

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN N₂ DAN KOH
TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF BULU AYAM
UNTUK BAHAN ALTERNATIF *HYDROGEN STORAGE***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : M. Andi Trijaya
No. Mahasiswa : 14525049
NIRM : 2014010819

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 10 Februari 2019

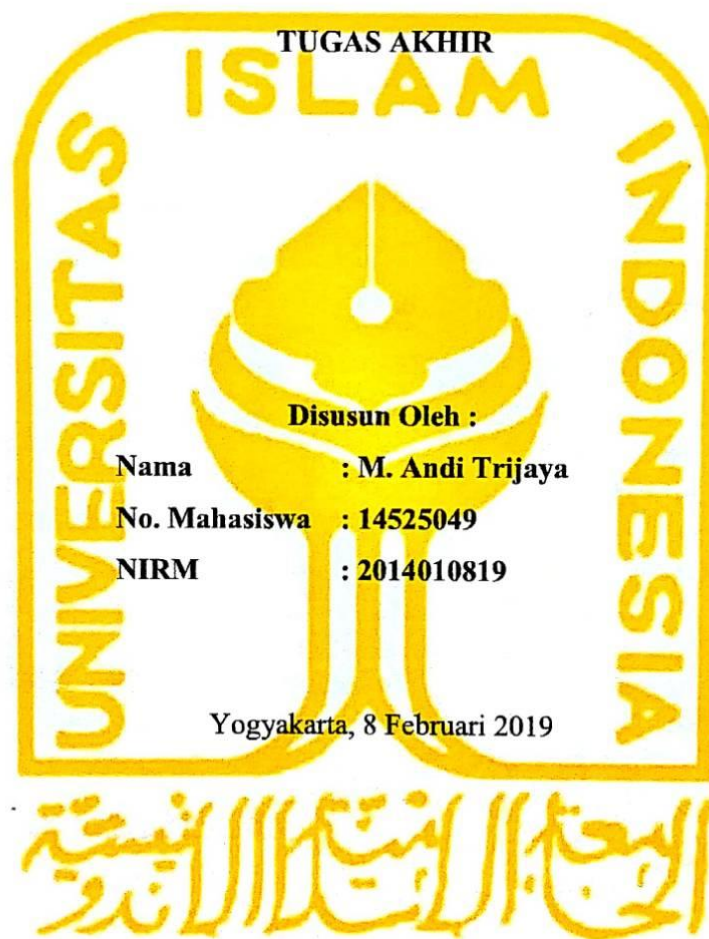
Peneliti,



M. Andi Trijaya

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN N_2 DAN KOH TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF BULU AYAM UNTUK BAHAN ALTERNATIF *HYDROGEN STORAGE*



Dosen Pembimbing,

Muhammad Ridwan, ST., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN N_2 DAN KOH TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF BULU AYAM UNTUK BAHAN ALTERNATIF *HYDROGEN STORAGE*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : M. Andi Trijaya

No. Mahasiswa : 14525049

NIRM : 2014010819

Tim Penguji

Muhammad Ridlwan, ST, M.T

Ketua


Tanggal : 21/02/2019

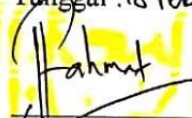
Donny Suryawan, ST., M.Eng.

Anggota I


Tanggal : 18 Feb 2019

Rahmat Riza, ST, MSc. ME

Anggota II


Tanggal : 20 Februari 2019

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdianto, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrohim

Dengan segala puja dan puji syukur saya kepada Allah SWT Tuhan alam semesta yang telah memberikan nikmat sehat serta kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala kekuatan dan semangat saya, tak akan berarti jika tidak ada orang yang mendukung serta mendoakan kelancaran penulisan skripsi ini.

Ku persembahkan skripsi ini kepada orang terbaik dalam kehidupan saya yaitu Bapak, Mama, Ka Sari, Ka Mita dan Dila tersayang, yang tak pernah lelah menyemangati, mendukung dan mendoakan saya hingga selesai. Ma, Pak, Kakak dan Adik sudah saatnya Andi dapat gelar S.T dan bisa membahagiakan kalian.

Dan teruntuk orang terdekat saya Khairunnisa yang selalu menemani saya selama kuliah di Jogja, tempat untuk bercerita keluh kesah saya selama kuliah, tempat untuk canda tawa, menemani saya ketika mengerjakan skripsi dan banyak lagi.

Teman-teman saya yang selalu bertanya “Kapan kamu kelar bosku?, Kapan wisuda bosku?”, tenang kawan ini saat yang tepat untuk menjawab pertanyaan kalian.

TERIMA KASIH!!!

Semoga Allah membalas semua kebaikan kalian semua.

HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri.”

(Q.S Ar-Ra’d: 11)

“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu tidak mengetahui”.

(Q.S. Al-Baqarah: 216)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Jika kamu benar menginginkan sesuatu, kamu akan menemukan caranya. Namun jika tak serius, kau hanya akan menemukan alasan.”

Jim Rohn

“Agar sukses, kemauanmu untuk berhasil harus lebih besar dari ketakutanmu akan kegagalan.”

Bill Cosby

“Calon orang sukses itu, adalah orang yang mau menunda kesenangannya.”

Alitt Susanto

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat sehat serta kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul **“Analisis Pengaruh Penggunaan N₂ dan KOH Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Bulu Ayam Untuk Bahan Alternatif *Hydrogen Storage*”** dengan waktu yang ditentukan. Laporan tugas akhir merupakan persyaratan kelulusan strata S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang harus dipenuhi.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran selama pengerjaan tugas akhir.
2. Keluarga terutama orang tua yang selalu memberikan dukungan serta doa selama pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang memberikan banyak saran dan masukan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. dan Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. selaku dosen Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang membantu, memberikan saran dan masukan selama pengerjaan tugas akhir.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
7. Rekan tugas akhir Bimo Wicaksono yang telah bekerja sama dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir.
8. Orang terdekat saya Khairunnisa yang selalu memberikan motivasi dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.

9. Seluruh keluarga Teknik Mesin 2014 yang telah memberikan bantuan berupa saran dan masukan serta dukungan selama kuliah dari semester 1 hingga sekarang. Solidarity Forever!
10. Teman teman SALBI Arif, Entol, Bimo, terima kasih atas canda tawa dan motivasi selama kuliah ini.
11. Teman teman Marcom FTI, KPMB Jogja, dan Harjuna Squad.
12. Dan semua pihak yang telah mendukung selama pengerjaan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan yang melimpah melebihi yang mereka berikan kepada penulis. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat baik untuk seluruh pihak. Banyak sekali kesalahan dan ketidaksempurnaan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan berharap saran serta kritik dari semua pihak untuk membuat laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Sekian dan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 23 Januari 2019



Penulis
M. Andi Trijaya

ABSTRAK

Hidrogen merupakan unsur terbanyak dalam alam semesta. Kelebihan dari hidrogen yaitu ringan, tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga hidrogen banyak digunakan oleh beberapa industri. Namun kekurangan dari hidrogen itu sendiri yaitu mudah meledak dan terbakar. Oleh karena itu, diperlukan beberapa metode hydrogen storage agar menyimpan hidrogen dengan aman. Harga yang mahal menjadikan halangan untuk membuat sebuah hydrogen storage. Maka dari itu, metode adsorpsi menggunakan karbon aktif dari bulu ayam sebagai bahan alternatif hydrogen storage digunakan pada penelitian ini dikarenakan biaya yang lebih terjangkau. Metode adsorpsi mampu menurunkan tekanan hidrogen dalam kapasitas yang sama. Bulu ayam digunakan karena mengandung keratin dan 50% kadar karbon. Metode yang digunakan untuk membuat karbon aktif dari bulu ayam pada penelitian ini yaitu karbonisasi suhu 400 °C selama 2 jam, aktivasi kimia menggunakan larutan konsentrasi larutan 1 M dan 3 M dengan pemanasan dalam oven suhu 90 °C selama 1 jam dan aktivasi fisika suhu 500 °C selama 1 jam disertai pengaliran nitrogen. Dilakukan uji bilangan iodin untuk mendapatkan nilai daya serap terhadap karbon aktif, kemudian menganalisis pengaruh metode karbonisasi, aktivasi kimia, fisika menggunakan nitrogen dan KOH terhadap daya serap karbon aktif bulu ayam. Bilangan iodin tertinggi yaitu sebesar 693,72 mg/g pada sample II Nitrogen+KOH 3 M. Luas permukaan berdasarkan bilangan iodin tertinggi didapatkan pada sample II Nitrogen + KOH 3 M yaitu sebesar 690,01 m²/gr. Yield karbon aktif pada sample II lebih besar dibandingkan dengan sample I. Perbandingan bilangan iodin karbon aktif bulu ayam masih terlampau jauh dibandingkan karbon aktif tongkol jagung dan tempurung kelapa namun diatas dari karbon aktif bonggol singkong.

Kata kunci: *Hydrogen storage, karbon aktif, bulu ayam, karbonisasi, aktivasi, daya serap, bilangan iodin*

ABSTRACT

Hydrogen is the most abundant element in the universe. The advantages of hydrogen are light, colorless and odorless, so hydrogen is widely used by several industries. But the lack of hydrogen itself is easily explosive and flammable. Therefore, it takes several methods of hydrogen storage to store hydrogen safely. The expensive price makes it an obstacle to make a hydrogen storage. Therefore, the adsorption method using activated carbon from chicken feather as an alternative hydrogen storage material was used in this study because of the more affordable costs. The adsorption method is able to reduce hydrogen pressure in the same capacity. Chicken feathers are used because they contain keratin and 50% carbon content. The method used to make activated carbon from chicken feathers in this study is carbonization temperature of 400 °C for 2 hours, chemical activation using a solution concentration of 1 M and 3 M solution with heat in an oven at 90 °C for 1 hour and physics activation at 500 °C for 1 hour accompanied by nitrogen flow. Iodine number was tested to obtain the absorption value of activated carbon, then analysed the effect of carbonization, chemical and physics activation using nitrogen and KOH on the adsorption of activated carbon of chicken feathers. The highest iodine number is 693,72 mg/g on sample II Nitrogen + KOH 3 M. The surface area based on the highest iodine number is obtained at the sample II Nitrogen+KOH 3 M which is equal to 690,01 m²/gr. Yield on sample II is greater than sample I. Comparison of iodine number of activated carbon chicken feather is still too far compared to activated carbon corn cobs and shell coconut but above from cassava activated carbon.

