

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut Nurmayatri dkk, (2013) tentang morfologi pori karbon aktif berbahan dasar arang tempurung kelapa dengan variasi temperatur aktivasi, pengkarbonan dilakukan dengan pemasasan pada suhu 800⁰C selama 45 menit selanjutnya dilakukan aktivasi dengan suhu 600⁰C, 700⁰C dan 800⁰C menghasilkan karbon aktif yang memiliki pori besar dipengaruhi oleh pemanasan semakin tinggi suhu yang digunakan semakin banyak jumlah pori yang terbentuk. Penelitian yang dilakukan oleh Esterlita & Herlina, (2015) karbon aktif yang terbuat dari pelepah aren dioven dengan suhu 110⁰C selama 1 jam untuk mengurangi kandungan air yang terdapat pada pelepah aren.yang diimpregnasi selama 24 jam dengan KOH, ZnCl₂, dan H₃PO₄. Setelah itu di furnace 400⁰C, 500⁰C dan 600⁰C menggunakan suhu tersebut dikarenakan aktivator KOH dapat bekerja maksimal pada kondisi oprasi suhu 700-800 °C dengan lama waktu tinggal 1 jam. Namun ZnCl₂ dapat menghasilkan karbon aktif yang memiliki mikropori maksimum pada kondisi oprasi suhu <500 °C. Sedangkan aktivator H₃PO₄ menghasilkan karbon aktif yang memiliki mikropori maksimum pada kondisi oprasi suhu <450 °C. karbon aktif yang dihasilkan dengan aktivator H₃PO₄ sebesar 6% dengan biilangan penyerapan iodin 767,745 mg iodin/gram karbon aktif.

Menurut Verayana dkk, (2018) bahan pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan cara karbonisasi yang diaktivasi dengan activator HCl dan H₃PO₄. Tempurung kelapa yang diaktivasi dengan H₃PO₄ lebih baik dari pada tempurung kelapa yang di aktivasi menggunakan HCl pada penyerapan logam Pb. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas arang aktif menggunakanaktivasi kimia memiliki kadar air berkisar antara 2,5%-6,5% dan kadar abu 8,5%-10%, hasil uji SEM menunjukkan morfologi tempurung kelapa yang diaktivasi kimia memiliki rongga pori lebih besar dibandingkan rongga tempurung kelapa tanpa diaktivasi. Hasil uji daya serap adsorpsi menunjukkan presentasi arang aktif tempurung kelapa dengan aktivator H₃PO₄ adalah 92,926%, aktivator HCl adalah 77,814% dan arang

tempurung kelapa tanpa aktivasi 59,485%. Menurut Astuti dkk, (2018) tentang sintesis karbon aktif tempurung kelapa menggunakan pemanasan gelombang mikro menghasilkan karbon aktif teraktivasi $ZnCl_2$ 30% mempunyai diameter lebih besar 23,22 A dibandingkan tanpa aktivasi 18,61A. Pada proses adsorpsi *methyl violet* pH efektif berada pada kisaran 3 dan kesetimbangan dicapai setelah 180 menit.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bajo, (2019) menjelaskan tentang penyerapan CO_2 pada biogas menggunakan karbon aktif tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan NaOH dengan konsentrasi 3M menghasilkan kadar air sebesar 1,85% dibandingkan dengan yang tidak teraktivasi sebesar 3,95%, kadar abu sebesar 1,13% dan tidak teraktivasi sebesar 5,86%, kadar karbon terikat sebesar 90,06% dan menyerap CO_2 sebesar 0,1330%.

