

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Perbandingan karbon aktif tempurung nipah dan karbon aktif kulit pisang kepok teraktivasi kalium hidroksida bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif tempurung nipah dan karbon aktif kulit pisang kepok yang diaktivasi dengan kalium hidroksida. Hasil dari penelitian ini pada karakterisasi AC tempurung nipah yaitu kadar air 1%, kadar abu 9,9%, daya serap iodin 1.307 mg/g dan karakteristik AC kulit pisang kepok dengan kadar air 3%, kadar abu 7,4% dan daya serap iodin 1.777 mg/g (Fadlilah, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menjerap gas H_2S menggunakan karbon aktif tempurung nipah teraktivasi natrium hidroksida dengan analisis gas H_2S menggunakan titrasi iodometri. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kemampuan dalam menjerap gas H_2S dengan penurunan konsentrasi sebesar 33,497 ppm (71,15%), 33,452 ppm (71,05%), dan 34,381 ppm (73,03%) untuk jumlah adsorben 20 gram, 30 gram, dan 40 gram (Hakim, 2022).

Penelitian ini melakukan penjerapan gas H_2S menggunakan karbon aktif tempurung nipah yang tidak teraktivasi. Penelitian tersebut menganalisis kadar air sebesar 1,0615% dan penyerapan iodin karbon tersebut sebesar 615,6105 mg/gram. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu penyerapan dengan menunjukkan waktu penyerapan tertinggi yaitu 20 menit dengan menggunakan berat adsorben yang sama yaitu 50 gram dan konsentrasi awal yang sama sebesar 64 ppm menghasilkan konsentrasi aktif penjerapan gas H_2S sebesar 5,538 ppm dengan penurunan konsentrasi 58,462 ppm (Saputri, 2021).

Tujuan dari penelitian ini menjelaskan tentang meningkatkan nilai tambah terhadap pelaku pengolahan singkong dengan memanfaatkan kulit singkong sebagai bahan baku karbon aktif. Proses aktivasi arang kulit singkong menggunakan aktivator KOH dengan variasi konsentrasi 1 M, 2 M, 3 M, 4 M dan 5 M. Berdasarkan variasi

konsentrasi aktivator menunjukkan konsentrasi terbaik yaitu 3 M yang memberikan pengaruh terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan yaitu daya serap iodine, kadar air, kadar abu serta densitas karbon aktif (Santoso, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan tentang pengaruh aktivator NaOH terhadap karbon aktif tempurung kelapa. Aktivator NaOH memberikan pengaruh terhadap karbon aktif yang dihasilkan dalam hal mengurangi kandungan kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter* dan kadar karbon terikat sehingga memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Dengan melakukan variasi konsentrasi NaOH 1 M, 2 M, dan 3 M serta menghasilkan konsentrasi optimum pada 3 M (Bajo, 2019).

Penelitian tentang sintesis dan karakteristik karbon aktif dari tempurung buah nipah menggunakan aktivator asam klorida (KOH) dengan variasi konsentrasi 2 M, 4 M, dan 6 M. berdasarkan analisis menghasilkan kadar air 1,0015%, kadar abu 1,0012% dan daya serap iodine 708,69 mg/gram (Safariyanti, 2018). Kemampuan adsorben dari zeolite alam dengan beberapa variasi ketebalan adsorben untuk menyerap gas H₂S. Berdasarkan hasil uji adsorpsi gas H₂S menggunakan metode *methylene blue* pada variasi ketebalan adsorben 3 cm memiliki nilai efisiensi optimum sebesar 91,22% (Mandasari, 2014). Berikut ini tabel 2.1 mengenai ringkasan dalam penelitian terdahulu yang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 2 1 Ringkasan penelitian terdahulu