Keywords: *Hydrogen storage, activated carbon, chicken feather, carbonization, activation, absorbency, iodine number*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Hidrogen	5
2.2.2 <i>Hydrogen Storage</i>	6
2.2.3 Adsorpsi.....	7
2.2.4 Adsorben.....	8
2.2.5 Karbon Aktif.....	8
2.2.6 Bulu Ayam.....	12
2.2.7 Pengujian Bilangan Iodin (Daya Serap)	13
2.2.8 Penentuan Luas Permukaan Berdasarkan Bilangan Iodin	14

Bab 3 Metode Penelitian	15
3.1 Alur Penelitian	15
3.2 Observasi	15
3.3 Alat dan Bahan.....	16
3.3.1 Alat	16
3.3.2 Bahan	22
3.4 Pembuatan Reaktor	24
3.5 Pembuatan Karbon Aktif	25
3.6 Pengujian Karbon Aktif	28
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.2 Analisis Hasil Karbon Aktif	31
4.3 Analisis Hasil Pengujian Bilangan Iodin (Daya Serap).....	35
4.4 Analisis Luas Permukaan Berdasarkan Bilangan Iodin.....	38
4.5 Analisis Perbandingan dengan Bahan Lain	39
Bab 5 Penutup.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	42
Daftar Pustaka	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Penggunaan Karbon Aktif Di Bidang Industri.....	11
Tabel 4-1 <i>Yield</i> Arang Hasil Karbonisasi	31
Tabel 4-2 <i>Yield</i> Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia	32
Tabel 4-3 <i>Yield</i> Karbon Aktif Aktivasi Fisika	33
Tabel 4-4 Hasil Pengujian Bilangan Iodin Sample I Nitrogen+KOH 1 M	35
Tabel 4-5 Hasil Pengujian Bilangan Iodin Sample II Nitrogen+KOH 3 M	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Ilustrasi Metode Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif	6
Gambar 2-2 Nomor 1 Adsorpsi Fisika, Nomor 2 Adsorpsi Kimia.....	8
Gambar 2-3 Karbon Aktif Serbuk	9
Gambar 2-4 Karbon Aktif Granular	9
Gambar 2-5 Karbon Aktif Pellet	10
Gambar 2-6 Struktur Bulu Ayam	13
Gambar 2-7 Struktur Vane.....	13
Gambar 3-1 <i>Flow Chart</i>	15
Gambar 3-2 <i>Furnace</i>	16
Gambar 3-3 <i>Temperature Control</i>	17
Gambar 3-4 Reaktor	18
Gambar 3-5 Mur dan Baut.....	18
Gambar 3-6 Oven	19
Gambar 3-7 Timbangan Digital.....	19
Gambar 3-8 Gelas Ukur.....	20
Gambar 3-9 <i>Erlenmeyer</i>	20
Gambar 3-10 Buret	21
Gambar 3-11 Pengaduk Magnetik.....	21
Gambar 3-12 Bulu Ayam	22
Gambar 3-13 Nitrogen.....	22
Gambar 3-14 Kalium Hidroksida (KOH).....	23
Gambar 3-15 Aquades	23
Gambar 3-16 Iodium 0,1 N.....	24
Gambar 3-17 Natrium Tiosulfat 0,1 N	24
Gambar 3-18 Reaktor Berbahan Kuningan	25
Gambar 3-19 20 gr Bulu Ayam	26
Gambar 3-20 Karbonisasi.....	26
Gambar 3-21 Campuran Karbon Aktif dan Larutan KOH.....	27
Gambar 3-22 Campuran Karbon Aktif dan Iodium.....	29
Gambar 3-23 Proses Titrasi	29

Gambar 4-1 Arang Hasil Karbonisasi	30
Gambar 4-2 Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia.....	30
Gambar 4-3 Karbon Aktif Hasil Aktivasi Fisika.....	31
Gambar 4-4 Massa Arang Hasil Karbonisasi	34
Gambar 4-5 Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia	34
Gambar 4-6 Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Fisika	34
Gambar 4-7 Grafik Perbandingan Hasil Bilangan Iodin Sample I Dan II.....	37
Gambar 4-8 Grafik Perbandingan Bilangan Iodin Bulu Ayam dengan Bahan Lain	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidrogen adalah unsur yang melimpah dengan persentase 75% dari total massa unsur alam semesta (Putra, Alhamidi, Kustiningsih, & Sutowo, t.t.). Sifat yang ramah lingkungan dan mampu menghasilkan energi lebih baik dari minyak bumi, hidrogen dapat menjadi prospek masa depan bahan bakar alternatif untuk kebutuhan Industri. Didalam dunia Industri, hidrogen digunakan sebagai bahan kimia organik, pembuatan pupuk, bahan bakar alat transportasi, pembuatan minyak goreng. Namun, hidrogen memiliki kekurangan yaitu bertekanan tinggi, mudah meledak dan mudah terbakar apabila berkontak langsung dengan suhu ruangan.

Beberapa metode *hydrogen storage* yang tahan terhadap tekanan tinggi serta mampu menyerap dan mengurangi tekanan digunakan untuk mengatasi kekurangan dari hidrogen. Saat ini, beberapa industri mengembangkan teknologi *hydrogen storage* menggunakan material logam berpori yang mampu menurunkan tekanan sehingga mengurangi adanya resiko meledak atau terbakar. Akan tetapi, teknologi tersebut rumit dalam proses pembuatan dan pengujian.

Terdapat metode *hydrogen storage* ramah lingkungan dan mudah dibuat serta mampu menurunkan tekanan yaitu metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif memiliki struktur pori yang bersifat sebagai adsorpsi, sehingga mampu menurunkan tekanan hidrogen dengan kapasitas relatif sama.

Bulu ayam digunakan sebagai bahan dasar karbon aktif dikarenakan kandungan yang terdapat di dalamnya. Bulu ayam mengandung serat keratin, sebuah protein yang berfungsi membentuk tabung-tabung kuat didalamnya (Putra dkk., t.t.). Oleh karena itu, penggunaan karbon aktif dari bulu ayam sebagai bahan alternatif *hydrogen storage* akan menjadi teknik baru untuk mengelola limbah dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Menurut permasalahan diatas, maka peneliti akan membuat karbon aktif dari bulu ayam kemudian menganalisis daya serap karbon aktif dari bulu ayam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil sebuah rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana cara menghasilkan karbon aktif dari bulu ayam yang memiliki daya serap sebagai bahan alternatif *hydrogen storage*?
2. Bagaimana hasil dari analisis pengaruh penggunaan N_2 dan KOH terhadap daya serap karbon aktif dari bulu ayam?

1.3 Batasan Masalah

Terdapat batasan masalah yang dibuat oleh peneliti agar pada saat melakukan penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yaitu:

1. Output dari hasil penelitian berupa karbon aktif.
2. Tidak membuat *prototype hydrogen storage*.
3. Pengujian karbon aktif dari bulu ayam menggunakan pengujian bilangan iodin.
4. Analisis karbon aktif terfokus pada bilangan iodin sebagai daya serap karbon aktif.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan merupakan sebuah target yang harus dicapai dalam sebuah penelitian. Berikut 2 tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan karbon aktif dari bulu ayam yang mempunyai daya serap sebagai bahan alternatif *hydrogen storage*.
2. Menguji pengaruh penggunaan N_2 dan KOH terhadap daya serap karbon aktif dari bulu ayam.

1.5 Manfaat Penelitian

Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari bulu ayam sebagai *hydrogen storage* memiliki manfaat yaitu:

1. Menghasilkan bahan alternatif *hydrogen storage* dari bahan yang mudah didapatkan serta ramah lingkungan.
2. Meningkatkan nilai jual dari bulu ayam.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang bertujuan agar laporan menjadi lebih teratur. Berikut adalah sistematika penulisan:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

2. Bab 2 Kajian Pustaka

Bab ini berisikan tentang kajian pustaka yang menjelaskan penelitian sebelumnya dan dasar teori sebagai dasar pendukung dari penelitian.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini berisikan tentang alur penelitian berupa *flow chart*, alat dan bahan, metode pembuatan, serta pengujian.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan hasil yang didapatkan dari pengujian serta pembahasannya.

5. Bab 5 Penutup

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Berbagai macam metode untuk *hydrogen storage* yang telah dilakukan salah satunya metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif adalah suatu karbon yang mempunyai kemampuan daya serap yang baik terhadap larutan maupun gas (Lempang, 2014). Proses pembuatan karbon aktif dari bulu ayam ini menggunakan metode yang telah dilakukan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Kemudian terdapat penelitian tentang bilangan iodin dari karbon aktif bonggol singkong, tempurung kelapa dan tongkol jagung untuk menjadi perbandingan dengan hasil bilangan iodin karbon aktif bulu ayam yang dihasilkan dari penelitian ini.

Penelitian pertama dilakukan oleh Irmansyah Putra (2016), A. Ali Alhamidi (2016), Indar Kustiningsih (2016), dan Cahya Sutowo (2016) dalam jurnal yang berjudul “Rekayasa Karbon Aktif dari Bulu Ayam Untuk Bahan *Hydrogen Storage*”. Menurut jurnal tersebut terdapat beberapa tahapan untuk menghasilkan sebuah karbon aktif dari bulu ayam. Tahap pertama yaitu bulu ayam dikarbonisasi terlebih dahulu selama 1 jam dalam suhu 400 °C. Tahap kedua yaitu karbon diaktivasi secara kimia menggunakan KOH dengan pemanasan suhu 90 °C selama 1 jam. Tahap ketiga yaitu aktivasi fisika selama 1 jam pada suhu 400 °C, 500 °C, dan 600 °C. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu berupa luas permukaan tertinggi dari karbon aktif bulu ayam. Luas permukaan tertinggi yang didapatkan sebesar 3,257 m²/gr dengan aktivasi fisika suhu 500 °C selama 1 jam disertai pengaliran gas nitrogen dan mengalami penurunan luas permukaan saat menggunakan suhu 600 °C.

Penelitian kedua dilakukan oleh Ichsan Priambodo, Ali Alhamidi, dan Indar Kustiningsih dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH, Waktu Tahan dan Temperatur Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Karbon Aktif dari Bulu Ayam Untuk Pengembangan *Hydrogen Storage*”. Menurut jurnal tersebut tahapan yang digunakan untuk membuat karbon aktif dari bulu ayam yaitu

karbonisasi suhu 400 °C selama 2 jam, aktivasi kimia menggunakan larutan KOH 1 M, 2 M dan 3 M dengan pemanasan suhu 80 °C selama 1 jam dan 2 jam, kemudian aktivasi fisika suhu 500 °C selama 1 jam disertai pengaliran gas nitrogen. Hasil yang didapatkan yaitu luas permukaan tertinggi dengan penggunaan konsentrasi larutan KOH 3 M sebesar 2,71 m²/gr dan konsentrasi larutan KOH 1 M sebesar 2,635 m²/gr dengan suhu pemanasan 80 °C selama 1 jam.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Mandiri Putra Betan dalam skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Aktivasi Terhadap Kualitas Arang Aktif dari Bonggol Singkong Menggunakan Aktivator Kalium Hidroksida (KOH)”. Bilangan iodin yang dihasilkan pada bonggol singkong yaitu sebesar 642,1 mg/gr dengan metode karbonisasi suhu 450 °C selama 2 jam, aktivasi kimia dengan merendam karbon aktif dengan KOH 20 % selama 5 jam.

Penelitian keempat dilakukan oleh Lela Mukmilah Yuningsih, Dikdik Mulyadi, A. Jaka Kurnia dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin”. Bilangan iodin yang dihasilkan karbon aktif tongkol jagung yaitu sebesar 1133.757 mg/gr dan karbon aktif tempurung kelapa sebesar 1240,233 mg/gr dengan metode karbonisasi suhu 800 °C selama 2 jam, aktivasi kimia dengan merendam karbon aktif dengan KOH 20 % selama 4 jam dan aktivasi fisika suhu 600 °C selama 4 jam.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori dibutuhkan sebagai pendukung untuk memulai penelitian. Berikut merupakan beberapa teori yang melandasi penelitian ini.