Menurut penelitian yang dilakukan Buchari, (2022) menggunakan bahan baku dari limbah sekam padi karena kandungan selulosanya yang tinggi, sekam padi mempunyai potensi yang sangat bagus untuk digunakan sebagai sumber material karbon berpori. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan sumber karbon dari bahan alam yaitu sekam padi dan mengimpregnasinya dengan $ZnCl_2$ dengan variasi konsentrasi, menganalisis karakteristik karbon berpori terimpregnasi, dan mengkaji potensi aplikasinya sebagai upaya pemanfaatan limbah sekam padi. Impregnasi dilakukan dengan metode refluks pada $100^\circ C$ selama 1 jam. Hasil komposisi kimia terbaik diperoleh pada karbon berpori dengan impregnasi $ZnCl_2$ 30% yaitu kadar air 2.62%, kadar abu 22.84%, kadar zat terbang 20.08%, kadar karbon terikat 56.36%, dan daya serap Iodin 705.20 mg/g.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Pendahuluan

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Nurmayatri dkk, (2013)	Untuk mengetahui morfologi pori karbon aktif yang terbentuk dengan aktivasi temperatur	Karbon aktif yang teraktivasi dengan suhu 800 ⁰ C memiliki sebaran porinya lebih rapat dan banyak dari pada suhu 600 ⁰ C dan 700 ⁰ C	Aktivator yang digunakan menggunakan ZnCl ₂ 1M, 2M, 3M dan suhu 400 ⁰ C, 500 ⁰ C, dan 600 ⁰ C
2.	Esterlita & Herlina, (2015)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi dan agen aktivator ZnCl ₂ , KOH, H ₃ PO ₄ dalam pembuatan karbon aktif, serta untuk mengetahui optimal dan jenis aktivator terbaik dengan bahan baku pelepah aren.	Pada penelitian ini agen aktivator H ₃ PO ₄ 1 N memiliki bilangan iodin dan suhu karbonisasi 500 ⁰ C selama 1 jam memberikan nilai sebesar 767,745 mg iodin/gram dan kadar air sebesar 6%.	Bahan baku adsorben karbon aktif dari tempurung kelapa dengan variasi ZnCl ₂ 1 M, 2 M, M N dan suhu 400 ⁰ C, 500 ⁰ C, dan 600 ⁰ C

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil Penelitian	Perbedaan
3.	Verayana dkk, (2018)	Penelitian ini bertujuan perbedaan kualitas arang, morfologi permukaan pori, kandungan senyawa oksida dan daya adsorpsi arang aktif tempurung kelapa tanpa aktivasi kimia dengan arang aktif tempurung kelapa aktivator HCl dan H ₃ PO ₄ .	Tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan HCl dan H ₃ PO ₄ memenuhi kadar abu SNI 06-3730-1995 yaitu kadar air 15% abu maksimum 10%. Karbon aktif yang diaktivasi dengan H ₃ PO ₄ memiliki pori lebih banyak, daya serap adsorpsi H ₃ PO ₄ paling baik dari pada HCl.	Aktivator yang digunakan menggunakan ZnCl ₂ .
4.	Astuti dkk, (2018)	Untuk mengetahui adsorpsi <i>methyl violet</i> menggunakan karbon aktif tempurung kelapa yang diaktivasi ZnCl ₂ menggunakan	Kapasitas adsorpsi tertinggi tercapai padapenggunaan aktivator ZnCl ₂ 30%, kondisi optimum adsorpsi <i>methyl violet</i> pada	Variasi konsentrasi ZnCl ₂ dan pemanasan menggunakan <i>furnace</i>

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil Penelitian	Perbedaan
		metode gelombang mikro	pH 3 dan kesetimbangan setelah 180 menit,	
5.	Bajo, (2019)	Untuk mengetahui adsorben karbon aktif tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH dalam mengurangi CO ₂ pada biogas.	Karbon aktif tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH konsentasi 3M menghasilkan kadar air sebesar 1,85% dibandingkan dengan yang tidak teraktivasi sebesar 3,95%, kadar abu sebesar 1,13% dan tidak teraktivasi sebesar 5,86%, kadar karbon terikat sebesar 90,06%. Dan menyerap CO ₂ sebesar 0,1330%	Bahan aktivator yang digunakan menggunakan ZnCl ₂ dan variasi suhu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil Penelitian	Perbedaan
6.	Buchari, (2022)	Untuk memanfaatkan sumber karbon dari bahan alam yaitu sekam padi dan mengimpregnasinya ZnCl ₂ dengan variasi konsentrasi	Hasil komposisi kimia terbaik diperoleh pada karbon berpori dengan impregnasi ZnCl ₂ 30% yaitu kadar air 2.62%, kadar abu 22.84%, kadar zat terbang 20.08%, kadar karbon terikat 56.36%, dan daya serap Iodin 705.20 mg/g	Konsentrasi ZnCl ₂ yang digunakan yaitu 1M, 2M 3M dan variasi suhu

