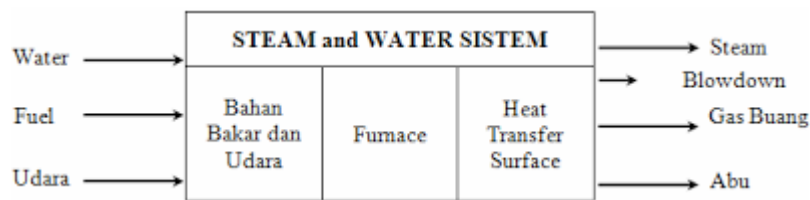
Dari gambar grafik perubahan fase air diatas bisa dilihat bahwa energi kalor yang diperlukan untuk mengubah fase air dari cair ke gas adalah:

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2 \quad \dots\dots\dots(Rumus)$$

1)

$$Q_{Total} = M.C.\Delta t + M.L$$

Steam yang dipanaskan sampai pada temperature jenuhnya disebut Dry Saturated Steam. Sedangkan steam yang belum dipanaskan sampai temperature jenuhnya disebut wet steam. Presentase air dalam wet steam disebut sebagai %moisture. Sehingga untuk mendapatkan kualitas steam dari wet steam adalah:



*Gambar 2.6. Proses terbentuknya Steam*

Pada gambar diatas dapat dilihat proses dari terbentuknya steam. Campuran bahan bakar (fuel) dan udara terjadi pembakaran pada ruang Furnace Boiler, sehingga terjadi perpindahan panas menuju air.

## 2.6. PROSES AKTIVASI

### A. Kimia

Bahan baku dicampur dengan bahan-bahan kimia tertentu, kemudian dibuat pada. Selanjutnya pada tersebut dibentuk menjadi batangan dan dikeringkan serta dipotongpotong. Aktifasi dilakukan pada temperature 100°C. Arang aktif yang dihasilkan, dicuci dengan air selanjutnya dikeringkan pada temperatur 300°C.

Dengan proses kimia, bahan baku dapat dikarbonisasi terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan bahan-bahan kimia. Pada aktivasi kimia ini arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktivasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktivasi kimia, arang direndam dalam larutan Spektrum Industri, pengaktifan selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu 600-900o C selama 1- 2 jam.

#### B. Fisika

Bahan baku terlebih dahulu dibuat arang. Selanjutnya arang tersebut digiling, diayak untuk selanjutnya diaktivasi dengan cara pemanasan pada temperatur 900-1000°C yang disertai pengaliran uap. Pada aktivasi fisika ini yaitu proses menggunakan gas aktivasi misalnya uap air atau CO<sub>2</sub> yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi, menurut (Ami Cobb ,2012), proses ini biasanya berlangsung pada temperatur 900 – 1000 °C. Proses aktivasi menggunakan sebuah reaktor Aktivasi dalam kondisi tetap ataupun dalam kondisi continue seperti pada proses Aktivasi menggunakan reaktor Rotary Kiln. Rotary kiln yang di gunakan untuk melakukan proses aktivasi haruslah rotary kiln yang sudah terkontruksi dengan Bata Api , hal ini di perlukan karena tingginya suhu pada proses Aktivasi , kontruksi bata api dapat menahan panas agar tidak keluar dan merusak dinding Rotary kiln yang terbuat dari besi.

### 2.7. PROSES PENGUJIAN

#### A. Pengujian Daya Serap Berdasarkan (SNI)

Prosedure

- Haluskan Arang Aktif yang akan di uji daya Adsobsi nya

- Panaskan pada tanur dengan Temperatur 115°C selama 5 menit
- Timbang dengan teliti 0,5g Arang aktif yang telah di oven tersebut
- Masukkan 0,5g arang aktif tersebut ke dalam pipet gelap
- Masukkan larutan Iodine dengan teliti 50ml dengan Konsentrasi 0,1 N (Normalitas)
- Kocok dengan shaker selama 15 menit
- Pindahkan sebanyak 10ml dengan teliti kedalam tabung Sentrifugal dan di putar sampai sample mengendap dan bening
- Titrasi menggunakan Natrium Tio-Sulfat 0,1 N
- Jika warna kuning dari larutan samar, Tambahkan kanji 1% sebagai indikator
- Titrasi kembali sampai titik akhir warna biru larutan hilang

Perhitungan Iodine yang di Adsorpsi mg/g :

$$\left(10 - \frac{v \times n}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5 \dots\dots\dots (Rumus 2)$$

---

W

Di mana :

V : Larutan Natrium Tio-Sulfat yang di perlukan MI

N : Normalitas Larutan Natrium Tio-Sulfat

12,69 : Jumlah iodine sesuai dengan 1 MI larutan Natrium Tio-Sulfat

W : Sample dalam Gram

**B. Pengujian Berdasarkan CEFIC ( ASTM )**

Prosedure

- Haluskan sample hingga lolos mesh 325
- Keringkan sample pada Tanur
- Dinginkan Perlahan menggunakan Desikator
- Timbang masa 3 sample Karbon Kering
- Pindahkan sample kedalam Labu Erlenmeyer 250ml dan tutup
- Pipet 10ml larutan HCL kedalam setiap labu dan pastikan semua karbon basah
- Buka tutup dan panaskan hingga mendidih selama 30 detik
- Angkat dan dinginkan hingga mencapai suhu ruangan
- Pipet 100 ml larutan iodine 0,100 N tutup dan kocok selama 30 menit menggunakan mesin schacker
- Segera saring tiap Filtrat menggunakan kertas saring watman no.2v
- Gunakan 20-30 ml tiap filtrat untuk membilas pipet kemudian buang
- Pipet masing-masing 20-30 ml tiap filtrat kedalam labu erlenmeyer dan titrasi menggunakan Tio-sulfat 0.100 N
- Tambahkan Pati dan lanjutkan titrasi hingga larutan menjadi bening
- Catat volume Tio-Sulfat yang di gunakan untuk melakukan Titrasi dan hitung menggunakan Rumus

$$X/M = \frac{A - [(df)(b)(s)]}{M} \dots\dots\dots(Rumus3)$$

Di mana :