2.2.1 Hidrogen

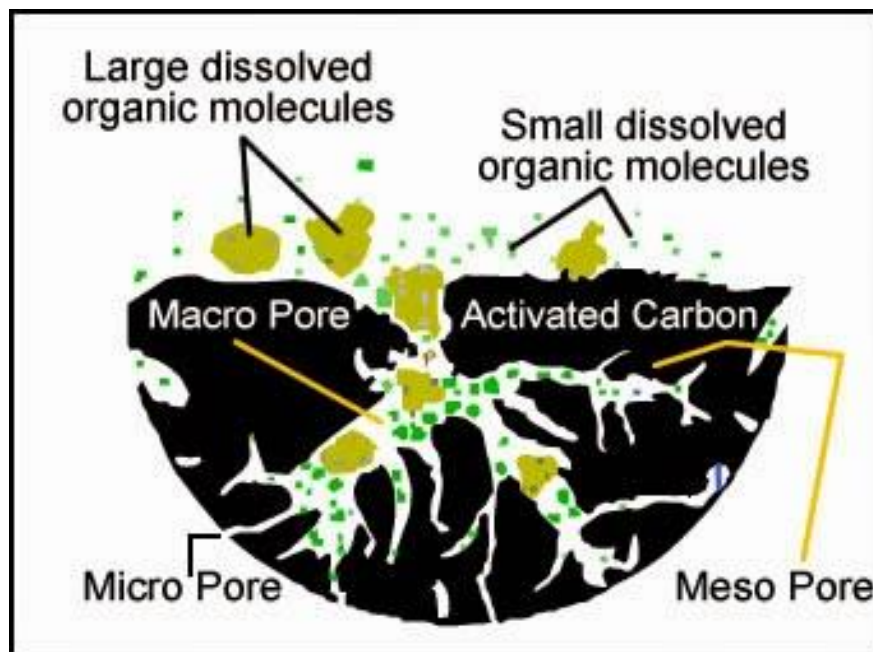
Hidrogen adalah unsur terbanyak dari seluruh alam semesta. Hidrogen dengan nama unsur (H₂) ditemukan pada tahun 1783 oleh Lavoiser dan berasal dari bahasa Yunani yaitu “*Hydro*” yang berarti air dan “*Genes*” artinya membentuk.

Sifat dari hidrogen yaitu ringan, tidak berwarna, dan tidak berbau. Namun, gas ini sangat mudah terbakar dan meledak jika berkontak langsung dengan

oksigen. Hidrogen akan berkondensasi menjadi cairan pada suhu $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ sedangkan suhu $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan menjadi padatan. Densitas pada hidrogen saat fase padat yaitu 858 kg/m^3 dan saat fase cair 708 kg/m^3 . Hidrogen memiliki diameter molekul tertinggi pada bentuk gas dibandingkan bentuk padatan maupun cairannya yaitu sebesar $2,8\text{ \AA}$ (Matari, 2011).

2.2.2 *Hydrogen Storage*

Perkembangan teknologi untuk menghasilkan sebuah *hydrogen storage* sudah banyak dilakukan oleh banyak peneliti untuk skala komersil. Berbagai cara metode penyimpanan hidrogen sudah dilakukan salah satunya menggunakan metode adsorpsi. Penggunaan metode adsorpsi berupa karbon aktif, hidrogen mampu diikat dan dilepas dengan mudah melalui mekanisme adsorpsi dan desorpsi (Mario, 2012). Hidrogen akan mengalami perubahan fase dari gas ke fase yang mendekati cair saat proses adsorpsi. Perubahan fase hidrogen yang terjadi memungkinkan karbon aktif untuk menurunkan tekanan dalam kapasitas penyimpanan yang sama. Gambar 2-1 dibawah ini menggambarkan ilustrasi metode adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif:



Gambar 2-1 Ilustrasi Metode Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif

Sumber: (<https://www.picsbud.com/images/activated-carbon-adsorption-mesopore-1a.html>, n.d.)

2.2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tadi mengembun pada permukaan padatan tersebut (Suryawan, 2004). Ketika proses adsorpsi berlangsung, molekul-molekul dalam bentuk cair atau padat akan terikat didalam suatu permukaan yang padat. Molekul-molekul yang terikat dalam permukaan disebut adsorbat, sedangkan material permukaan padat yaitu adsorben. Proses adsorpsi terletak di pori-pori adsorben.

Banyak faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi yaitu luas permukaan adsorben, derajat keasaman (pH) saat proses adsorpsi, jenis adsorbat yang digunakan, waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, dan temperatur.

Adsorpsi terbagi menjadi dua prinsip berdasarkan interaksi antara adsorben dengan adsorbat yaitu adsorpsi fisika dan kimia.

1. Adsorpsi Fisika

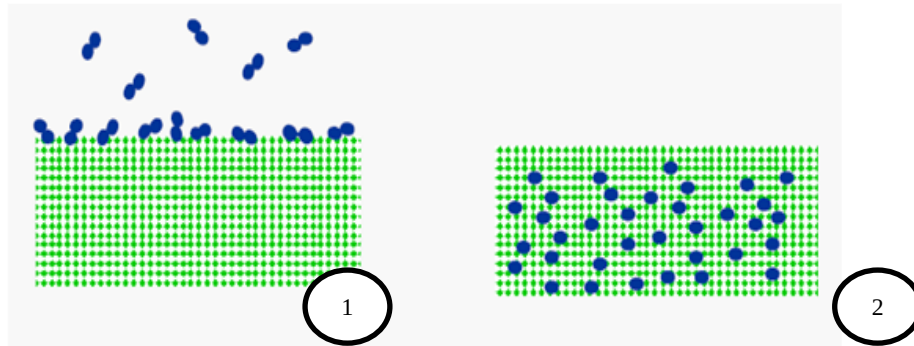
Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya tarik menarik atau disebut dengan gaya Van der Waals. Ketika adsorpsi fisika, gaya tarik menarik antara adsorbat dengan adsorben relatif lemah. Hal ini dikarenakan gaya intermolekular lebih besar dari gaya intramolekular. Gaya Intermolekul adalah gaya tarik menarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri sedangkan gaya intramolekul adalah gaya tarik menarik antara molekul fluida dengan molekul permukaan padatan (Mario, 2012). Adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben saat adsorpsi fisika. Oleh sebab itu, adsorbat dapat bergerak bebas ke permukaan lainnya. Permukaan adsorben yang ditinggalkan akan digantikan dengan adsorbat lainnya. Adsorpsi bersifat *reversible* yaitu jika kondisi kesetimbangan diubah seperti tekanan atau temperatur maka adsorbat akan membentuk kesetimbangan baru. Adsorpsi tidak memerlukan energi besar untuk aktivasi karena ikatan yang terbentuk dapat mudah diputuskan.

2. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia terjadi karena terbentuknya ikatan kimia disebabkan adsorbat larut ke dalam adsorben. Molekul adsorbat terikat kuat dengan permukaan adsorben sehingga membentuk lapisan monolayer. Adsorpsi bersifat

irreversible, sehingga membutuhkan energi besar untuk memisahkan ikatan antara adsorben dengan adsorbat yang terikat kuat.

Gambar 2-2 dibawah ini menggambarkan ilustrasi adsorpsi fisika dan kimia



Gambar 2-2 Nomor 1 Adsorpsi Fisika, Nomor 2 Adsorpsi Kimia

Sumber:(Chodijah, 2011)

2.2.4 Adsorben

Adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya (Suryawan, 2004). Luas permukaan adsorben harus lebih besar dari adsorbat untuk bisa mengikat dan melepas dengan mudah.

Adsorben terbagi menjadi dua jenis, yaitu adsorben tidak berpori (*non-porous sorbents*) dan adsorben berpori (*porous sorbents*) (Arfan, 2006). Adsorben tidak berpori memiliki luas permukaan yang kecil antara 0.1 sampai dengan 1 m^2/g . Beberapa jenis dari adsorben tidak berpori adalah filter karet dan karbon hitam bergrafit. Adsorben berpori memiliki luas permukaan berkisar antara 100 sampai dengan 1000 m^2/g . Karbon aktif, *zeolite*, silica gel, dan alumina merupakan jenis adsorben berpori.

2.2.5 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan material karbon yang berpori dengan luas permukaan yang besar sehingga banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. Karbon aktif bersifat menyerap apa saja yang berkontak langsung dengan karbon aktif tersebut.

Bahan baku untuk membuat karbon aktif sangat mudah ditemui di Indonesia seperti bulu ayam, pohon bambu, batok kelapa, batu bara, kayu keras, kulit buah-buahan dan lain-lain. Karbon aktif memiliki tiga jenis yaitu dalam bentuk serbuk, *granular*/tidak beraturan dan *pellet*.

1. Karbon aktif serbuk

Ukuran dari karbon aktif serbuk yaitu sebesar kurang dari 0,18 mm (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014). Penggunaan karbon aktif serbuk dalam dunia industri terutama digunakan sebagai filter untuk menjernihkan air minum, pemurnian gas, menyaring air limbah kimia agar tidak mencemari lingkungan, penghalus gula, dan lain-lain. Gambar 2-3 merupakan karbon aktif serbuk.



Gambar 2-3 Karbon Aktif Serbuk

Sumber: (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014)

2. Karbon aktif *granular*/tidak beraturan

Karbon aktif *granular* memiliki ukuran yang tidak merata yaitu sebesar 0.2-5,0 mm (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014). Aplikasi dari jenis karbon aktif ini digunakan sebagai pengolahan air, penghilang bau busuk yang tercampur pada air, pemurnian emas dan lain-lain. Gambar 2-4 merupakan karbon aktif granular.



Gambar 2-4 Karbon Aktif Granular

Sumber: (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014)

3. Karbon aktif pellet

Karbon aktif pellet dibuat melalui proses ekstrud dan berbentuk silinder dengan ukuran diameter dari 0,8 sampai 5 mm (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014). Karbon aktif pellet ini digunakan sebagai pemurnian udara, penghilang bau kotoran, kontrol emisi dan lain-lain. Gambar 2-5 merupakan karbon aktif pellet.



Gambar 2-5 Karbon Aktif Pellet

Sumber: (Ibrahim, Martin, & Nasruddin, 2014)

Karbon aktif dapat dibuat melalui dua tahapan proses secara umum yaitu karbonisasi dan aktivasi.

1. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pembakaran bahan yang mengandung karbon dengan temperatur tinggi serta udara terbatas untuk menghilangkan zat *volatile matter* serta menghasilkan arang. Zat *volatile matter* adalah zat pembentuk batu bara yang terdiri dari gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida, metana serta gas yang mudah mengembun seperti air, karbondioksida dan tar. Karbonisasi dilakukan pada temperatur 400 °C-900 °C untuk mendapatkan hasil arang yang sesuai, namun tergantung pada bahan dasar yang digunakan. Semakin keras permukaan bahan yang digunakan, maka semakin besar suhu karbonisasi yang diperlukan. Bahan yang telah dikarbonisasi akan menyebabkan penguraian pada senyawa organiknyanya sehingga menyusun struktur bahannya yaitu methanol, uap asam asetat, tar, dan hidrokarbon (Surest, Permana, & Wibisono, t.t.).

Daya adsorpsi karbon aktif tergantung pada suhu saat melakukan proses karbonisasi. Semakin tinggi suhu saat proses karbonisasi maka daya adsorpsi

pada karbon aktif akan tinggi dan sebaliknya. Karbonisasi dengan suhu rendah dapat mengakibatkan daya adsorpsi terhalang akibat adanya sebagian kandungan zat *volatile matter* pada karbon aktif yang tidak keluar secara maksimal. Namun tergantung pada bahan dasar yang akan digunakan.