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|---|--|--|
| 1. | Fadlilah (2022) | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik AC tempurung nipah dan AC kulit pisang kepok yang | Karakteristik AC tempurung nipah dengan kadar air 1%, kadar abu 9,9%, dan daya serap iodine 1.307 mg/gram dan AC kulit pisang kepok dengan | Hanya menggunakan tempurung nipah sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Aktivator yang digunakan |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|--|
| | | diaktivasi dengan kalium hidroksida (KOH). | kadar air 3%, kadar abu 7,4% dan daya serap iodin 1.777 mg/gram. | ada 2 yaitu NaOH dan KOH sebagai perbandingan. |
| 2. | Hakim (2022) | Bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif tempurung buah nipah dan mengetahui kemampuan karbon aktif tempurung buah nipah teraktivasi natrium hidroksida (NaOH). | Berdasarkan hasil uji karakteristik karbon aktif tempurung buah nipah menunjukkan bahwa karbon tersebut telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Metode penjerapan gas H ₂ S dilakukan pengukuran dengan menggunakan titrasi iodometri. | Aktivasi yang dilakukan lebih dari satu aktivator yaitu NaOH dan KOH. Metode penjerapan gas H ₂ S dilakukan pengukuran menggunakan sensor MQ-136. |
| 3. | Saputri (2021) | Penelitian ini untuk mengetahui karakteristik kadar air dan penyerapan iodin untuk menjerap gas H ₂ S pada limbah ikan dengan karbon aktif tempurung nipah yang tidak | Penelitian ini menghasilkan penurunan konsentrasi gas H ₂ S yang cukup tinggi pada waktu penjerapan 20 menit jika dibandingkan dengan waktu 10 dan 15 menit, hal ini menunjukkan penurunan | Karbon yang digunakan belum teraktivasi, karakterisasi yang dilakukan, waktu penjerapan |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|---|--|--|
| | | teraktivasi. Dengan variasi waktu penjerapan 10, 20 dan 30 menit. | konsentrasi gas H ₂ S sebesar 58,462 ppm dengan berat adsorben tetap yaitu 50 gram dan konsentrasi awal gas H ₂ S sebesar 64 ppm. | |
| 4. | Santoso (2014) | Memberikan nilai tambah terhadap para pelaku pengolahan singkong dan dapat diproduksi dengan skala yang lebih besar dengan memanfaatkan kulit singkong sebagai bahan baku karbon aktif menggunakan <i>activating agent</i> KOH. | Perbedaan konsentrasi <i>activating agent</i> KOH 1 M, 2 M, dan 3 M memberikan pengaruh terhadap karakteristik karbon aktif yang dihasilkan yaitu daya serap iodine, kadar air, kadar abu serta densitas karbon aktif . konsentrasi <i>activating agent</i> terbaik pada penelitian ini adalah konsentrasi 3 M. | Bahan yang digunakan yaitu tempurung nipah dengan aktivator KOH 5 M tanpa variasi konsentrasi. Karakteristik yang dianalisis yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat meluap (<i>volatile matter</i>), daya serap iodin, dan kadar karbon terikat (<i>fixed carbon</i>). |
| 5. | Bajo (2019) | Mengetahui pengaruh aktivator NaOH terhadap | Aktivator NaOH memberikan pengaruh terhadap karbon aktif | Konsentrasi aktivator NaOH yang digunakan |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|---|--|---|
| | | <p>karakteristik karbon aktif dari arang tempurung kelapa terhadap proses adsorpsi CO₂ pada biogas.</p> | <p>yang dihasilkan dalam hal mengurangi kandungan kadar air, kadar abu, kadar <i>volatile</i> dan kadar karbon terikat sehingga memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Variasi konsentrasi aktivator NaOH yang digunakan yaitu 1M, 2 M, dan 3M. Menghasilkan konsentrasi optimum pada 3 M.</p> | <p>untuk aktivasi arang tempurung nipah yaitu 5 M, dengan karakteristik yang dianalisis yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat terbang (<i>volatile matter</i>), daya serap iodin, kadar karbon terikat (<i>fixed carbon</i>).</p> |
| 6. | Safariyanti (2018) | <p>Tujuannya untuk melakukan sintesis dan mengetahui karakteristik karbon aktif dari tempurung nipah menggunakan aktivator kalium hidroksida (KOH).</p> | <p>Hasil karakterisasi penelitian ini menjelaskan hasil karakterisasi dari karbon aktif tempurung nipah dengan nilai uji kadar air 1,0015%, kadar abu 1,0012% dan penyerapan iodin sebesar 708,69 mg/g.</p> | <p>Aktivasi yang dilakukan lebih dari satu aktivator, karakteristik karbon aktif meliputi daya <i>volatile matter</i>, dan <i>fixed karbon</i>.</p> |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|--|---|
| 7. | Mandasari (2014) | Bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben dari zeolit alam dengan beberapa variasi ketebalan adsorben untuk menyerap gas H ₂ S. | Berdasarkan hasil uji adsorpsi gas H ₂ S menggunakan metode <i>methylene blue</i> pada variasi ketebalan adsorben 3 cm memiliki nilai efesiensi optimum sebesar 91,22%. | Adsorben yang digunakan berbeda yaitu tempurung buah nipah. |