2.2 Teori-Teori Yang Relevan

2.2.1 Tempurung Kelapa

Tanamaan kelapa atau *cocos nucifera* adalah anggota tunggal dari suku aren-arenan persebarannya yang cukup banyak membuat tanaman kelapa ini banyak dijumpai salah satunya di daerah pesisir. Kelapa atau *cocos nucifera* adalah tanaman yang memiliki batang yang lurus tinggi dengan buah yang besar (Nustini & Allwar, 2019). Tanaman kelapa disebut juga tanaman serbaguna karena dari akar sampai daun kelapa bermanfaat (Nurmayatri dkk, 2013). Kelapa adalah buah yang dihasilkan dari tanaman ini karena kegunaannya yang beragam mulai dari

makanan hingga kosmetik, dan kasiat buah kelapa yang banyak membuat banyak orang mengemari buah kelapa (Nustini & Allwar, 2019).

Komponen dari buah kelapa adalah air kelapa, daging kelapa, tempurung kelapa dan sabut kelapa. Bagian terluas buah kelapa adalah sabut yang mempunyai tekstur berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm didalam sabut terdapat tempurung kelapa yang memiliki ketebalan 3,5 mm dengan berat tempurung kelapa antara 15%-19% dari berat kelapa. (Winata dkk, 2020). Tempurung kelapa merupakan limbah padat hasil olahan kelapa yang telah diambil daging kelapanya untuk mendapatkan santan (Nustini & Allwar, 2019).Tempurung kelapa secara umum digunakan sebagai bahan bakar, keperluan rumah tangga atau souvenir, selain itu kandungan tempurung kelapa meliputi :

Tabel 2. 2 Kandungan Tempurung Kelapa

Komposisi	Presentase (%)
<i>Lignin</i>	29,40
<i>Hemiselulosa</i>	27,70
<i>Selulosa</i>	26,60
Air	8,00
Abu	0,60
Nitrogen	0,10

(Sumber: Pambayun dkk, 2013)

Selain dapat dijadikan bahan bakar tempurung kelapa biasanya diproduksi sebagai arang tempurung kelapa dengan cara dibakar didalam drum tertutup dan dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Berikut ini merupakan gambar tempurung kelapa yang ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Tempurung Kelapa (Sumber: Peneliti: 2023)

2.2.2 Pirolisis

Pirolisis merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa oksigen, material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi gas, pada umumnya proses pirolisis diawali dengan suhu 200⁰C dan bertahan pada suhu 250- 300⁰C (Rampe dkk, 2013). Menurut Setyawan dkk, (2013) pirolisis terbagi atas pirolisis cepat dengan suhu 500⁰C dalam waktu cepat, karbonisasi dengan suhu rendah dan waktu yang lama, klasifikasi dengan suhu lebih dari 800⁰C dengan waktu yang lama untuk tempurung kelapa proses terjadi pada suhu 200⁰C sampai 350⁰C dan yang terbaik pada suhu 300⁰C. Menurut Maulina & Putri, (2017) Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pirolisis antara lain:

1. Temperatur

Temperatur reaksi pirolisis berada pada kisaran 200-600⁰C jika temperatur tinggi dapat menyebabkan dekomposisi penyusun material akan dikonservasi menjadi gas dan *liquid*

2. Kadar air dalam material

Kandungan air yang cukup banyak akan berdampak pada waktu dalam proses pirolisi membuat dan memerlukan peralatan pemisah uap air yang terkondensasi

3. Ukuran partikel

Ukuran partikel memberikan pengaruh pada luas permukaan kontak perpindahan panas antara material dan sumber panas selama proses dekomposisi.