2. Aktivasi

Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring & Sinaga, 2003).

Aktivasi terbagi menjadi 2 yaitu secara kimia dan fisika. Aktivasi secara kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring & Sinaga, 2003). Bahan-bahan yang digunakan untuk aktivasi kimia seperti *kalium hidroksida* (KOH), *asam sulfat* (H_2SO_4), *asam klorida* (HCl), *magnesium klorida* ($MgCl_2$), *natrium klorida* (NaCl) dan lain-lain. Langkah yang dilakukan dalam aktivasi kimia yaitu mencampurkan karbon aktif dengan bahan-bahan kimia pengaktif kemudian dipanaskan.

Aktivasi secara fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan berupa panas, uap, karbondioksida dan nitrogen. Tujuan dari aktivasi secara fisika ini yaitu memperluas struktur permukaan pori dan membuang kandungan zat *volatile matter* pada karbon aktif. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan mengalirkan gas berupa *steam* atau nitrogen kedalam tabung reaktor karbon aktif pada suhu lebih dari 450 °C.

Karbon aktif terbagi menjadi 2 tipe yaitu sebagai pemucat dan penyerap uap (Sembiring & Sinaga, 2003). Karbon aktif sebagai pemucat digunakan untuk memindahkan zat cair yang menyebabkan warna dan bau tidak diinginkan. Sedangkan karbon aktif sebagai penyerap uap digunakan sebagai pemurnian gas. Saat ini jumlah pengguna karbon aktif sebesar hampir 60% berasal dari kalangan industri. Berikut adalah penggunaan karbon aktif dibidang industri pada tabel 2-1:

Tabel 2-1 Penggunaan Karbon Aktif Di Bidang Industri

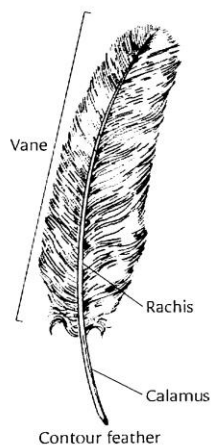
No	Pemakai	Kegunaan
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilang bau dan rasa
2	Minuman ringan	Penghilang warna, bau pada minuman
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah
4	Pembersih air	Penghilang warna, bau penghilang resin
5	Budi daya udang	Pemurnian, penghilang <i>ammonia</i> , <i>netrine phenol</i> dan logam berat
6	Industri gula	Penghilang zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut
8	Pemurnian gas	Menghilangkan <i>sulphur</i> , gas beracun, bau busuk, bau busuk asap
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut <i>vinil chloride</i> , <i>vinil acetat</i>
10	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilang bau

Sumber: (Sembiring & Sinaga, 2003)

2.2.6 Bulu Ayam

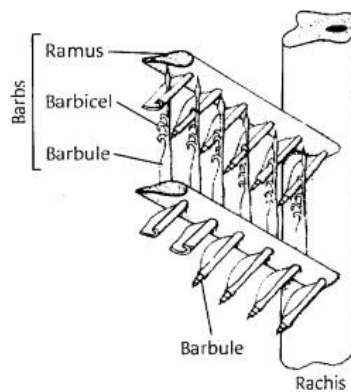
Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah bulu ayam. Bulu ayam digunakan karena mengandung keratin yang terdapat unsur karbon. Didalam keratin terdapat protein yang mengandung 50% karbon (Priambodo, Alhamidi, & Kustiningsih, t.t.).

Secara umum bentuk bulu ayam terbagi menjadi dua bagian yaitu tangkai yang ditumbuhi oleh *vane (rachis)*, dan tangkai bagian dasar (*calamus*). *Vane* tersusun dari *barb* yang saling mengikat pada tiap cabang (*barbule*). Gambar 2-6 merupakan struktur bulu ayam dan gambar 2-7 merupakan struktur *vane*.



Gambar 2-6 Struktur Bulu Ayam

Sumber: (Gill, 1995)



Gambar 2-7 Struktur Vane

Sumber: (Gill, 1995)

Kegunaan bulu ayam sudah banyak digunakan sebagai bahan penelitian. Salah satunya pemanfaatan karbon aktif dari bulu ayam untuk bahan *hydrogen storage* yang diteliti pada tahun 2016 oleh I. Putra, A. Ali Alhamidi, Indar Kustiningsih dan Cahya Sutowo. Bulu ayam digunakan sebagai *hydrogen storage* dikarenakan mengandung keratin yang berfungsi membentuk tabung-tabung didalamnya (Putra dkk., t.t.).

2.2.7 Pengujian Bilangan Iodin (Daya Serap)

Pengujian bilangan Bilangan iodin merupakan pengujian menghitung jumlah mg iodin yang terserap dalam 1 gr karbon aktif. Pengujian iodin dimanfaatkan oleh industri untuk mengetahui adsorpsi iodin pada karbon aktif

(Setianingsih, 2018). Pengujian bilangan iodin berhubungan dengan luas permukaan pada karbon aktif (Anjoko, Dewi, & Malik, 2014). Salah satu metode yang digunakan untuk pengujian bilangan iodin yaitu metode titrasi. Titrasi merupakan metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan. Rumus yang digunakan untuk menentukan bilangan iodin yaitu:

$$\text{Bilangan iodin} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 126,9}{w}, \text{mg/g}$$

Keterangan:

V_1 =Volume awal iodium yang dianalisis (mL)

V_2 =Volume larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (mL)

N =Normalitas iodium

126,9 =Berat atom dari iodium

w =Berat karbon aktif, gr

2.2.8 Penentuan Luas Permukaan Berdasarkan Bilangan Iodin

Luas permukaan digunakan untuk karakterisasi pada karbon aktif yang telah teraktivasi. Luas permukaan berhubungan dengan bilangan iodin yang didapatkan. Semakin besar bilangan iodin yang didapatkan, maka semakin besar luas permukaan yang didapatkan. Dikarenakan luas permukaan setara dengan jumlah yang diserap. Rumus yang digunakan untuk menentukan luas permukaan berdasarkan bilangan iodin yaitu sebagai berikut:

$$S_I = \frac{IN \times 10^{-3}}{M_1} \times N \omega_1$$

Keterangan:

S_I =Luas permukaan spesifik berdasarkan bilangan iodin (m^2/gr)

M_1 =Massa molar iodium (I) = 126,92 gr/mol

IN =Bilangan Iodin (mg/gr)

N =Bilangan Avogadro, $N = 6,023 \times 10^{23}$ 1/mol

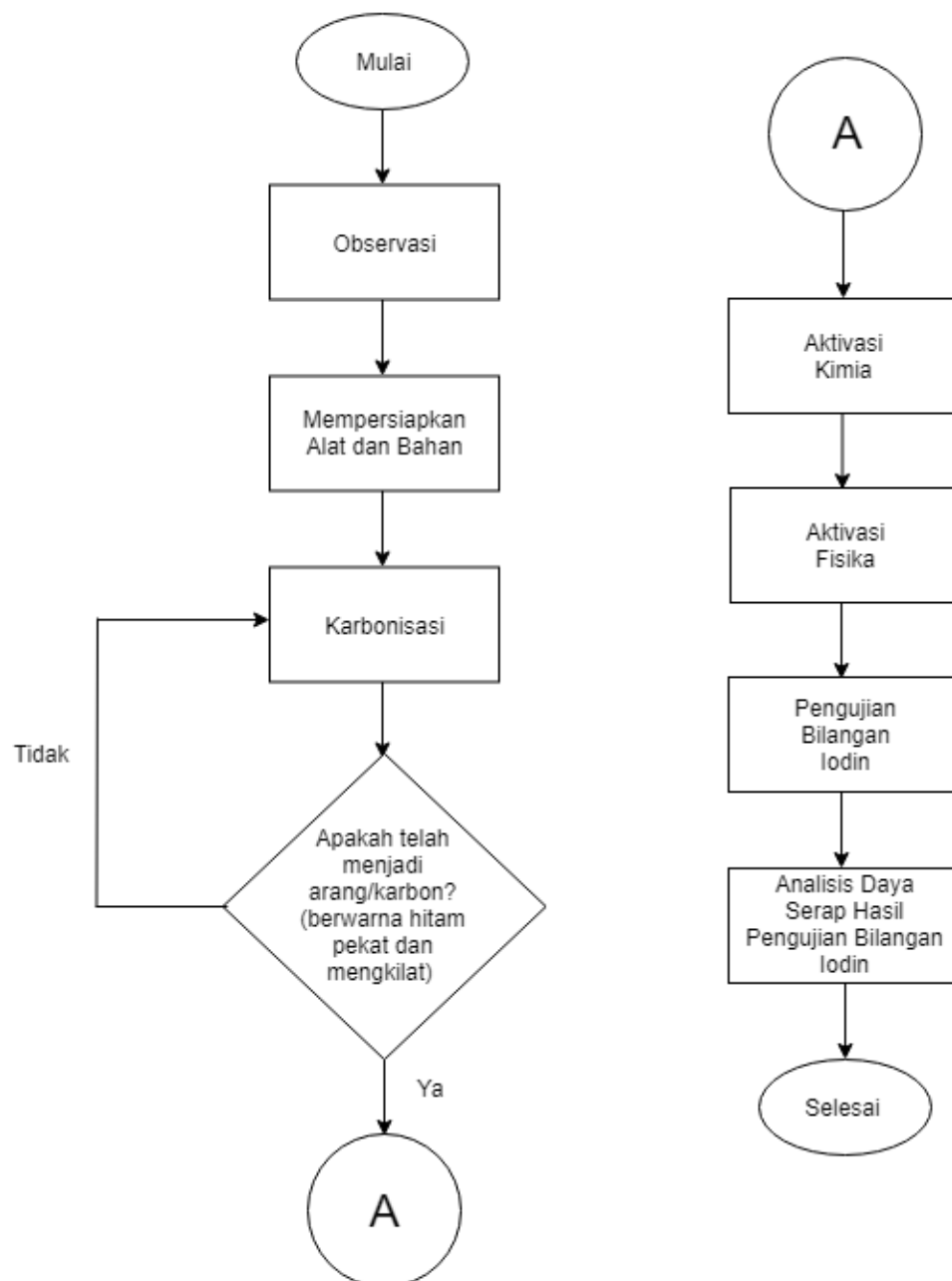
ω_1 =Luas permukaan yang ditempati oleh 1 molekul iodin
 $=0,2096 \times 10^{-18} \text{ m}^2$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian digunakan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian. Gambar 3-1 dibawah ini merupakan *flow chart* penelitian berisikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan selama penelitian.



Gambar 3-1 Flow Chart

3.2 Observasi

Observasi atau pengamatan dilakukan sebelum memulai penelitian untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan selama penelitian. Informasi berupa metode, alat dan bahan serta pengujian diperoleh dari studi literatur. Informasi yang sudah didapatkan akan menjadi acuan dalam melakukan penelitian.

3.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini membutuhkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat karbon aktif dari bulu ayam serta pengujian bilangan iodin.

3.3.1 Alat

Alat yang akan digunakan selama pembuatan karbon aktif dari bulu ayam dan pengujian bilangan iodin yaitu:

1. *Furnace*

Furnace merupakan alat perangkat yang digunakan untuk pemanas suatu bahan. *Furnace* digunakan untuk proses karbonisasi, kemudian digunakan untuk aktivasi fisika dengan suhu 500 °C. *Furnace* yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3-2.