- A = 1269,3 Normalitas Iodine
- Df = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)
- B = 12,693 Normalitas Tio Sulfat
- S = Volume Tiosulfat
- M = Massa Karbon jika Nr antara 0.008 dan 0.0334

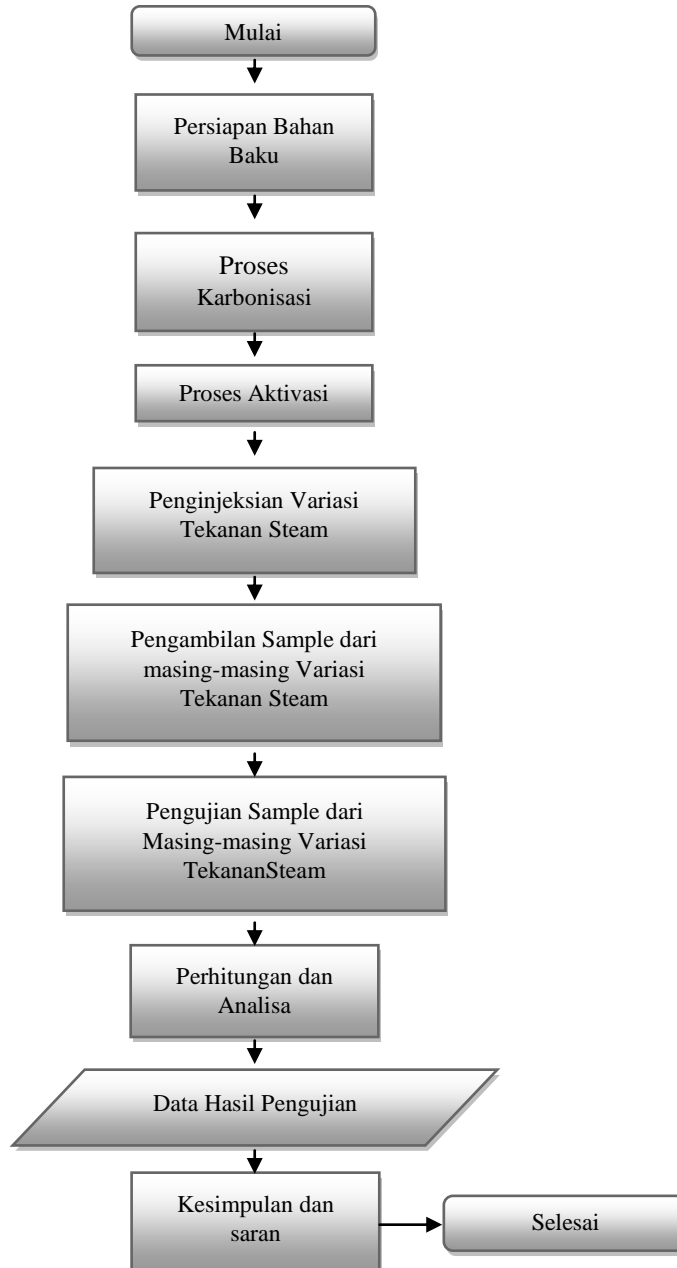
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. TEMPAT DAN LOKASI PENELITIAN**

Penelitian ini di lakukan pada Perusahaan yang bergerak di bidang Activated Carbon PT. Nawa Perkasa Jl. Wajok Hulu Km. 11,2 Mempawah dengan pengujian dan pengamatan yang di lakukan di Laboratorium PT. Nawa Perkasa.

### 3.2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN






### 3.3. ALAT DAN BAHAN

Gambar	Nama	Ukuran	Fungsi
--------	------	--------	--------



	Globe Valve	PN 40	Mengatur Jumlah Tekanan steam yang akan di Injeksikan
	Pressure Gauge	Kapasitas 10 Bar	Mengetahui Jumlah Tekanan Steam yang di Injeksikan
	Pipa Steam Nozzle	1,5" jumlah Lubang Nozzle 70 Lubang	Sebagai Nozzle yang di gunakan untuk mendistribusikan Tekanan Steam
	Ball Screen Grinder	-	Menghaluskan Sample yang akan di uji
	Tanur	1000°C	Memanaskan Sample sebelum di Uji
	Sentrifuger	-	Mengendapkan sample yang telah di campur dengn cairan Iodine
	Orbital Shacker	50 x 20	Mengocok campuran Larutan agar Homogen

	Erlenmeyer	250 MI	Sebagai Tempat pencampuran larutan iodine dan sample karbon aktif
	Buret	25 MI	Sebagai Titrasi sodium tiosulfat untuk mengetahui Nilai iodine
	Desikator	-	Menyeimbangkan kelembaban sample agar tidak menyerap kelembaban lingkungan

### 3.4. PROSEDUR PENELITIAN

#### 3.4.1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang di gunakan dalam Penelitian ini adalah Tempurung Kelapa dalam Kondisi yang sudah tidak berserabut dan siap di

lakukan Proses Karbonisasi (Pirolisis), Tempurung kelapa di peroleh dari Supplyer (Pemasok) Tempurung kelapa yang telah bekerja sama dengan PT. Nawa Perkasa.

#### **3.4.2. Proses Karbonisasi**

Tempurung kelapa di lakukan Karbonisasi menggunakan Rotary Kiln Karbonisasi untuk menghasilkan Arang yang di gunakan sebagai Bahan Baku Karbon Aktif, Proses karbonisasi berlangsung selama 30 menit per satu siklus dengan kondisi miskin Oxygen pada temperatur rang 200 s/d 400oC, setelah itu Arang hasil dari Karbonisasi di dinginkan di dalam Drum tertutup selama 24 jam sampai dengan siap untuk di lakukan Aktivasi.