4. Kehadiran oksigen

Oksigen akan mempengaruhi proses dekomposisi termal pada pembakaran.

2.2.3 Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari tempurung kelapa. Arang didapatkan dengan memanaskan kayu, tulang atau benda lain, arang yang hitam terdiri dari 85% sampai 98% karbon, dan sisanya abu atau

benda kimia lainnya (Nustini & Allwar, 2019). Untuk syarat mutu arang tempurung kelapa mengacu pada SNI 01-1682-1996 Berikut ini Tabel 2.3 yang menunjukkan Syarat Mutu Arang Tempurung Kelapa sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Syarat Mutu Arang Tempurung Kelapa

Jenis uji	Satuan	Persyaratan SNI
Bagaian yang hilang padapemanasan 950 ⁰ C	%	Maks 15
Air	%	Maks 6
Abu	%	Maks 3
Warna	-	Hitam merata
Benda asing	-	Tidak boleh ada

(Sumber: SNI 01-1682-1996.)

Karena kandungan yang dimiliki tempurung kelapa cukup banyak sehingga baik untuk dijadikan karbon aktif. Berikut ini gambar 2.2 yang menunjukkan hasil arang tempurung kelapa:



Gambar 2.2 Arang Tempurung Kelapa (Sumber: Peneliti (2023))

2.2.4 Impregnasi

Impregnasi secara luas memiliki pengertian proses penjuanan zat tertentu secara total. Penjuanan ini dilakukan dengan mengisi pori-pori support dengan larutan garam logam melalui adsorpsi, yaitu dengan merendam support kedalam larutan yang mengandung garam logam seperti NaCl, KCl, MgCl₂, ZnCl₂, CuCl₂, Na₂SO₄ dalam hal ini support memiliki fungsi sebagai penyedia permukaan yang luas agar pori-pori lebih mudah terbuka (Permana dkk, 2020). Menurut Survina impregnasi merupakan metode paling mudah mudah dan paling umum digunakan dalam penyiapan katalis, tujuan dari metode ini yaitu untuk memenuhi pori dengan

larutan garam logam dengan konsentrasi yang cukup untuk memberikan *loading* yang tepat secara garis besar pembuatan katalis dilakukan dengan tahapan impregnasi, pengeringan dan klasinasi. Setelah proses impregnasi dilakukan pengeringan untuk menguapkan air dan membentuk kristal garam pada permukaan pori. Pembentukan kristal garam dipengaruhi oleh laju pengeringan jika laju pengeringan tinggi akan menyebabkan gradien temperature meningkat dan kristal garam keluar pori. Pada proses kalsinasi Kristal garam dikeringkan sampai kondisi optimum untuk mengubah logam garam menjadi oksidannya serta menghilangkan kadar air untuk meningkatkan kinerja katalis (Permana dkk, 2020)

2.2.5 Proses Aktivasi

Proses aktivasi terjadi pelepasan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. Terdapat 2 cara aktivasi karbon antara lain:

1. Aktivasi kimia dapat diartikan pemutusan rantai karbo pada senyawa-senyawa organik dengan bantuan bahan kimia. Pada proses aktivasi kimia diperoleh luas permukaan pori yang tinggi hal ini menjadi kelebihan aktivasi kimia.
2. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses pemutusan ikatan karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, CO₂. Dalam penelitian yang dilakukan oleh muhajir aktivasi fisika menggunakan metode panas dengan suhu 400⁰C-1000⁰C proses ini bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar bahan volatile (Diza dkk, 2018)