Gambar 3-2 *Furnace*

2. *Temperature Control*

Temperature control merupakan alat pengatur suhu dan waktu pada *furnace* selama proses pemanasan. *Temperature control* sangat diperlukan saat melakukan penelitian, suhu dan waktu yang dibutuhkan dalam *furnace* dapat diatur melalui alat ini. Prinsip kerja alat ini yaitu ketika mencapai suhu yang diinginkan maka durasi waktu yang telah diatur akan berjalan dan akan otomatis berhenti ketika selesai. Contoh suhu yang diinginkan 500 °C pada *furnace* dalam waktu 2 jam. Ketika indikator suhu pada layar *temperature control* menunjukkan 500 °C, maka waktu akan berjalan. Setelah melewati waktu yang diatur maka alat tersebut otomatis menghentikan pemanasan pada *furnace*. *Temperature control* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-3.



Gambar 3-3 *Temperature Control*

3. Reaktor

Reaktor merupakan wadah dimana terjadinya suatu reaksi. Alat ini digunakan sebagai wadah bulu ayam dalam proses karbonisasi, aktivasi fisika dan kimia dalam *furnace*. Reaktor yang digunakan terbuat dari bahan kuningan, dikarenakan tahan terhadap asam dan basa kuat dengan suhu tinggi saat proses aktivasi kimia dan fisika. Reaktor yang digunakan pada gambar 3-4 dibawah ini.



Gambar 3-4 Reaktor

4. Mur dan Baut

Pada penelitian ini, mur dan baut digunakan untuk merapatkan tutup reaktor. Jika tidak tertutup rapat maka ada udara yang akan masuk ke dalam celah tutup reaktor, sehingga proses karbonisasi tidak maksimal. Mur dan baut yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-5.



Gambar 3-5 Mur dan Baut

5. Oven

Oven merupakan alat perkakas yang berfungsi sebagai pemanas atau pengering suatu bahan. Perbedaan oven dengan *furnace* yaitu maksimal suhu pemanasannya. Oven hanya mampu memanaskan bahan dengan suhu maksimal ± 400 °C, sedangkan kemampuan pemanasan *furnace* lebih tinggi yaitu ± 1000 °C. Oven digunakan untuk aktivasi kimia dan pengeringan karbon aktif setelah peredaman dengan larutan KOH. Oven yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-6.



Gambar 3-6 Oven

6. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa dari suatu benda. Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa dari bahan yang dibutuhkan berupa bulu ayam, KOH, serta karbon yang telah jadi untuk diaktivasi secara fisika dan kimia. Ketelitian dari timbangan digital yang digunakan yaitu 0,01 g. Timbangan digital yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-7.



Gambar 3-7 Timbangan Digital

7. Gelas Ukur

Gelas ukur merupakan perkakas yang berfungsi untuk mengukur volume suatu cairan. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume aquades, iodium, dan natrium tiosulfat yang dibutuhkan. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3-8.



Gambar 3-8 Gelas Ukur

8. Erlenmeyer

Erlenmeyer digunakan sebagai wadah suatu larutan yang akan dititrasi. *Erlenmeyer* digunakan sebagai wadah iodium dan karbon aktif yang tercampur dengan iodium yang akan dititrasi dengan natrium tiosulfat dalam pengujian bilangan iodin. *Erlenmeyer* dapat dilihat pada gambar 3-9.



Gambar 3-9 Erlenmeyer

9. Buret

Buret merupakan perkakas yang berfungsi untuk meneteskan larutan yang digunakan dalam titrasi. Buret digunakan untuk meneteskan natrium tiosulfat pada iodium dan karbon aktif yang tercampur dengan iodium dalam pengujian bilangan iodin. Buret ini juga berfungsi untuk mengetahui volume natrium tiosulfat yang dibutuhkan untuk mengubah iodium dan karbon aktif yang

tercampur dengan iodium hingga titik akhir reaksi (berubah warna). Buret yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-10.



Gambar 3-10 Buret

10. Pengaduk Magnetik

Pengaduk magnetik merupakan alat pengaduk otomatis dengan menggunakan putaran medan magnet untuk memutar *stir bars* yang direndam didalam cairan. Alat ini digunakan untuk mengaduk karbon aktif dengan iodium selama 15 menit sebelum dititrasi menggunakan natrium tiosulfat saat pengujian bilangan iodin. Pengaduk magnetik yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-11.



Gambar 3-11 Pengaduk Magnetik

3.3.2 Bahan

Berikut merupakan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan karbon aktif dari bulu ayam dan pengujian bilangan iodin:

1. Bulu Ayam

Bulu ayam digunakan sebagai bahan dasar utama untuk pembuatan karbon aktif dikarenakan mengandung keratin yang berfungsi membentuk tabung-tabung kuat didalamnya. Bulu ayam yang akan digunakan sebagai bahan dasar utama pembuatan karbon aktif dapat dilihat pada gambar 3-12.



Gambar 3-12 Bulu Ayam

2. Nitrogen

Pada penelitian ini, nitrogen digunakan untuk proses karbonisasi dan aktivasi fisika. Nitrogen berfungsi untuk menjaga suhu reaktor serta mencegah produksi tar yang menutupi struktur pori karbon aktif pada saat karbonisasi. Nitrogen juga berfungsi membuang KOH yang masih tersisa dalam karbon aktif pada saat aktivasi fisika. Nitrogen yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-13.



Gambar 3-13 Nitrogen

3. Kalium Hidroksida (KOH)

Kalium hidroksida (KOH) merupakan basa kuat yang digunakan untuk aktivasi kimia pada penelitian ini. KOH bersifat korosif, sehingga mampu membentuk serta memperbesar struktur pori pada karbon aktif. KOH dapat dilihat pada gambar 3-14.



Gambar 3-14 Kalium Hidroksida (KOH)

4. Aquades

Aquades merupakan air murni hasil destilasi/penyulingan tanpa ada kandungan mineral apapun. Pada penelitian ini, aquades digunakan untuk membuat larutan KOH dan mencuci karbon setelah aktivasi kimia. Aquades yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-15.



Gambar 3-15 Aquades

5. Iodium 0,1 N.

Iodium digunakan untuk pengujian bilangan iodin. Iodium dan campuran karbon aktif iodium akan dititrasi dengan natrium tiosulfat hingga titik akhir (berubah warna). Konsentrasi larutan iodium yang dibutuhkan yaitu 0,1 N. Iodium 0,1 N yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3-16.



Gambar 3-16 Iodium 0,1 N

6. Natrium Tiosulfat 0,1 N.

Natrium tiosulfat digunakan untuk pengujian bilangan iodin. Natrium tiosulfat akan mentitrasi iodium dan campuran karbon aktif iodium hingga titik akhir (berubah warna). Konsentrasi larutan natrium tiosulfat yang dibutuhkan yaitu 0,1 N. Natrium tiosulfat 0,1 N yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3-17 Natrium Tiosulfat 0,1 N

3.4 Pembuatan Reaktor

Terdapat permasalahan terhadap reaktor yang akan digunakan selama penelitian. Material dasar pada reaktor yang tersedia di Laboratorium Penelitian Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yaitu terbuat dari *stainless steel*. Bahan tersebut ketika digunakan saat aktivasi fisika akan berdampak pada sisi bagian dalam reaktor. Kandungan basa kuat pada karbon aktif hasil aktivasi kimia ketika

dipanaskan dengan suhu 500 °C saat aktivasi fisika akan berpotensi merusak sisi bagian dalam reaktor, dikarenakan bahan tersebut tidak tahan basa kuat dengan pemanasan suhu yang tinggi.

Oleh karena itu, dilakukan observasi terhadap bahan yang tahan terhadap basa kuat dan suhu yang tinggi yaitu terdapat pada kuningan. Pembuatan reaktor berbahan kuningan dilakukan dengan dimensi yang serupa dengan reaktor yang tersedia di Laboratorium Penelitian Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia. Pembuatan reaktor berbahan kuningan dilakukan oleh pihak ketiga yaitu kerajinan kuningan Sotta Metal Art Work yang bertempat di Kotagede, Yogyakarta. Reaktor berbahan kuningan yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3-18.



Gambar 3-18 Reaktor Berbahan Kuningan

3.5 Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif bulu ayam dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia. Pembuatan karbon aktif dari bulu ayam menggunakan tiga tahapan yaitu karbonisasi, aktivasi kimia dan aktivasi fisika.

1. Karbonisasi

Langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang 20 gr bulu ayam. Kapasitas reaktor hanya mampu menampung sebanyak 20 gr bulu ayam. Kemudian 20 gr bulu ayam dimasukkan kedalam reaktor. Tutup rapat reaktor dengan menggunakan mur dan baut. Masukkan reaktor ke dalam *furnace* dan sambungkan selang aliran nitrogen ke pipa besi bawah pada reaktor. Atur suhu

400 °C dan waktu 2 jam pada *temperature control*. Saat suhu 100 °C buka katup pada tabung nitrogen sebesar 0,1 L/min untuk dialirkan ke reaktor. Nitrogen berfungsi untuk menjaga suhu dalam reaktor dan membuang zat *vollatile matter* yang terkandung dalam bulu ayam serta mencegah adanya produksi tar. Setelah 2 jam, diamkan reaktor selama 30 menit dengan tetap mengalirkan nitrogen hingga ke suhu ruangan. Bukalah reaktor dan keluarkan karbon yang telah jadi. Gambar 3-18 merupakan 20 gr bulu ayam yang akan digunakan dan gambar 3-19 merupakan proses karbonisasi.



Gambar 3-19 20 gr Bulu Ayam



Gambar 3-20 Karbonisasi

2. Aktivasi Kimia

Setelah proses karbonisasi, karbon yang telah jadi akan diaktivasi secara kimia. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat larutan KOH dengan konsentrasi 1 M dan 3 M. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ichsan Priambodo, Ali Alhamidi, dan Indar Kustiningsih dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH, Waktu Tahan dan Temperatur Aktivasi

Kimia Pada Pembuatan Karbon Aktif dari Bulu Ayam Untuk Pengembangan *Hydrogen Storage*” luas permukaan tertinggi didapatkan dengan menggunakan konsentrasi KOH 1 M dan 3 M. Diketahui bahwa luas permukaan merupakan faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif. Cara membuat konsentrasi 1 M yaitu campurkan 8,4 gr KOH dengan 150 mL aquades sedangkan untuk membuat konsentrasi 3 M, campurkan 25,2 gr KOH dengan 150 mL aquades. Kemudian masukkan 5 gr karbon masing-masing ke dalam larutan KOH 1 M dan 3 M. Masukkan 2 sample tersebut ke dalam oven. Panaskan 2 sample tersebut dengan suhu 90 °C selama 1 jam. Setelah waktu pemanasan selesai, saring 2 sample tersebut hingga tersisa karbon aktif yang telah jadi. Cuci karbon aktif tersebut dengan aquades selama 3 kali untuk mengurangi KOH yang masih tersisa. Keringkan karbon aktif ke dalam oven dengan suhu 100 °C selama 4 jam hingga kering. Gambar 3-20 merupakan campuran karbon aktif dan larutan KOH.