#### **3.4.3. Proses Aktivasi**

Aktivasi di lakukan menggunakan Rotary Kiln Activator, Arang hasil dari Karbonisasi di masukkan kedalam Rotary Kiln Activator pada Temperatur 850 s/d 950 oC, setelah itu di lakukan Penginjeksian Steam dengan beberapa Variasi Tekanan Steam di antara nya 2,5 , 3 , 3,5 , dan 4 bar , proses aktivasi karbon aktif membutuhkan waktu empat jam per satu siklus aktivasi

#### **3.4.4. Pengambilan Sample**

Pengambilan sample di lakukan per 1 siklus aktivasi (empat jam) dari masing-masing variasi Tekanan yang di berikan, sample di ambil secara acak dari beberapa drum penampungan untuk selanjutnya di lakukan pengujian daya Adsorpsi (Daya Serap) pada Laboratorium PT. Nawa Perkasa

### **3.5. PROSEDURE PENGUJIAN**

#### **3.5.1. Pengujian Standar SNI ( Standar Nasional Indonesia )**

Prosedure ;

- Haluskan Arang Aktif yang akan di uji daya Adsorpsi nya
  - Panaskan pada tanur dengan Temperatur 115oC selama 5 menit
  - Timbang dengan teliti 0,5g Arang aktif yang telah di oven tersebut
  - Masukkan 0,5g arang aktif tersebut ke dalam pipet gelap
  - Masukkan larutan Iodine dengan teliti 50ml dengan Konsentrasi 0,1 N (Normalitas)
  - Kocok dengan shaker selama 15 menit
  - Pindahkan sebanyak 10ml dengan teliti kedalam tabung Sentrifugal dan di putar sampai sample mengendap dan bening
  - Titrasi menggunakan Natrium Tio-Sulfat 0,1 N
  - Jika warna kuning dari larutan samar, Tambahkan kanji 1% sebagai indikator
  - Titrasi kembali sampai titik akhir warna biru larutan hilang
- Perhitungan Iodine yang di Adsorpsi mg/g :

$$\left(10 - \frac{v \times n}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5 \dots\dots\dots(Rumus 4)$$

---

W

Di mana :

V : Larutan Natrium Tio-Sulfat yang di perlukan MI

N : Normalitas Larutan Natrium Tio-Sulfat

12,69 : Jumlah iodine sesuai dengan 1 ml larutan Natrium  
Tio-Sulfat

W : Sample dalam Gram

### 3.5.2. Pengujian Berdasarkan CEFIC ( ASTM )

#### Prosedure

- Haluskan sample hingga lolos mesh 325
- Keringkan sample pada Tanur
- Dinginkan Perlahan menggunakan Desikator
- Timbang masa 3 sample Karbon Kering
- Pindahkan sample kedalam Labu Erlenmeyer 250ml dan tutup
- Pipet 10ml larutan HCL kedalam setiap labu dan pastikan semua karbon basah
- Buka tutup dan panaskan hingga mendidih selama 30 detik
- Angkat dan dinginkan hingga mencapai suhu ruangan
- Pipet 100 ml larutan iodine 0,100 N tutup dan kocok selama 30 menit menggunakan mesin schacker
- Segera saring tiap Filtrat menggunakan kertas saring watman no.2v
- Gunakan 20-30 ml tiap filtrat untuk membilas pipet kemudian buang
- Pipet masing-masing 20-30 ml tiap filtrat kedalam labu erlenmeyer dan titrasi menggunakan Tio-sulfat 0.100 N
- Tambahkan Pati dan lanjutkan titrasi hingga larutan menjadi bening

- Catat volume Tio-Sulfat yang di gunakan untuk melakukan Titration dan hitung menggunakan Rumus

$$\frac{X}{M} = \frac{A - [(df)(b)(s)]}{M} \dots\dots\dots (Rumus 5)$$

Di mana :

A = 1269,3 Normalitas Iodine

Df = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)

B = 12,693 Normalitas Tio Sulfat

S = Volume Tiosulfat

M = Massa Karbon jika Nr antara 0.008 dan 0.0334

### 3.5.3 Analisa data

Data dari hasil pengujian di lakukan analisa untuk menentukan Nilai daya serap (Adsorpsi) pada perlakuan mana yang paling baik, metode analisa di lakukan dengan pengumpulan data hasil pengujian , perbandingan dan perumusan.

### 3.5.4. Memberikan Kesimpulan dan Saran

Memberikan kesimpulan yang akurat dari hasil pengujian untuk dapat membantu Perusahaan dalam hal penentuan nilai Iodine pada karbon aktif serta memberikan saran yang membangun kepada Perusahaan untuk mrningkatkan Kualitas Karbon Aktif yang di produksi.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan membahas analisa dari variasi penginjeksian Tekanan Steam Terhadap Daya Adsopsi pada Karbon aktif dengan penggunaan bahan Baku hasil dari Karbonisasi Tempurung kelapa, dan telah di lakukan beberapa pengujian mulai dari Raw Materil Test mencakup uji Moisture Countain (MC%) , Ash Countain (Kadar Abu) , Volatile Metter (Zat Menguap) dan pengujian Akhir berupa Uji daya serap (Adsopsi) Karbon Aktif menggunakan metode Titrasi Iodium Tiosulfat dengan I<sub>2</sub> (iodine) sebagai Adsorben.

#### 4.1. PENGUJIAN BAHAN BAKU

##### A. Pengujian Moisture Countain (MC)

$$\text{Moesture countain \%} = \frac{w_1}{w_2} \times 100 \%$$

*Di mana :*

*W<sub>1</sub> = Kadar Air yang hilang*

*W<sub>2</sub> = Berat Sample Awal*

*Di ketahui :*

*W<sub>1</sub> = 8 g*

*W<sub>2</sub> = 100 g*

$$\text{Moesture countain \%} = \frac{8}{100} \times 100 \% = 8 \%$$

##### B. Pengujian Kadar Abu Ash Countain (AC)

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{w_1}{W_2} \times 100 \%$$

*Di mana :*

*W<sub>1</sub> = Berat Ash (Abu) setelah arang di lakukan Pembakaran*

*W<sub>2</sub> = Berat awal Arang*

*Di ketahui :*

*W<sub>1</sub> = 3g*

$$W2 = 100g$$

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{3}{100} \times 100 \% = 3\%$$

C. Pengujian Volatile Matter (VM)

$$\text{Volatile Matter \%} = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} \times 100 \%$$

*Di mana :*

*M1 = Berat Wadah*

*M2 = Berat wadah + sample*

*M3 = Berat arang sesudah di panaskan*

*Di ketahui*

*M1 = 15,1 g*

*M2 = 115,1 g*

*M3 = 30,1 g*

$$\text{Volatile Matter \%} = \frac{30,1 - 15,1}{115,1 - 15,1} \times 100 \% = 15 \%$$