2.2.6 Aktivator

Aktivator adalah suatu zat yang mengurangi atau mengurai pengotor pada suatu bahan organik. Aktivator yang digunakan pada penelitian ini Seng klorida (ZnCl₂). Secara umum ZnCl₂ atau Seng klorida adalah senyawa kimia yang bersifat higroskopis karena memiliki kemampuan penyerapan air yang baik, Penggunaan aktivator ZnCl₂ memiliki kelebihan memiliki *yield* yang tinggi dan karbon aktif yang dihasilkan memiliki propositas yang lebih besar (Astuti dkk, 2018) Menurut Esterlita & Herlina, (2015) ZnCl₂ dapat menghasilkan mikropori maksimum pada kondisi suhu di bawah 500⁰C. Sifat fisik dan kimia pada Seng Klorida dapat dilihat pada tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Sifat Fisik dan Kimia Seng Klorida

Uraian	Keterangan
Bentuk	Serbuk
Warna	Putih
pH	5 pada 100 g/L 20 ⁰ C
Titik Lebur	287-304 ⁰ C
Titik Didih	1.732 ⁰ C
Kelarutan Dalam Air	851 g/L

(Sumber: MSDS ZnCl₂)

2.2.7 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan sehingga molekul terkumpul pada bahan pengadsorpsi, memiliki kelebihan yaitu prosesnya sederhana, efektifitas relative tinggi,tidak memberikan efek samping berupa zat beracun (Kardiman dkk, 2020). Berdasarkan kekuatan dan berintrasi adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2 antara lain:

1. Adsorpsi fisika

Adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik molekul atau gaya tarik menarik relative lemah antara adsorbat (zat yang diserap) dan permukaan adsorben (zat penyerap) yang terlibat dengan menerapkan gaya *Van der Walss* sehingga zat terlarut akan teradsorpsi pada permukaan adsorben.

2. Adsorpsi kimia melibatkan pertukaran elektron antara permukaan spesifik dan molekul terlarut yang teradsorpsi.

Faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain : ukuran molekul adsorbet, ukuran pori adsorbat, luas permukaan. (Kardiman dkk, 2020)

2.2.8 Karbon dioksida (CO₂)

Gas CO₂ merupakan produk dari reaksi pembakaran sempurna. CO₂ bukanlah racun yang berbahaya apabila terhirup dan dapat diserap oleh tumbuhan sebagai

bahan dasar fotosintesis. Gas CO₂ memegang peran penting dalam terjadinya rumah kaca sebesar 49% kenaikan jumlah gas CO₂ di udara dapat menghalangi panas yang akan keluar sehingga terpantul kembali ke bumi yang menyebabkan perubahan iklim, mencairnya es di kutub, punahnya makhluk hidup tertentu dan rusaknya ekosistem bumi. Menurut penelitian Ati dwi CO₂ bukanlah polutan berbahaya yang langsung mengganggu kesehatan karena ini juga terbentuk pada pernafasan manusia. Tingkat karbon dioksida dan potensi masalah kesehatan ditunjukkan pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 5 Kadar CO₂ Yang Dapat Diterima Manusia

Kadar (ppm)	Dampak
250-350	Tingkat normal dalam ruangan terbuka
350-1000	Tingkat yang sering ditemukan diruangan yang mempunyai pertukaran yang baik
1000-2000	Tingkat udara yang buruk ringan yang dapat menimbulkan efek mengantuk
2000-5000	Tingkat udara buruk yang dapat menimbulkan sakit kepala, pengap, kantuk, peningkatan denyut nadi, mual ringan
5000	Tingkat udara yang sangat buruk adalah batas tingkat yang dapat diterima ditempat kerja menimbulkan sesak nafas
≤ 40.000	Tingkat ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan kematian karena kurangnya oksigen

(Sumber : Aryanti Diza, 2018)

Sedangkan kadar CO₂ menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 kadar maksimal yang dipersyaratkan CO₂ sebesar 1000 ppm dalam 8 jam. Pada penelitian yang dilakukan Andrizal, dkk

(2020) ruangan yang berisi 15 orang dalam waktu 11 menit 37 detik menghasilkan 413,6 ppm dan jumlahnya akan terus bertambah dengan meningkatnya jumlah orang dan aktifitas yang dilakukan jika kadar melebihi 600 ppm menimbulkan sesak nafas dan bau.