Gambar 3-21 Campuran Karbon Aktif dan Larutan KOH

3. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika dilakukan untuk memaksimalkan luas permukaan pori pada karbon aktif. Karbon aktif hasil aktivasi kimia setelah dikeringkan, masukkan ke dalam reaktor kemudian tutup rapat menggunakan mur dan baut. Sambungkan selang aliran nitrogen ke pipa besi bawah pada reaktor. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irmansyah Putra (2016), A. Ali Alhamidi (2016),

Indar Kustiningsih (2016), dan Cahya Sutowo (2016) dalam jurnal yang berjudul “Rekayasa Karbon Aktif dari Bulu Ayam Untuk Bahan *Hydrogen Storage*” luas permukaan karbon aktif terbesar dengan menggunakan suhu 500 °C selama 1 jam. Atur suhu 500 °C dan waktu selama 1 jam pada *temperature control*. Buka katup tabung nitrogen sebesar 0,1 L/min pada saat suhu 100 °C. Suhu 500 °C serta pengaliran nitrogen berfungsi untuk mengeluarkan zat *volatile matter* dan KOH yang masih tersisa pada karbon aktif dan menjaga kestabilan suhu reaktor. Setelah 1 jam diamkan reaktor hingga ke suhu ruangan. Buka reaktor dan keluarkan karbon aktif yang telah diaktivasi secara fisika.

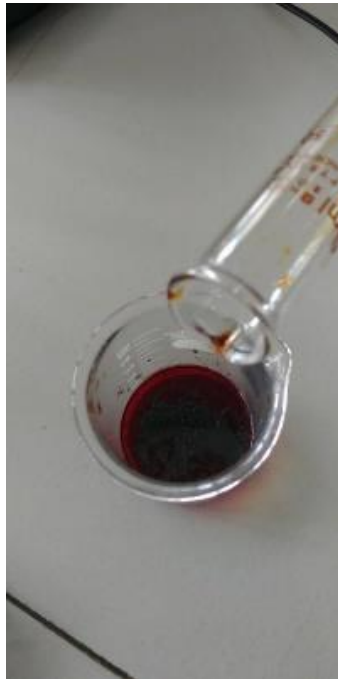
3.6 Pengujian Karbon Aktif

Pengujian dilakukan setelah proses pembuatan karbon aktif dari bulu ayam. Namun, untuk menjadi sebuah bahan alternatif *hydrogen storage* maka karbon aktif perlu dilakukan pengujian daya serap yaitu menggunakan bilangan iodin. Dibawah ini merupakan langkah-langkah untuk pengujian bilangan iodin.

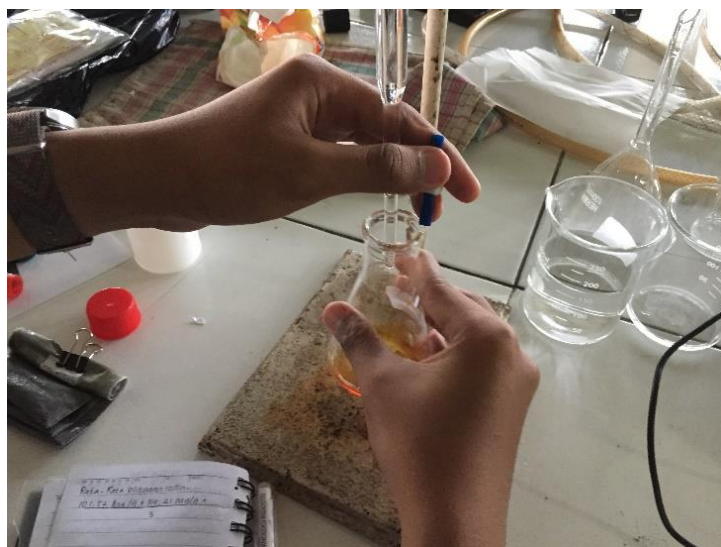
1. Pengujian Bilangan Iodin

Pengujian bilangan iodin dilakukan di Laboratorium Pengantar Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia. Besarnya hasil bilangan iodin berhubungan dengan luas permukaan pori pada karbon aktif. Langkah-langkah untuk pengujian bilangan iodin yaitu timbang 0,1 gr karbon aktif dan campurkan dengan 10 mL larutan iodium 0,1 N kemudian aduk selama 15 menit menggunakan pengaduk magnetik. Titrasi terlebih dahulu 10 mL iodium dengan natrium tiosulfat hingga titik akhir iodium (berubah warna). V1 pada persamaan bilangan iodin didapatkan dari volume natrium tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi iodium hingga ke titik akhir (berubah warna). Setelah 15 menit, ambil 5 mL campuran karbon aktif dan iodium. Titrasi 5 mL campuran karbon aktif dan iodium dengan natrium tiosulfat. V2 pada persamaan bilangan iodin didapatkan dari volume yang dibutuhkan untuk titrasi campuran karbon aktif dan iodium hingga ke titik akhir (berubah warna). Kemudian masukkan data V1 dan V2 kedalam persamaan bilangan iodin pada bab 2 untuk mendapatkan hasilnya. Lakukan percobaan tersebut selama 3 kali pada V2.

Gambar 3-21 merupakan campuran karbon aktif dan iodium, gambar 3-22 merupakan proses titrasi.



Gambar 3-22 Campuran Karbon Aktif dan Iodium



Gambar 3-23 Proses Titrasi

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Gambar 4-1 merupakan arang hasil karbonisasi dari penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 4-1 Arang Hasil Karbonisasi

Setelah melalui proses karbonisasi, arang diaktivasi secara kimia dan hasil karbon aktif setelah teraktivasi secara kimia dapat dilihat pada gambar 4-2.



Gambar 4-2 Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia

Proses terakhir setelah melakukan aktivasi secara kimia, karbon aktif diaktivasi secara fisika untuk memaksimalkan daya serap. Gambar 4-3 merupakan karbon aktif hasil aktivasi fisika.



Gambar 4-3 Karbon Aktif Hasil Aktivasi Fisika

4.2 Analisis Hasil Karbon Aktif

Karbon aktif yang telah dibuat terdapat perbedaan dari *yield* yang dihasilkan pada tiap proses pembuatan. *Yield* merupakan persentase output yang didapatkan dari input. Tabel 4-1 merupakan *yield* arang pada karbonisasi.

Tabel 4-1 *Yield* Arang Hasil Karbonisasi

Sample	Massa Bulu Ayam (gr)	Massa Arang (gr)	Massa Yang Hilang (gr)	<i>Yield</i> Arang (%)
Sample I	20	7.3	12.7	36.5
Sample II	20	5.9	14.1	29.5
Rata-rata				33

Diketahui pada table 4-1 rata-rata *yield* arang dari bulu ayam yaitu 33% dengan pemanasan menggunakan suhu 400 °C selama 2 jam. Hasil ini menandakan karbonisasi dapat mengurangi kandungan zat *volatile matter* dan meningkatkan kadar karbon pada bulu ayam. Zat *volatile matter* atau zat terbang seperti air, gas hidrogen, metana, karbondioksida akan menguap ketika dipanaskan dengan suhu 400 °C dengan bantuan dorongan gas nitrogen yang digunakan saat proses karbonisasi. Dampak zat *volatile matter* pada arang yaitu menutupi permukaan pori

sehingga dapat menurunkan daya serap. Nitrogen juga berfungsi untuk mencegah adanya produksi tar saat karbonisasi berlangsung, sehingga tidak menutupi struktur pori pada arang. *Yield* didapatkan dengan rumus berikut:

$$Yield = \frac{Massa\ Output}{Massa\ Input} \times 100\%$$

Kemudian saat aktivasi kimia terdapat perbedaan terhadap *yield* arang. *Yield* karbon aktif hasil aktivasi kimia berbeda dengan arang. *Yield* karbon aktif merupakan persentase output arang yang telah diaktivasi kimia sehingga menjadi karbon aktif dari output arang yang telah diproses. Tabel 4-2 merupakan *yield* karbon aktif yang dihasilkan.

Tabel 4-2 *Yield* Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia

Sample	Massa Arang (gr)	Massa Karbon Aktif (gr)	Massa Yang Hilang (gr)	<i>Yield</i> Karbon Aktif (%)
Sample I Nitrogen+KOH 1 M	5	3,7	1.3	74
Sample II Nitrogen+KOH 3 M	5	3,2	1.8	64

Diketahui pada tabel 4-2, sample II Nitrogen+KOH 3 M memiliki jumlah massa yang hilang yaitu sekitar 1.8 gr lebih banyak jika dibandingkan dengan sample I Nitrogen+KOH 1 M. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi larutan yang digunakan yaitu KOH 3 M. KOH merupakan basa kuat yang bersifat mendehidrasi, sehingga zat *volatile matter* yang masih ada dalam arang akan terkikis perlahan dan perolehan struktur pori pada karbon aktif lebih baik serta memaksimalkan daya serap. Proses pemanasan suhu 90 °C selama 1 jam, penyucian karbon aktif dengan aquades serta pengeringan dengan oven suhu 100 °C selama 4 jam juga membantu menghilangkan kadar zat *volatile matter* dan KOH yang masih ada.

Setelah aktivasi kimia, hasil massa karbon aktif tersebut akan diaktivasi secara fisika. *Yield* karbon aktif hasil aktivasi fisika dapat dilihat pada tabel 4-3.

Tabel 4-3 Yield Karbon Aktif Aktivasi Fisika

Sample	Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia (gr)	Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Fisika(gr)	Massa Yang Hilang (gr)	Yield Karbon Aktif (%)
Sample I Nitrogen+KOH 1 M	3.7	2,8	0.9	75.6
Sample II Nitrogen+KOH 3 M	3.2	2.7	0.5	84

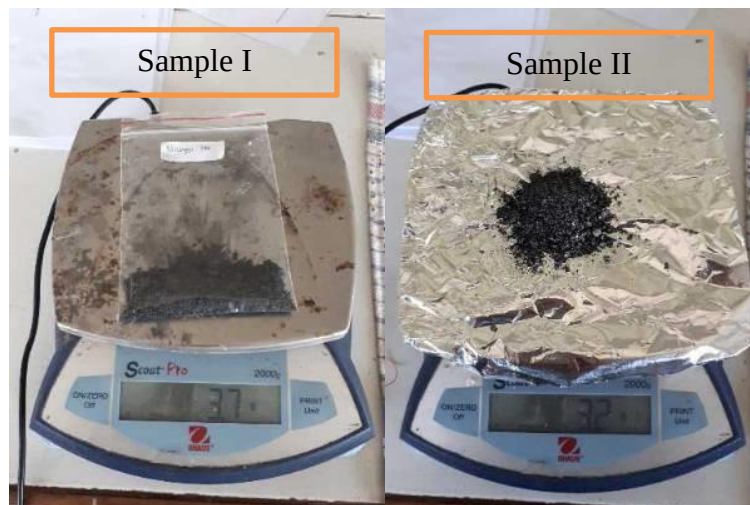
Menurut tabel 4-3 massa yang hilang terbanyak terdapat pada sample I Nitrogen+KOH 1M yaitu sebesar 0.9 gr. Hal ini dikarenakan sample I masih mengandung zat *volatile matter* dan larutan KOH setelah aktivasi kimia. Konsentrasi larutan KOH sebesar 1 M pada sample I tidak memaksimalkan pengeluaran zat *volatile matter* dari arang hasil karbonisasi saat aktivasi kimia. Sehingga saat aktivasi fisika pada pemanasan suhu 500 °C selama 1 jam, sample I mengeluarkan massa berupa zat *volatile matter* dan larutan KOH yang masih terkandung dalam karbon aktif hasil aktivasi kimia. Hal ini dikatakan tidak bagus untuk daya serap pada karbon aktif dikarenakan daya serap terbesar terdapat saat aktivasi kimia. Konsentrasi larutan KOH 1 M tidak mengikis dan mengeluarkan zat *volatile matter* secara maksimal saat aktivasi kimia.