D. Fixed Carbon (FX)

$$\text{Fixed Carbon \%} = 100\% - (\text{MC} + \text{AC} + \text{VM})$$

*Di mana :*

*Mc = Hasil Pengujian Kadar Air (Moesture Countain)*

*Ac = Hasil Pengujian Kadar Abu (Ash Counntain)*

*Vm = Hasil Pengujian Zat Menguap (Volatile Matter)*

*Di ketahui :*

*Mc = 8g*

*Ac = 3g*

*Vm = 15g*

$$\text{Fixed Carbon} = 100\% - (8 + 3 + 15) = 74 \%$$

#### 4.1.1 HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU



*Tabel 1 Pengujian Bahan Baku*

<b>No</b>	<b>Proxymate Analisis</b>	<b>Satuan (%)</b>
<b>1</b>	Moesture Countain	8
<b>2</b>	Ash Countain	3
<b>3</b>	Volatille Metter	15
<b>4</b>	Fixed Carbon	74

B

ahan baku sebelum di lakukan Proses Aktivasi terlebih dahulu di lakukan pengujian untuk mengetahui kualitas dan karakteristik dari arang yang akan di gunakan , standar penggunaan bahan baku mengikuti standar yang telah di tentukan SNI untuk menghasilkan Kualitas yang baik pada Karbon Aktif, dari tabel hasil pengujian di dapat kualitas Arang memenuhi standar yang telah di tentukan SNI mulai dari Kadar Air , Kadar Abu, Vollatile Metter dan Fixed Karbon nya yang menandakan bahwa arang telah siap dan memenuhi kriteria dalam Pembuatan Karbon aktif .

#### **4.1.2 STANDARD (SNI) BAHAN BAKU YANG DI IZINKAN**

Penggunaan Bahan baku berdasarkan standar yang telah di tetapkan oleh badan pengujian SNI arang aktif sebagai berikut :

*Ta*

<b>Jenis uji</b>	<b>Satuan</b>	<b>Persyaratan</b>
Volatile Metter	%	Maks. 15
Moesture Countain	%	Maks. 8
Ash Countain	%	Maks. 3
Fixed Carbon	%	70-80

*ngg*

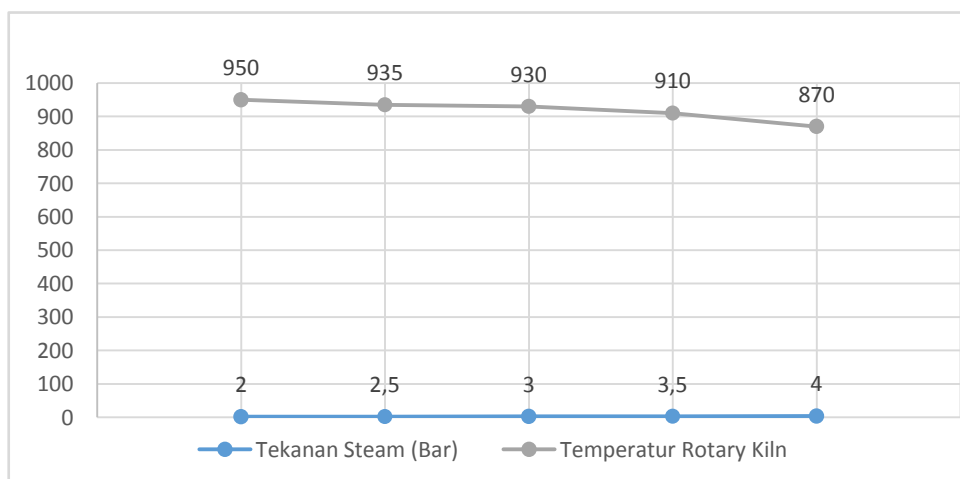
*unaan Bahan Baku*

## 4.2. DASAR PENENTUAN TEKANAN STEAM

Penentuan variasi penginjeksian tekanan steam di dapat dari beberapa hal yang mempengaruhi proses aktivasi, dimana pada PT. Nawa Perkasa sudah dapat di ketahui bahwa Variasi tekanan steam di gunakan pada rentang 2 Bar sampai dengan 5 Bar namun penginjeksian tidak memiliki standar penetapan dan analisa terhadap tekanan steam yang di injeksikan dalam proses aktivasi, Penulis menetapkan untuk menggunakan variasi penginjeksian tekanan steam mengambil dari minimal dan maximal tekanan steam yang di gunakan pada PT. Nawa Perkasa, dari rentang 2 sampai dengan 5 Bar penulis pengambil variasi penginjeksian untuk di lakukan penelitian yaitu 2, 2,5 , 3 , 3,5 dan 4 Bar.

## 4.3. PENGINJEKSIAN VARIASI TEKANAN STEAM

Penginjeksian di lakukan dengan memvariasikan tekanan steam sebagai Activating Agen dengan beberapa variasi tekanan (2),(2,5),(3),(3,5) dan (4) Bar dengan data pengujian Sebagai berikut ;



#### 4.1. Grafik Variasi penginjeksian tekanan steam

*T*

*abe*  
*l 3.*  
*Var*  
*iasi*  
*Pen*  
*ginj*  
*eksi*

<i>No</i>	<i>Tekanan Steam (Bar)</i>	<i>Lama Waktu Aktivasi (Jam)</i>	<i>Temperatur Rotary Kiln</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>950</i>
<i>2</i>	<i>2,5</i>	<i>4</i>	<i>935</i>
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>930</i>
<i>4</i>	<i>3,5</i>	<i>4</i>	<i>910</i>
<i>5</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>870</i>

*an Tekanan Steam*

dapat di lihat dari tabel dan Grafik di atas , bahwa temperatur mengalami penurunan secara bertahap dari beberapa variasi yang di injeksikan ke dalam rotary kiln, hal ini di akibatkan oleh steam yang di gunakan adalah steam dengan kondisi jenuh sehingga semakin tinggi steam yang di injeksikan makan akan sangat berpengaruh terhadap Temperatur pada rotary Kiln Aktivator.