2.2. Teori-teori yang relevan

2.2.1. Limbah Ikan

Limbah ikan menjadi salah satu permasalahan terbesar yang ada di Pelabuhan Perikanan Cilacap (PPC). Bagian limbah ikan yang tidak dimanfaatkan kembali antara lain kepala ikan, sirip, sisik, jeroan dan tulang ikan yang sudah membusuk dan tidak dimanfaatkan lagi. Limbah Ikan seperti yang sudah disebutkan biasanya menumpuk, penumpukan yang dibiarkan terlalu lama dapat menimbulkan bau yang tidak sedap (Sihite, 2013). Limbah ikan memiliki komposisi kandungan bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan pupuk organik. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No 45 Tahun 2014 yaitu berupa Tentang Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional (RIPPN) yang menetapkan bahwa pengembangan pelabuhan perikanan harus menerapkan prinsip *eco-fishingport* yang berarti pelabuhan memiliki wawasan lingkungan (Irawan, 2020).

Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik maka akan menimbulkan bau yang menyengat karena proses dekomposisi pada ikan, hal ini yang menjadi

penyebab terjadinya pencemaran bau pada ikan karena terjadi proses penguraian protein ataupun hasil penguraian protein dalam proses autolisis oleh bakteri. Proses tersebut menghasilkan pecahan protein sederhana serta berbau busuk (Harahapi, 2013). Limbah ikan yang dibiarkan terbuang begitu saja tanpa melalui pengolahan lebih lanjut dapat berpotensi menimbulkan pencemaran udara berupa bau yang sangat menyengat sehingga dapat berdampak bagi kesehatan masyarakat sekitar (Saputri, 2021).

2.2.2. Nipah (*Nypa fruticans*)

Nipah (*Nypa fruticans*) merupakan salah satu hasil hutan yang cukup melimpah di Kabupaten Cilacap. Nipah termasuk dalam *family Palmae* menjadi salah satu spesies utama penyusun hutan mangrove. Buah nipah ini tumbuh subur di daerah pasang surut seperti sungai dan lingkungan air payau (Tamunaidu, dkk, 2011), serta menyebar hampir merata di Indonesia. Penyebaran pohon nipah ini meliputi Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya.



Gambar 2.1 Pohon Nipah
(Sumber : Peneliti, 2022)

Dalam satu pohon nipah terdapat buah kurang lebih seberat 5 kg dan menghasilkan limbah kulit buah kurang lebih sekitar 3 kg. Berat rata-rata yang dihasilkan pada 1 buah nipah yaitu 147,87 gram yang terdiri atas serabut dan tempurung 112,2 gram (75,88%) serta daging buah sebesar 35,67 gram (24,12%), kandungan yang terdapat pada tempurung nipah yaitu selulosa dan lignin yang tinggi dengan besar masing-masing yaitu 36,5% dan 27,3% sehingga hal ini dapat menghasilkan mikropori yang cukup baik (Saputri, 2021).



Gambar 2.2 Buah Nipah (*Nypa fruticans*)
(Sumber : Peneliti, 2022)

Klasifikasi tumbuhan nipah menurut (Zahrina, 2020) antara lain :

Tabel 2.2 Klasifikasi tumbuhan nipah

| | |
|----------------|-----------------------|
| Kingdom | <i>Plantae</i> |
| Divisi | <i>Magnoliophyta</i> |
| Kelas | <i>Liliopsida</i> |
| Ordo | <i>Arecales</i> |
| Famili | <i>Arecacrae</i> |
| Genus | <i>Nypa</i> |
| Spesies | <i>Nypa Fruticans</i> |

Pemanfaatan nipah dahulu telah dimanfaatkan secara tradisional, seperti memanfaatkan daunnya untuk digunakan sebagai atap rumah dan sapu lidi, pelepah nipah dimanfaatkan untuk kayu bakar. Sebagian besar masyarakat Cilacap juga memanfaatkan nipah dalam pembuatan gula, garam, jajanan dan tepung nipah yang diolah sebagai bahan pangan. Manfaat nipah adalah sebagai antioksidan, penstimulus sekresi insulin dan sitoprotektif. Pemanfaatan nipah di Indonesia masih belum dikelola secara maksimal, hal itu disebabkan oleh kurangnya informasi dan pengetahuan masyarakat tentang manfaat dari nipah khususnya pada bagian tempurung nipah (Khairi, dkk, 2020).