Diketahui bahwa, pada sample II pengeluaran zat *volatile matter* secara maksimal menggunakan konsentrasi larutan KOH 3 M saat aktivasi kimia, sehingga saat aktivasi fisika massa yang hilang lebih sedikit dibanding sample I. Kandungan larutan KOH sample II lebih banyak dibandingkan dengan sample I sedangkan zat *volatile matter* sample I lebih banyak dibandingkan sample II. Jadi saat aktivasi fisika hanya mengeluarkan kandungan KOH yang masih tersisa dari aktivasi kimia pada sample II. Gambar 4-4 merupakan massa arang hasil

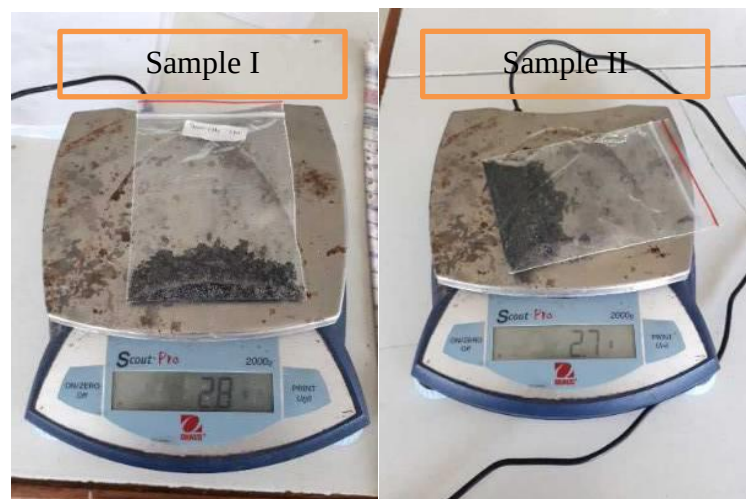
karbonisasi, gambar 4-5 massa karbon aktif hasil aktivasi kimia dan gambar 4-6 massa karbon aktif hasil aktivasi fisika.



Gambar 4-4 Massa Arang Hasil Karbonisasi



Gambar 4-5 Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Kimia



Gambar 4-6 Massa Karbon Aktif Hasil Aktivasi Fisika

4.3 Analisis Hasil Pengujian Bilangan Iodin (Daya Serap)

Pengujian bilangan iodine dilakukan untuk mendapatkan nilai daya serap pada karbon aktif dari bulu ayam. Setelah membuat karbon aktif dari bulu ayam, pengujian bilangan iodine dilakukan untuk mengetahui daya serap pada karbon aktif.

1. Sample I Nitrogen+KOH 1 M

Tabel 4-4 merupakan hasil bilangan iodine sample I Nitrogen+KOH 1 M yang dilakukan selama 3 kali pengujian sebagai berikut:

Tabel 4-4 Hasil Pengujian Bilangan Iodin Sample I Nitrogen+KOH 1 M

No	Pengujian	Bilangan Iodin (mg/gr)
1	Pengujian I	634,5
2	Pengujian II	647,9
3	Pengujian III	634,5
Rata-Rata		638,96

Berbasarkan hasil bilangan iodine sesuai tabel 4-4, dapat digunakan rumus bilangan iodine sebagai berikut:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 126,9}{w}, mg/gr$$

Berikut data-data hasil pengujian sample I Nitrogen+KOH 1 M yang digunakan untuk mencari bilangan iodine.

Diketahui

V1 : 8,5 mL N : 0,1 N

V2 Pengujian I : 3,5 mL w : 0,1 gr

V2 Pengujian II : 3,4 mL

V2 Pengujian III : 3,5 mL

Pengujian I:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5 - 3,5) \cdot 0,1 \cdot 126,9}{0,1}, mg/gr$$

Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian I sebesar 634,5 mg/gr .

Pengujian II:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5-3,4).0,1.126,9}{0,1}, mg/gr$$

Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian II sebesar 647,9 *mg/gr*.

Pengujian III:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5-3,5).0,1.126,9}{0,1}, mg/gr$$

Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian III sebesar 634,5 *mg/gr*.

2. Sample II Nitrogen+KOH 3 M

Tabel 4-5 merupakan hasil bilangan iodin pada sample II Nitrogen+KOH 3 M dengan 3 kali pengujian yang dilakukan.

Tabel 4-5 Hasil Pengujian Bilangan Iodin Sample II Nitrogen+KOH 3 M

No	Pengujian	Bilangan Iodin (<i>mg/g</i>)
1	Pengujian I	659,88
2	Pengujian II	685,26
3	Pengujian III	736,02
Rata-Rata		693.72

Berikut data-data hasil pengujian sample II Nitrogen+KOH 3 M yang digunakan untuk mencari bilangan iodin.

Diketahui

V1 : 8,5 mL N : 0,1 N

V2 Pengujian I : 3,3 mL w : 0,1 gr

V2 Pengujian II : 3,1 mL

V2 Pengujian III : 2,7 mL

Pengujian I:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5-3,3).0,1.126,9}{0,1}, mg/gr$$

Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian I sebesar 695,88 *mg/gr*.

Pengujian II:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5-3,1) \cdot 0,1 \cdot 126,9}{0,1}, \text{mg/gr}$$

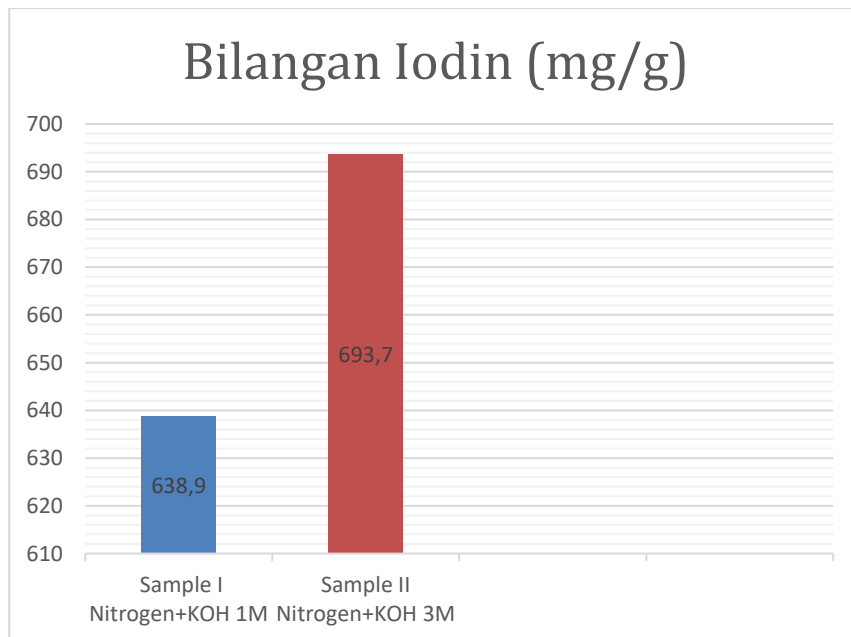
Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian II sebesar 685,26 mg/gr .

Pengujian III:

$$\text{Bilangan Iodin} : \frac{(8,5-3,3) \cdot 0,1 \cdot 126,9}{0,1}, \text{mg/gr}$$

Didapatkan daya serap yang dihasilkan pada pengujian III sebesar 736,02 mg/gr .

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dan tabel 4.5, terdapat perbedaan hasil antara 2 sample. Sample I Nitrogen+KOH 1 M mendapatkan hasil bilangan iodin sebesar 638,93 mg/g sedangkan sample II Nitrogen+KOH 3 M mendapatkan hasil yang lebih besar yaitu 693,72 mg/g . Maka dapat disimpulkan bahwa sample II memiliki daya serap yang lebih baik jika dibandingkan dengan sample I. Semakin besar bilangan iodin, semakin besar daya serap karbon aktif yang akan digunakan. Diketahui bahwa ukuran molekul pada iodium lebih besar jika dibandingkan dengan hidrogen, sehingga jika mampu menyerap iodium maka mampu menyerap hidrogen. Gambar 4-1 merupakan grafik perbandingan bilangan iodin antara sample I dan II.



Gambar 4-7 Grafik Perbandingan Hasil Bilangan Iodin Sample I Dan II

Sample II Nitrogen+KOH 3 M memiliki bilangan iodin tertinggi disebabkan konsentrasi KOH yang digunakan. KOH merupakan basa kuat dan bersifat mendehidrasi sehingga mampu mengikis permukaan karbon dan membentuk struktur pori serta mengeluarkan zat *volatile matter* secara maksimal. Konsentrasi KOH pada sample II lebih besar daripada sample I dengan perbandingan 1:3. Perbedaan perlakuan aktivasi antara sample I dan II hanya terdapat pada aktivasi kimia. Besarnya konsentrasi KOH yang digunakan berpengaruh terhadap daya serap yang dihasilkan. Namun jika penggunaan konsentrasi KOH terlalu tinggi saat aktivasi kimia, maka akan merusak permukaan struktur pori pada karbon aktif dan menurunkan daya serap.

Kemudian suhu serta durasi yang digunakan saat karbonisasi juga berperan terhadap pembuangan zat *volatile matter* pada bulu ayam. Aktivasi fisika juga berperan memaksimalkan daya serap pada karbon aktif hasil aktivasi kimia dikarenakan membuang zat *volatile matter* dan larutan KOH yang masih tersisa. Jika tidak melakukan salah satu aktivasi maka akan mempegaruhi daya serap dan kemungkinan nilai bilangan iodin juga lebih kecil dibandingkan hasil yang sudah didapatkan.

4.4 Analisis Luas Permukaan Berdasarkan Bilangan Iodin

Setelah mendapatkan hasil daya serap dari pengujian bilangan iodin, maka dapat dilakukan perhitungan luas permukaan berdasarkan bilangan iodin. Berikut adalah hasil perhitungan luas permukaan berdasarkan bilangan iodin pada sample 1 Nitrogen+KOH 1M dan sample 2 Nitrogen+KOH 3M.

1. Sample I Nitrogen+KOH 1 M

$$S_I = \frac{IN \times 10^{-3}}{M_1} \times N \omega_1$$

$$S_I = \frac{638,96 \text{ mg/gr} \times 10^{-3}}{126,92 \text{ gr/mol}} \times 6.023 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \times 0,2096 \times 10^{-18} \text{ m}^2$$

$$S_I = 635,54 \text{ m}^2/\text{gr}$$

Didapatkan hasil luas permukaan pada sample I Nitrogen+KOH 1 M yaitu 635,54 m²/gr.

2. Sample II Nitrogen+KOH 3 M

$$S_I = \frac{693,72 \text{ mg/gr} \times 10^{-3}}{126,92 \text{ gr/mol}} \times 6.023 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \times 0,2096 \times 10^{-18} \text{ m}^2$$

$$S_I = 690,01 \text{ m}^2/\text{gr}$$

Didapatkan hasil luas permukaan pada sample II Nitrogen+KOH 3 M yaitu 690,01 m²/gr.