#### 4.4. PENGUJIAN DAYA SERAP KARBON AKTIF

##### 4.4.1. Pengujian Menggunakan Standar SNI

Iodine Teradsorpsi = Mg/g

$$\frac{\left(10 - \frac{VxN}{0,1}\right) x 12,69 x 5}{W}$$

Dimana :

V = Larutan Tiosulfat yang di perlukan

N = Normalitas Larutan Tiosulfat

12,69 = Jumlah Iodine sesuai dengan Normalitas Larutan Tio-Sulfat

W = Berat Sample

A. Sample 1. Variasi Tekanan 2 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

$$V = 1,8 \text{ ml}$$

$$N = 0,1 \text{ N}$$

$$W = 0,5 \text{ g}$$

*Iod teradsorpsi = ml/g*

$$\frac{\left(10 - \frac{1,8 \times 0,1}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5}{0,5} = 1.041 \text{ ml/g}$$

B. Sample 2. Variasi Tekanan 2,5 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

$$V = 1,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,1 \text{ N}$$

$$W = 0,5 \text{ g}$$

*Iod teradsorpsi = ml/g*

$$\frac{\left(10 - \frac{1,7 \times 0,1}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5}{0,5} = 1.053 \text{ ml/g}$$

C. Sample 3. Variasi Tekanan 3 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

$$V = 1,3 \text{ ml}$$

$$N = 0,1 \text{ N}$$

$$W = 0,5 \text{ g}$$

*Iod terbasorpsi = ml/g*

---

$$\left(10 - \frac{1,3 \times 0,1}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5 = 1104 \text{ ML/g}$$

0,5

D. Sample 4. Variasi Tekanan 3,5 Kg/Cm<sup>2</sup>

*Di Ketahui :*

$$V = 0,5 \text{ ML}$$

$$N = 0,1 \text{ N}$$

$$W = 0,5 \text{ g}$$

*Iod terbasorpsi = ML/g*

$$\frac{\left(10 - \frac{0,5 \times 0,1}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5}{0,5} = 1.205 \text{ ML/g}$$

E. Sample 5. Variasi Tekanan 4 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui*

$$V = 1,9 \text{ ML}$$

$$N = 0,1 \text{ N}$$

$$W = 0,5 \text{ g}$$

*Iod terbasorpsi = ML/g*

$$\frac{\left(10 - \frac{1,9 \times 0,1}{0,1}\right) \times 12,69 \times 5}{0,5} = 1.027 \text{ ML/g}$$

#### 4.4.2. PENGUJIAN MENGGUNAKAN STANDAR CEFIC (ASTM)

Iodine Teradsorpsi

$$X/M = \frac{A - [(df)(b)(s)]}{M}$$

Di mana :

$$A = 1269,3 \text{ Normalitas Iodine}$$

$$df = 2,2 \text{ Dilution Factor (Faktor Pengenceran)}$$

$$B = 12,693 \text{ Normalitas Tio-Sulfat}$$

*S* = Volume Tiosulfat

*M* = Massa Karbon

A. Sample 1. Variasi Tekanan 2 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

*A* = 1269,3 Normalitas Iodine

*Df* = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)

*B* = 12,693 Normalitas Tio-sulfat

*S* = 1,0 Mg

*M* = 0,5

$$X/M = \frac{1269,3 - [(2,2)(12,693)(1,2)]}{0,5} = 1202 \text{ ML/g}$$

B. Sample 2. Variasi Tekanan 2,5 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

*A* = 1269,3 Normalitas Iodine

*Df* = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)

*B* = 12,693 Normalitas Tio-Sulfat

*S* = 0,8Mg

*M* = 0,5

$$X/M = \frac{1269,3 - [(2,2)(12,693)(0,8)]}{0,5} = 1224 \text{ ML/g}$$

C. Sample 3. Variasi Tekanan 3 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

*A* = 1269,3 Normalitas Iodine

*Df* = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)

*B* = 12,693 Normalitas Tio-Sulfat

*S* = 0,8 Mg

*M* = 0,5

$$X/M = \frac{1269,3 - [(2,2)(12,693)(1,2)]}{0,5} = 1224 \text{ ML/g}$$

D. Sample 4. Variasi Tekanan 3,5 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

*A = 1269,3 Normalitas Iodine*

*Df = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)*

*B = 12,693 Normalitas Tio-Sulfat*

*S = 0,7 Mg*

*M = 0,5*

$$X/M = \frac{1269,3 - [(2,2)(12,693)(0,7)]}{0,5} = 1230 \text{ ML/g}$$

E. Sample 5. Variasi Tekanan 4 Kg/Cm<sup>2</sup> (Bar)

*Di Ketahui :*

*A = 1269,3 Normalitas Iodine*

*Df = 2,2 Dilution Factor (Faktor Pengenceran)*

*B = 12,693 Normalitas Tio-Sulfat*

*S = 1,1 Mg*

*M = 0,5*

$$X/M = \frac{1269,3 - [(2,2)(12,693)(1,1)]}{0,5} = 1207 \text{ ML/g}$$

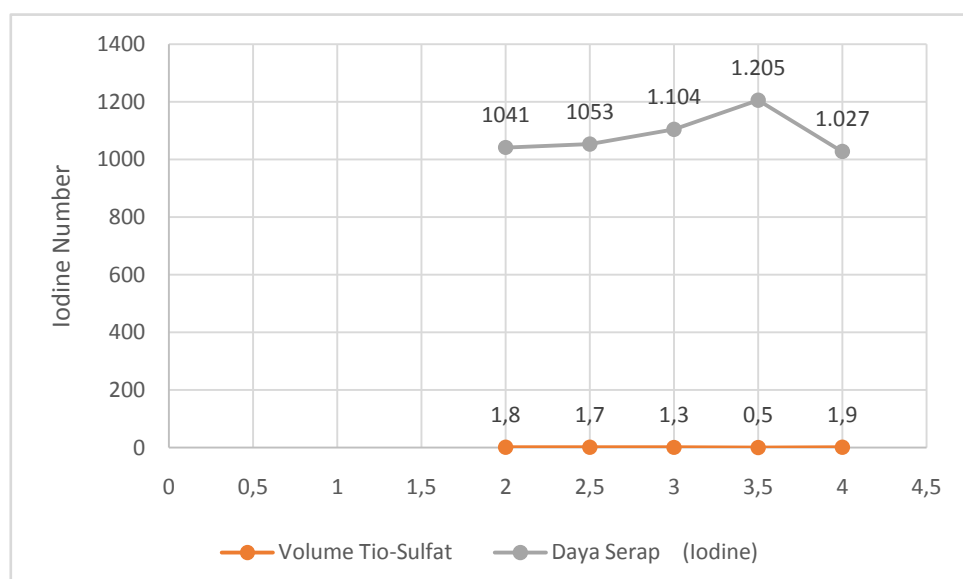
Dari hasil pengujian masing-masing Variasi penginjeksian tekanan steam di lakukan pengujian sample menggunakan dua Metode pengujian berstandar SNI dan CEFIC , pengujian dengan dua metode uji adalah sebagai Komparasi kualitas daya adsiorpsi karbon aktif yang di lakukan pengujian, hal ini di lakukan untuk memperkuat data Pengujian sebagai standar penggunaan steam yang baik .