Nipah mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kayu. Potensi nipah sangat luas digunakan sebagai bahan baku, bahan bakar dan bahan kimia dengan batasan kecil. Setiap bagian dari nipah mempunyai karakteristik khusus dan dapat dimanfaatkan untuk pengaplikasian yang sesuai berdasarkan keunggulannya. Sifat dasar dari selulosa, hemiselulosa dan lignin akan menambah nilai dari nipah yang melimpah dan keberadaannya mudah didapat, hal ini dapat meningkatkan penggunaan ekonomisnya. Secara tidak langsung juga akan membantu dalam perkembangan lokal nipah (Tamunaidu, 2011). Adapun beberapa kandungan kimia yang terkandung dalam bagian nipah sebagai berikut :

Tabel 2 3. Kandungan kimia pada bagian buah nipah

| No | Kandungan Kimia | | Bagian Buah Nipah | | | |
|----|-----------------|--------------|-------------------|-----------|-------|------|
| | | | Batang Daun | Tempurung | Sekam | Daun |
| 1. | Selulosa | | 35,1 | 45,6 | 36,5 | 28,9 |
| 2. | Hemiselulosa | | 26,4 | 23,5 | 21,8 | 23,6 |
| 3. | Lignin | Klason | 17,8 | 17,3 | 27,3 | 32,0 |
| 4. | | Asam-larutan | 1,9 | 2,1 | 1,5 | 1,8 |
| 5. | Pati | | 0,3 | n.d | 0,1 | 2,8 |
| 6. | Protein | | 1,9 | 0,8 | 1,9 | 3,0 |
| 7. | Ekstraktif | | 1,9 | 1,3 | 0,8 | 2,3 |

| No | Kandungan Kimia | Bagian Buah Nipah | | | |
|-------|-----------------|-------------------|-----------|-------|------|
| | | Batang Daun | Tempurung | Sekam | Daun |
| 8. | Abu | 11,7 | 8,2 | 8,1 | 5,1 |
| Total | | 97,0 | 98,8 | 98,0 | 99,5 |

(Sumber : Tamunaidu, 2011)

Tidak hanya itu, nipah juga mempunyai kandungan fraksi hemiselulosa terperinci dari gula netral dan kandungan asam uronat untuk berbagai bagian pada nipah yang ditunjukkan pada Tabel 2.4. hemiselulosa (1) merupakan nilai yang dihitung dari perbedaan antara kandungan holoselulosa dan α -selulosa. Untuk hemiselulosa (2) dihitung dari nilai sebenarnya antara gula netral dan asam uronat. Gula netral utama pada nipah adalah xilosa, glukosa, arabinosa dan galaktosa, sedangkan untuk kandungan manosa dan rhamnosa adalah kandungan terendah dari bagian nipah. Berikut kandungan gula netral dan asam uronat yang terdapat pada bagian nipah sebagai berikut:

Tabel 2 4. Kandungan Gula Netral dan Asam Uronat pada bagian buah nipah

| No | Kandungan Gula Netral dan Asam Uronat | | Bagian Nipah | | | |
|----|---------------------------------------|-------------|--------------|-----------|-------|------|
| | | | Batang Daun | Tempurung | Sekam | Daun |
| 1. | Hemiselulosa (1) | | 26,4 | 23,5 | 21,8 | 23,6 |
| 2. | Hemiselulosa (2) | | 25,7 | 24,9 | 21,0 | 23,4 |
| 3. | Gula netral dan asam uronat | Glukosa | 3,0 | 3,8 | 3,6 | 2,9 |
| 4. | | Galaktosa | 1,9 | 1,6 | 1,8 | 2,4 |
| 5. | | Manosa | 1,0 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| 6. | | Rhamnosa | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| 7. | | Xilosa | 16,4 | 17,3 | 14,0 | 17,0 |
| 8. | | Arabinosa | 2,7 | 1,6 | 1,8 | 1,8 |
| 9. | | Asam uronat | 3,7 | 3,3 | 2,0 | 1,5 |

(Sumber : Tamunaidu,2011)

2.2.3. Hidrogen Sulfida (H₂S)

Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan suatu gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar, serta memiliki bau yang tidak sedap, gas ini dapat menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya (Ivana, 2017). Gas H₂S dikenal dengan bau menyengat dari hasil fermentasi bahan organik secara anaerobik. Dengan adanya gas H₂S ini dapat memberi dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan dalam konsentrasi tertentu gas ini dapat memiliki sifat racun dan akan menyebabkan korosif terhadap logam (Mandasari, 2014). Ciri-ciri dari gas H₂S yaitu memiliki bau yang sangat menyengat seperti telur busuk dan tidak berwarna. Apabila terhirup ke dalam saluran pernafasan dapat menyerang paru-paru, menyebabkan iritasi dan menimbulkan sakit kepala yang disertai batuk kronis serta dapat menyebabkan kehilangan kesadaran dalam konsentrasi yang tinggi. Berikut merupakan sifat fisika dan kimia yang dimiliki oleh gas hidrogen sulfida (H₂S) :