2.2.9 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan ruang yang diselubungi oleh senyawa karbon, karena strukturnya yang berpori karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti adsorben gas (Syed-Hassan & Zaini, 2016). Bahan yang mengandung lignin dan selulosa yang cukup tinggi dapat dijadikan karbon aktif salah satunya dari tempurung kelapa, kulit buah-buahan, kayu (Elmouwahidi dkk, 2012). Proses pembuatan karbon aktif melalui proses pirolisis dan dilanjutkan dengan proses aktivasi mampu memperbesar pori-pori pada arang tersebut sehingga meningkatkan daya serapnya (Nurmayatri dkk, 2013). Berdasarkan bentuknya karbon aktif dapat digolongkan menjadi tiga golongan antara lain:

1. Karbon aktif granular yaitu karbon aktif yang memiliki ukuran partikel antara 0,2 sampai 5 mm. karbon aktif ini biasanya berbentuk tidak beraturan, jenis karbon aktif ini biasa digunakan baik pada fase gas maupun cair.
2. Karbon aktif pallet yaitu karbon aktif yang mempunyai ukuran diameter dari 0,8 sampai 5 mm. karbon aktif ini dibuat melalui proses ekstrud dan berbentuk silinder kecil-kecil, karbon aktif ini memiliki pressure dropnya rendah, kekuatan mekanik yang tinggi dan rendah kandungan abu biasanya digunakan pada fase gas.
3. Karbon aktif serbuk yaitu karbon aktif yang memiliki ukuran kurang dari 0,18 mm (≥ 80 mesh). Karbon ini merupakan karbon yang telah mengalami penghancuran dan digunakan pada fase cair dan penyaringan gas buang (Sharifirad, 2012)

Karbon aktif bentuk granular atau pallet biasanya digunakan sebagai penyerap karena mempunyai sifat fisik yang keras dengan diameter pori kecil. Karbon aktif ini biasanya terbuat dari tempurung kelapa, batu bara, tulang, atau bahan baku yang sifatnya keras (Ramadhani dkk, 2020)

2.2.10 Karakteristik Karbon Aktif

Karakteristik karbon aktif mengacu pada standar SNI 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif ditunjukkan pada tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2. 6 Standar Kualitas Karbon Aktif

Uraian	Persyaratan SNI
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C (%)	Maks 15 %
Kadar air (%)	Maks.4,4 %
Kadar abu (%)	Maks.2,5 %
Bagian yang tidak terarang	Tidak ternyata
Daya serap iodin (mg/g)	Min.750 (mg/g)
Karbon aktif murni (%)	Min 80 %
Daya serap terhadap benzene (%)	Min 25 %
Daya serap terhadap metilen biru (mL/g)	Min. 60 ml/g
Kerapatan jenis curah (g/ml)	0,45-0,55 g/ml
Lolos ukuran mesh 325 %	-
Jarak mesh (%)	90%
Kekerasan (%)	80%

(Sumber: SNI 06-3730-1995)

2.2.10.1 Kadar Air

Kadar air adalah kandungan air dalam karbon setelah melewati karbonisasi yang berfungsi sebagai penentu sifat higroskopis atau kelarutan air pada karbon aktif (Sahara dkk, 2017). Suhu karbonikasi akan menyebabkan penurunan kadar air pada karbon aktif yang dihasilkan, semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin rendah kadar air karbon aktif yang dihasilkan, suhu karbonisasi mempengaruhi besarnya zat volatile yang berpindah saat terjadi dekomposisi termal. Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi daya serap pada gas maupun cairan (Lazulva Sari, 2013)