## 4.5. PEMBAHASAN

Dari hasil Penelitian dan Pengujian Terhadap daya Adsorpsi Karbon Aktif yang di lakukan dengan Memvariasikan Tekanan Steam yang di Injeksikan ke dalam Rotary Kiln di dapatkan Hasil Akhir Penelitian sebagai berikut

### 4.5.1. Penginjeksian Tekanan Steam yang baik pada Proses Aktivasi

Dari beberapa Variasi tekanan Steam yang di Injeksikan ke dalam Rotary Kiln yaitu 2 , 2,5 , 3 , 3,5 dan 4 Kg/cm<sup>2</sup> ( Bar ) di dapatkan Nilai daya serap tertinggi pada Variasi 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> ( Bar ) yang di buktikan dari dua metode Pengujian SNI dan CEFIC (ASTM) dengan Nilai daya Serap / IodineNumber 1.205 MI/g ( SNI ) dan 1.230 MI/g CEFIX ( ASTM ) ,dan terjadi perubahan penurunan daya adsorpsi pada Tekanan Steam 4 Bar dimanadaya adsorpsi yang di dapatkan hanyalah 1,027 MI/g hal ini di akibatkan oleh perubahan suhu pada Proses aktivasi pada saat Tekanan di injeksikan pada tekanan 4 Bar ,dapat di lihat pada Tabel dan Grafik di Bawah ini ;



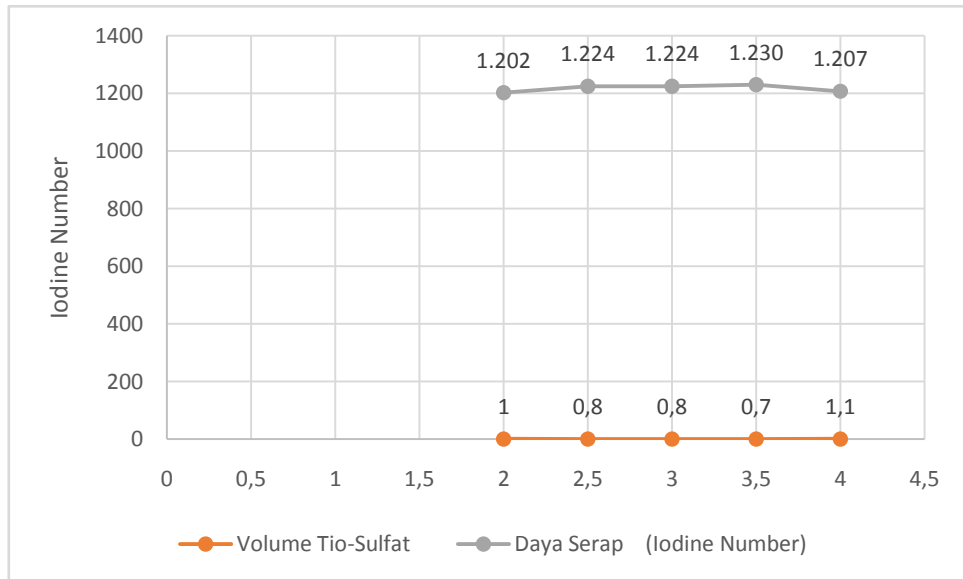


Gambar 4.2. Grafik SNI Standar Pengujian Daya Adsorpsi

Tabel 5. SNI Standard Pengujian Daya Adsorpsi

No	Variasi Tekanan	Moesture Countain	Volume Tio-Sulfat	Daya Serap (Iodine)
1	2	4,5	1,8	1041
2	2,5	4,0	1,7	1053
3	3	4,0	1,3	1.104
4	3,5	4,1	0,5	1.205
5	4	4,0	1,9	1.027

Gambar 4.3 Grafik Cefic Standar Pengujian Daya Adsorpsi



Tabel 6. Cefic Standar Pengujian Daya Adsorpsi

No	Variasi Tekanan Steam	Moesture Countain (Kadar air) %	Volume Tio-Sulfat (Ml)	Daya Serap (Iodine Number)
1	2	4,6	1,0	1.202
2	2,5	4,2	0,8	1.224
3	3	4,0	0,8	1.224
4	3,5	4,0	0,7	1.230
5	4	4,1	1,1	1.207

afik dan Tabel di atas dapat di lihat bahwa Pada tekanan penginjeksian 3,5 Bar dan di lakukan pengujian menggunakan standar SNI di dapat hasil terbaik daya adsorpsi 1.205Ml/g dan pada pengujian dengan standard Cefic di dapat hasil 1.230Ml/g , hal ini di akibatkan kestabilan Temperatur dan penginjeksian steam yang cukup tanpa mempengaruhi temperatur Aktivasi sehingga proses pembentukan Pori dapat terjadi dengan baik dan menghasilkan daya serap yang baik.