Diketahui bahwa terdapat perbedaan terhadap luas permukaan sample I Nitrogen+KOH 1 M dengan sample II Nitrogen+KOH 3 M. Luas permukaan terbesar terdapat pada sample II Nitrogen+KOH 3 M yaitu sebesar 690,01 m²/gr. Luas permukaan yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan hasil bilangan iodin. Hal ini dikarenakan luas permukaan pada tiap sample itu kurang lebih sebanding dengan jumlah iodin yang diserap.

4.5 Analisis Perbandingan dengan Bahan Lain

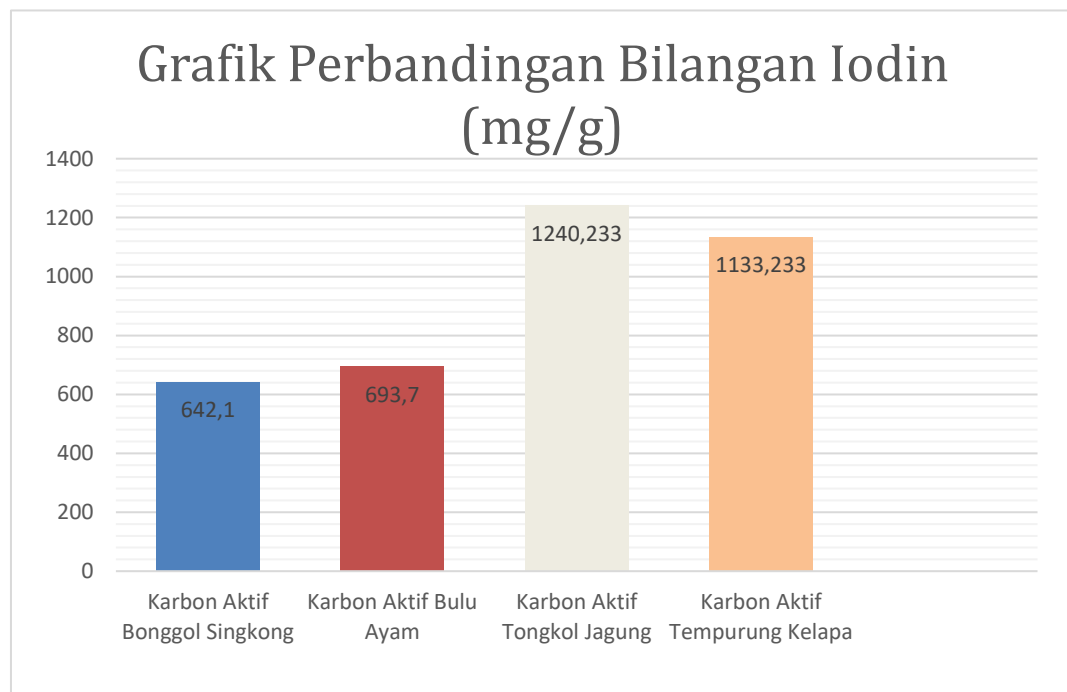
Setelah melakukan pengujian bilangan iodin, didapatkan hasil bilangan iodin tertinggi pada karbon aktif bulu ayam yaitu 693,7 mg/g dengan perlakuan karbonisasi suhu 400 °C selama 2 jam, aktivasi kimia menggunakan larutan konsentrasi KOH sebesar 3 M suhu pemanasan 90 °C selama 1 jam dan aktivasi fisika suhu 500 °C selama 1 jam. Untuk mengetahui kelebihan karbon aktif dari bulu ayam perlu dilakukan perbandingan dengan bahan lain. Terdapat 3 bahan yang akan dibandingkan dengan hasil yang telah dilakukan pada penelitian ini.

Bahan pertama yaitu karbon aktif bonggol singkong penelitian yang dilakukan oleh Mandiri Putra Betan dalam skripsi berjudul “Pengaruh Aktivasi Terhadap Kualitas Arang Aktif dari Bonggol Singkong Menggunakan Aktivator Kalium Hidroksida (KOH)” Bilangan iodin tertinggi yang didapatkan yaitu 642,10 mg/g (Betan, 2018).

Bahan kedua yaitu karbon aktif tongkol jagung dari penelitian yang dilakukan oleh Lela Mukmillah Yuningsih, Dikdik Mulyadi, A. Jaka Kurnia dalam jurnal berjudul “Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin”. Bilangan iodin tertinggi yang didapatkan yaitu 1240.233 mg/g (Yuningsih, Mulyadi, & Kurnia, 2016).

Bahan ketiga yaitu karbon aktif tempurung kelapa dari penelitian yang dilakukan oleh Lela Mukmillah Yuningsih, Dikdik Mulyadi, A. Jaka Kurnia dalam jurnal berjudul “Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin”. Bilangan iodin tertinggi yang didapatkan yaitu 1133.233 mg/g (Yuningsih dkk., 2016).

Gambar 4-2 merupakan grafik perbandingan bilangan iodin dari karbon aktif bulu ayam dengan bahan lain.



Gambar 4-8 Grafik Perbandingan Bilangan Iodin Bulu Ayam dengan Bahan Lain

Berdasarkan gambar 4-2 dapat dilihat bahwa karbon aktif bulu ayam memiliki daya serap lebih rendah jika dibandingkan dengan karbon aktif tongkol jagung dan tempurung kelapa namun lebih tinggi dari pada karbon aktif bonggol singkong. Hal ini diduga saat karbonisasi, bulu ayam dimasukkan secara utuh

bersama *rachis* dan *vane*. *Rachis* memiliki struktur permukaan lebih keras dan padat jika dibandingkan dengan *vane*. Sedangkan struktur pori pada *vane* lebih baik dibandingkan dengan *rachis* karena adanya *barbs* yang saling mengikat dengan cabang lain. Perlakuan pada *rachis* yang memiliki struktur permukaan lebih keras yaitu menggunakan suhu lebih tinggi dan waktu lebih lama dibandingkan dengan *vane*. Sehingga, saat karbonisasi, aktivasi kimia dan fisika struktur pori pada *rachis* belum terbentuk secara maksimal dan struktur pori pada *vane* sudah terbentuk secara maksimal. Kemudian saat pengujian bilangan iodin diduga penyerapan maksimal terdapat pada *vane* dan tidak maksimal pada *rachis*. Namun jika meningkatkan suhu saat karbonisasi, aktivasi dan durasi lebih lama hanya untuk membentuk struktur pori pada *rachis*, maka akan berpotensi merusak struktur pori pada *vane* dan berpotensi menurunkan daya serap pada karbon aktif bulu ayam serta lebih boros energi dibandingkan dengan metode yang sudah dilakukan pada penelitian ini. Oleh karena itu, jika menggunakan *vane* saja sebagai bahan dasar karbon aktif bulu ayam, maka berpotensi menghasilkan daya serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan karbon aktif tongkol jagung dan tempurung kelapa.

Kelebihan karbon aktif bulu ayam dibandingkan dengan karbon aktif bonggol singkong, tempurung kelapa dan tongkol jagung yaitu lebih hemat energi karena hanya membutuhkan perlakuan energi yang lebih rendah. Namun terdapat kekurangan pada penelitian ini yaitu:

1. Variasi suhu dan durasi saat proses karbonisasi, aktivasi kimia, fisika yang minim sehingga data yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Kemungkinan jika memvariasikan suhu, konsentrasi larutan KOH dan waktu lebih lama akan mendapatkan daya serap lebih tinggi. Namun tidak melebihi suhu 600 °C dan konsentrasi KOH tidak berlebihan.
2. Tidak melakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada kedua sample, sehingga tidak dapat melihat morfologi perbedaan struktur pori pada sample I dan sample II.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat kesimpulan yang diambil. Berikut kesimpulan yang didapatkan:

1. Metode yang digunakan untuk menghasilkan karbon aktif bulu ayam yaitu karbonisasi suhu 400 °C selama 2 jam disertai pengaliran nitrogen, aktivasi kimia menggunakan konsentrasi larutan KOH dengan pemanasan dalam oven 90 °C selama 1 jam, penyucian dengan aquades dan pengeringan dengan suhu 100 °C selama 4 jam serta aktivasi fisika 500 °C selama 1 jam disertai pengaliran nitrogen.
2. Didapatkan hasil terbesar pada karbon aktif bulu ayam sample II Nitrogen+KOH 3 M dengan bilangan iodin sebesar 693,72 *mg/g*, luas permukaan sebesar 690,01 m²/gr dan nilai *yield* karbon aktif lebih besar dari sample I Nitrogen+KOH 1 M. Besarnya konsentrasi larutan konsentrasi KOH sangat mempengaruhi hasil daya serap pada karbon aktif dari bulu ayam.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran dari peneliti untuk melakukan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan variasi suhu dan waktu saat karbonisasi dan aktivasi fisika serta penggunaan konsentrasi larutan KOH saat aktivasi kimia. Namun tidak melebihi suhu 600 °C.
2. Memisahkan *rachis* terlebih dahulu dan menggunakan *vane* sebagai bahan dasar karbon aktif untuk mendapatkan daya serap yang lebih baik.
3. Melakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk melihat bentuk perbedaan morfologi struktur pori pada karbon aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjoko, H., Dewi, R., & Malik, U. (2014). Karakterisasi Semi Kokas dan Analisa Bilangan Iodin Pada Pembuatan Karbon Aktif Tanah Gambut Menggunakan Aktivasi H₂O, *1*(2), 7.
- Arfan, Y. (2006). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Betan, M. P. (2018). Pengaruh Waktu Aktivasi Terhadap Kualitas Arang Aktif dari Bonggol Singkong Menggunakan Aktivator Kalium Hidroksida. Samarinda: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.
- Chodijah, S. (2011). Pemanfaatan Arang Batok Kelapa dan Batubara Sebagai Karbon Aktif untuk Material Penyimpanan Hidrogen.
- Gill, F. B. (1995). *Ornithology*. W. H. Freeman.
- Ibrahim, Martin, A., & Nasruddin. (2014). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkang Sawit dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan *Rotary Autoclave*. *Jom FTEKNIK*, *1*(2), 11.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif, *11*(2), 16.
- Mario, I. (2012). Analisa Kapasitas Penyerapan Hidrogen pada Karbon Aktif Berbahan Dasar Batok Kelapa Granular dengan Pendekatan Persamaan Adsorpsi Isotermal (hlm. 72).
- Matari, T. (2011). Perlakuan Mekanokimia Kering Pada Karbon Aktif Arang Batok Untuk Media Penyimpan Hidrogen (hlm. 61).

- Priambodo, I., Alhamidi, A., & Kustiningsih, I. (t.t.). Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH, Waktu Tahan dan Temperatur Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Karbon Aktif Dari Bulu Ayam Untuk Pengembangan Hidrogen Storage, 10.
- Putra, I., Alhamidi, A. A., Kustiningsih, I., & Sutowo, C. (t.t.). Rekayasa Karbon Aktif Dari Bulu Ayam Untuk Bahan Hydrogen Storage, 10.
- Sembiring, M. T., & Sinaga, T. S. (2003). Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya), 9.
- Surest, A. H., Permana, I., & Wibisono, R. G. (t.t.). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang, 11.
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., & Kurnia, A. J. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 30–34.
<https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3091>
<https://www.picsbud.com/images/activated-carbon-adsorption-mesopore-1a.html>. (t.thn.).