2.2.10.2 Kadar Abu

Kadar abu merupakan zat organik atau mineral yang tertinggal pada saat pengkarbonan (Esterlita & Herlina, 2015). Peningkatan suhu karbonisasi akan menyebabkan penurunan kadar abu yang dihasilkan karena suhu karbonisasi berhubungan dengan besarnya energi yang dibutuhkan oleh makromolekul untuk memungkinkan terjadinya pemutusan ikatan hidrokarbon, sehingga kandungan karbon meningkat dan pengotor semakin kecil. Semakin tinggi kadar abu semakin banyak pula kandungan bahan anorganik dan akan mempengaruhi daya serap karbon aktif (Lazulva Sari, 2013)

2.2.10.3 Daya Serap Iodin

Semakin tinggi daya serap iodin maka semakin luas permukaan karbon aktif sehingga kemampuan penerapannya juga besar (Sahara dkk, 2017). Daya serap iodin merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam menyerap molekul-molekul kecil (Lazulva Sari, 2013). Menurut tinggi rendahnya daya serap karbon aktif terhadap iodin menunjukkan banyaknya diameter pori karbon aktif karena karbon aktif yang memiliki daya serap iodin tinggi berarti memiliki mikropori yang banyak (Farida Hanum, 2017)

2.2.10.4 Daya Serap Metilen Biru

Penentuan daya serap metilen biru untuk mengetahui luas permukaan arang aktif serta kemampuannya dalam menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 15 Å atau 1,5 nm (Sahara dkk, 2017). Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif untuk menyerap larutan warna dan menentukan luas permukaan pori karbon (Lazulva Sari, 2013)

2.3 Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif

Brunauer, Emmett and Teller (BET) digunakan untuk mengukur luas permukaan suatu benda padat dan bubuk menggunakan metode mengekspos padatan ke dalam gas ataupun uap pada kondisi bervariasi dan mengukur pertambahan berat dan volume sampel (Habibah dkk, 2016)

2.4 Analisis Gugus Fungsi Karbon Aktif

Analisis gugus fungsi dapat dilakukan dengan menggunakan instrument *Fourier Transform Infra-red* atau FTIR adalah sebuah teknik untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair atau gas untuk menentukan gugus fungsi dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis. (Astuti dkk, 2018) Spektrum yang dihasilkan berupa grafik yang menunjukkan presentasi transmittansi yang bervariasi pada setiap frekuensi radiasi inframerah Buchari, (2022). Berikut daftar bilangan dan panjang gelombang yang ditunjukkan pada tabel 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2. 7 Daftar Bilangan Gelombang dari Berbagai Jenis Ikatan

Bilangan Gelombang cm^{-1}	Jenis ikatan
3200-3600	O-H
1600-1500	C=C
1475-1390	C-H
1300-1050	C-O
1000-650	C-H

(Sumber: Mendame dkk., 2021)

2.5 Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku, rendemen merujuk pada jumlah produk yang dihasilkan pada reaksi kimia yang dapat ditulis dalam gram maupun mol, rendemen dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, proses pembuatan produk, temperature, komponen bioaktif (Habibah dkk, 2016)

2.6 Hipotesis

Dugaan sementara yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi ZnCl_2 dapat mempengaruhi karakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa
2. Konsentrasi ZnCl_2 yang optimum untuk menghasilkan karbon aktif terbaik yaitu konsentrasi ZnCl_2 3M
3. Variasi suhu aktivasi impregnasi dapat mempengaruhi karakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa

4. Suhu optimum yang dapat mempengaruhi karakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa 500°C
5. Luas permukaan karbon aktif terimpregnasi ZnCl_2 dan suhu impregnasi optimum lebih luas daripada karbon aktif komersial
6. Karbon aktif terimpregnasi ZnCl_2 dan suhu impregnasi optimum dan karbon aktif komersial memiliki gugus fungsi sama tetapi Panjang gelombang sedikit berbeda
7. Karbon aktif tempurung kelapa lebih baik dalam penjerapan CO_2 dibandingkan dengan karbon aktif komersial