#### 4.5.2. Structure Pori Karbon Aktif dari Masing-masing Variasi Penginjeksian

Pada proses aktivasi , terjadi pembentukan Pori-pori pada Karbon Aktif, dari beberapa variasi penginjeksian Tekanan Steam yang di berikan dapat di lihat gambar di bawah ini Pori-Pori yang terbentuk akibat Proses



Aktivasi

Gambar 4.4. Variasi 2 Bar( Laboratorium Teknik Mesin

*Universitas Muhammadiyah Pontianak)*

Dari gambar 4.4 struktur Pori yang terlihat pada gambar, dapat di lihat bahwa Pembentukan Pori-pori masih sangat sedikit, hal ini di akibatkan Oleh Penginjeksian Steam yang masih Kurang untuk Proses Aktivasi dan Pembentukan Pori ,hal ini dapat di lihat dari besaran daya Adsorpsi yang di hasilkan pada Pengujian daya Adsorpsi / Iodine Number 1041 MI/g



*Gambar 4.5 Variasi 2,5 Bar( Laboratorium Teknik Mesin*

*Universitas Muhammadiyah Pontianak)*

Pada Gambar 4.5 dapat di lihat pori-pori Karbon aktif namun dalam jumlah yang relatif lebih sedikit , oleh karena Penginjeksian Tekanan steam yang masih kurang pembentukan Pori-pori terjadi tidak



Maksimal dapat di lihat pada besaran daya Adsorpsi / Iodine Number 1053 MI/g

*Gambar 4.6 Variasi 3 Bar( Laboratorium Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Pontianak)*

Pada Gambar 4.6 , dapat di lihat Pembentukan Pori-pori dengan bentuk garis memanjang berwarna Hitam , Pori-pori mulai terbentuk dalam jumlah yang relatif lebih banyak, dari data Hasil Pengujian daya adsorpsi, Pada Variasi Penginjeksian Steam 3 Bar Terjadi Kenaikan daya Adsorpsi sebesar 1104 MI/g



*Gambar 4.7 Variasi 3,5 Bar( Laboratorium Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Pontianak)*

Pembentukan Pori mulai terlihat lebih dominan pada Gambar 4.7, dimana daya adsorpsi yang di injeksikan adalah 3,5 Bar , pada Variasi ini daya adsorpsi paling tinggi di dapatkan pada angka daya Serap 1205 MI/g.



*Gambar 4.8.Variasi 4 Bar( Laboratorium Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Pontianak)*

Pada Gambar 4.8 Variasi Penginjeksian 4 Bar, daya adsorpsi mengalami Penurunan, Pembentukan Pori-pori tidak maksimal oleh karna adanya Perubahan Temperatur akibat terlalu tingginya Penginjeksian Tekanan Steam, dapat di lihat dari hasil Pengujian pada Variasi 4 Bar Nilai Daya adsorpsi berada di angka 1027 sehingga Pori-pori tidak dapat terlihat pada Mikroskop

#### 4.5.3. Variabel atau Faktor yang Mempengaruhi daya Adsorpsi

Ada beberapa hal atau Variabel yang mempengaruhi Proses aktivasi, di mana dalam proses aktivasi perlu memperhatikan beberapa variabel yang sangat berpengaruh di antara nya adalah ;

##### A. Steam ( Uap Air )

Pada Proses Aktivasi, Steam berfungsi sebagai Activating Agent di mana steam di gunakan untuk membersihkan Pori-pori pada karbon aktif dari pengotor , pada temperatur tinggi Arang yang di lakukan Aktivasi dengan penginjeksian steam akan mengalami peregangan dan membentuk structure Pori sehingga unsur-unsur Non-carbon pada Arang terlepas dan membentuk Pori-pori seperti pada Gambar di bawah ini

##### B. Temperatur

Selain Tekanan Steam , Temperatur juga Menjadi salah satu Variabel Terpenting dalam Proses Aktivasi, di mana Temperatur memiliki peran melakukan Peregangan Struktur Pori-pori pada Temperatur 900 s/d 1000°C sebelum di lakukan Pembersihan Pori-pori Menggunakan Tekanan Steam, dapat di lihat pada Tabel di bawah ini

<i>No</i>	<i>Tekanan Steam (Bar)</i>	<i>Lama Waktu Aktivasi (Jam)</i>	<i>Temperatur Rotary Kiln</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>950</i>

Tabel 7. (Tekanan an	2	2,5	4	935
	3	3	4	930
	4	3,5	4	910
	5	4	4	870

*Steam Terhadap Temperatur)*

dapat di Lihat bahwa Temperature berbanding Terbalik dengan Tekanan steam di mana Ketika di lakukan Penambahan Tekanan steam, Temperature mengalami penurunan, Hal ini di akibatkan Oleh steam yang di injeksikan ke dalam Rotary Kiln dalam keadaan Jenuh, Tekanan steam dan Temperature adalah dua Variabel penting dalam Proses Aktivasi, Jika dari salah satu terjadi Penurunan di bawah standar Aktivasi, maka daya adsorpsi akan menurun akibat tidak sempurnanya Proses Aktivasi. Keseimbangan Tekanan Steam dan Temperature dapat di lihat pada Variasi Penginjeksian Steam di tekanan 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> di mana Temperature berada pada titik 910°C dan tidak mengalami Penurunan di bawah Temperatur standar Aktivasi sehingga di hasilkan daya Adsorpsi yang baik pada KarbonAktif.

### C. Kualitas Bahan Baku

Kualitas bahan baku menjadi salah satu Faktor yang mempengaruhi Kualitas daya Adsorpsi Karbon aktif, di mana Kualitas utama yang harus di perhatikan adalah Tingkat kadar Air ( MC% ) pada Bahan baku arang Tempurung Kelapa yang di gunakan sebagai Karbon aktif , kadar air yang tinggi akan mengakibatkan sulitnya menaikkan Temperatur pada temperatur standar untuk melakukan Aktivasi, oleh karna itu pada penelitian ini Bahan baku yang di gunakan Penulis adalah bahan baku yang telah memiliki standar yang baik sesuai dengan yang telah di Tentukan, di kutip

d

a	No	Proxymate Analys	Satuan (%)	
r	<b>1</b>	Moesture Countain	8	
i		<b>Jenis uji</b>	<b>Satuan</b>	<b>Persyaratan</b>
	<b>2</b>	Ash Countain		3
		Volatile Metter	%	Maks. 15
P	<b>3</b>	Volatille Metter		15
		Moesture Countain	%	Maks. 8
a	<b>4</b>	Fixed Carbon		74
r		Ash Countain	%	Maks. 3
d		Fixed Carbon	%	70-80
u				

an standar pembuatan karbon aktif ( SNI ) dengan standar seperti pada Tabel di bawah ini ;

*Tabel 8. SNI Standar Bahan Baku yang di izinkan*

*Tabel 9. Hasil Pengujian Bahan Baku*

Dapat di lihat dari Tabel di atas, bahwa kualitas bahan baku menurut Standar SNI adalah Bahan baku yang memiliki Kadar Air maksimal 8% , Volatile Matter Maks 15% Ash contain Maks 3% dengan jumlah Fix Carbon nya 70-80 % , oleh karna itu Bahan Baku di siapkan untuk Proses pengujian sesuai dengan standar yang telah di tentukan dan di dapatkan hasil seperti pada Tabel di bawah ini Dapat di lihat pada tabel bahan baku yang di gunakan dalam Pengujian memiliki Moisture Content 8% , Ash Content 3%, Volatile Matter 15 % dan Fix Carbon di dapat adalah 74% sesuai dengan standar yang telah di tentukan Oleh SNI .

#### D. Lama Waktu Aktivasi

Lama waktu aktivasi adalah waktu di mana Karbon Aktif lakukan Aktivasi pada rotary Kiln dengan jangka waktu yang telah di tentukan, Proses Aktivasi memerlukan waktu 4 Jam sampai benar-benar Karbon aktif tersebut Memiliki Pori-pori yang baik untuk menghasilkan daya serap yang tinggi pada Karbon Aktif. Pada penelitian ini waktu Aktivasi yang di gunakan adalah 4 Jam dan di tetapkan sebagai Variabel Tetap terkontrol, di mana masing-masing Tekanan steam yang di berikan pada Proses Aktivasi memiliki waktu Aktivasi yang sama. Proses aktivasi tidak dapat di lakukan dalam waktu yang singkat oleh karna Pembentukan Pori-pori Karbon aktif di butuhkan waktu dan beberapa Phase perubahan dari Arang Tempurung Biasa menjadi Karbon aktif.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Dari data Analisa dapat di simpulkan Bahwa daya serap Karbon aktif terbaik adalah pada Variasi Penginjeksian Steam di tekanan 3,5 Kg/Cm<sup>2</sup> dan dapat di Buktikan dari hasil Pengujian Menggunakan



Standard SNI dan CEFIC ( ASTM ) pada angka daya Serap /Iodine Number 1.205 dan 1.230 MI/g, Proses aktivasi memerlukan Tekanan steam yang cukup tanpa Mempengaruhi Temperature Aktivasi, di mana jika di lakukan Penginjeksian Steam dengan Tekanan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan Terjadinya Penurunan Temperatur akibat steam yang di injeksikan dalam keadaan Jenuh / Lembab dan sebaliknya jika di Lakukan penginjeksian Steam terlalu Rendah akan mengakibatkan Kurangnya pasokan Steam untuk melakukan Pembersihan Pori-pori dari Karbon Aktif tersebut, dapat di lihat dari data Analisa dan Pengujian pada Tekanan Steam 2 Kg/Cm<sup>2</sup> hanya di dapatkan daya Serap / Iodine Number di angka 1.041 MI/g ( SNI ) dan 1.202 MI/g ( CEFIX ).

## **5.2. SARAN**

Lakukan Penginjeksian Steam dengan selalu melakukan pengawasan dan Pengontrolan Temperatur yang di hasilkan Ketika di lakukan Penginjeksian Steam ke dalam Rotary Kiln Aktivator, dapat di lihat dari Proses Penginjeksian di mana Temperature sangat terpengaruhi saat di lakukan Penambahan Jumlah Injeksi Steam ( Tabel 4.4.2/A halaman 35 ), hal ini di akibatkan Oleh steam yang di injeksian dalam Keadaan Jenuh, sehingga jika semakin tinggi Penginjeksian Steam Maka akan semakin Menurunkan Temperature Aktivasi pada Rotary Kiln Aktivator.

Kualitas bahan baku juga menjadi salah satu variabel yang perlu di perhatikan, di mana untuk menghasilkan daya Adsorpsi yang tinggi pada Karbon aktif di butuhkan bahan baku yang memenuhi standar sesuai dengan SNI / CEFIC

## **DAFTAR PUSTAKA**

1995. "SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis". Dewan Standarisasi Nasional. JakartaGana,

Riki. 2009. "Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Wilayah Propinsi Banten". (<http://regist.wordpress.com/2009/10/23/pembuatankarbon-aktif-dari-tempurung-kelapa-wilayah-propinsi-banten/>)

Rian Hendra. 2008. "Pembuatan Karbon Aktif" Fakultas Teknik Universitas Indonesia FT.UI

Department of Engineering Science and Humanities, Institute of Engineering, Central Campus, Pulchowk, Tribhuvan University, Nepal "Preparation and Characterization of Activated Carbon from Lapsi (*Choerospondias axillaris*) Seed Stone by Chemical Activation with Potassium Hydroxide"

CEFIC (Coenseil Eropeen des Fedderation the I'Industry Chemique) "Test Methode For Activated Carbon"

Arumi Pitaloka, 2011 "Optimalisasi Aktivasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan ragam Suhu dan konsentrasi Activator  $ZnCl_2$

Muhammad Turmuzi Dkk, 01 juni 2015 " Pengaruh Temperatur dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit salak (*Salacca Sumatrana*) dengan Aktivator Seng Klorida"

## LAMPIRAN



**Variasi Tekanan 2 Bar**



**Variasi Tekana 2,5 Bar**



**Variasi Tekanan 3 Bar**



**Variasi Tekanan 3,5 Bar**



**Variasi Tekanan 4 Bar**



**Variasi Penginjeksian 2 Bar**

**Variasi 2,5 Bar**

**Variasi Penginjeksian 3 Bar**

**Variasi Penginjeksian 3,5 Bar**



### Variasi Penginjeksian 4 Bar



Sample Pengujian masing-masing Variasi



Pengujian daya Serap ( Titrasi Tio-Sulfat)



**Rotary Kiln Aktivator**



## **Proses Pengambilan sample**