Tabel 2.5 Sifat fisika dan kimia gas hidrogen sulfida (H₂S)

| Sifat fisika-kimia | Konsentrasi |
|-----------------------|--------------------------|
| Berat molekul | 34,08 gram/mol |
| Fase | Gas |
| Titik didih | -59,6°C |
| Titik leleh | -82,9°C |
| Massa jenis | 1,363 g dm ⁻³ |
| Kelarutan (dalam air) | 3980 mg/L |
| Temperatur kritis | 100,4 °C |
| Tekanan uap | 1880 kPa |
| Tekanan Kritis | 8940 kPa |

(Sumber : Herlianty, 2013)

Gas H₂S mempunyai sifat yang lebih berat apabila dibandingkan dengan udara karena gas H₂S berkumpul pada tempat yang rendah. Apabila gas H₂S terbakar maka dapat membahayakan lingkungan sekitar, untuk mengetahui kandungan H₂S

harus dilakukan pengukuran secara langsung, karena gas ini dapat mematikan sistem saraf penciuman seseorang (Panjaitan, 2019). Efek yang ditimbulkan dari gas H₂S tergantung pada berapa lama orang tersebut terpapar. Adapun efek gas H₂S terhadap manusia sesuai tingkatan konsentrasinya sebagai berikut :

Tabel 2.6 Efek gas H₂S terhadap manusia sesuai tingkatan konsentrasinya

| Tingkat H ₂ S (ppm) | Efek Pada Manusia |
|--------------------------------|--|
| 0,13 | Bau minimal yang masih terasa |
| 4,6 | Mudah dideteksi, bau yang sedang |
| 10 | Permulaan iritasi mata dan mulai berair |
| 27 | Bau yang tidak enak dan tidak dapat ditoleransi lagi |
| 100 | Batuk-batuk, iritasi mata dan indera penciuman sudah tidak berfungsi |
| 200-300 | Pembengkakan mata dan rasa kekeringan di kerongkongan |
| 500-700 | Kehilangan kesadaran dan bisa mematikan dalam waktu 30 menit-1 jam |
| >700 | Kehilangan kesadaran dengan cepat dan berlangsung kematian |

(Sumber : Herlianty,2013)

2.2.4. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan arang yang telah dipadatkan melalui proses aktivasi sehingga dapat mempunyai daya serap yang lebih baik. Karbon aktif mempunyai struktur pori yang dapat dikembangkan. Bahan utama pembuatan karbon aktif yaitu semua bahan yang mengandung karbon, baik berasal dari tumbuhan, binatang maupun barang tambang. Bahan-bahan tersebut bisa berupa berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, tempurung kelapa, kulit biji kopi dan sebagainya. Dalam proses pembuatan karbon aktif melalui proses pembakaran kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi yang dapat memperbesar pori-pori pada arang tersebut sehingga dapat meningkatkan daya jerap. Berikut ini tabel 2.7 mengenai kualitas

karbon aktif yang dilihat dari karakteristik berdasarkan SNI 06-3730-1995 dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 2 7. Kualitas Karbon Aktif

| Karakteristik | Parameter |
|----------------------|------------------|
| Kadar air | Maksimum 15% |
| Kadar abu | Maksimum 10% |
| Kadar zat menguap | Maksimum 25% |
| Daya serap iodin | Minimum 750 mg/g |
| Kadar karbon terikat | Minimal 65% |

(Sumber : Huda 2020)

Berdasarkan bentuknya karbon aktif dapat digolongkan menjadi tiga golongan sebagai berikut:

- a. Karbon aktif berbentuk pellet merupakan karbon aktif yang mempunyai ukuran diameter dari 0,8-5 mm. Karbon aktif ini terbuat dari proses ekstrud serta berbentuk silinder kecil. Karbon aktif ini mempunyai kekuatan mekanik yang cukup tinggi, kandungan abu yang cukup rendah sehingga digunakan untuk pengaplikasian pada fasa gas serta mempunyai *pressure drop* yang rendah (Bajo, 2019).
- b. Karbon aktif berbentuk granular merupakan karbon aktif yang mempunyai ukuran partikel antara 0,2-5 mm. Karbon aktif ini mempunyai bentuk yang tidak beraturan dan karbon aktif pada jenis ini dapat digunakan baik pada fasa gas maupun fasa cair (Bajo, 2019).
- c. Karbon aktif berbentuk serbuk merupakan karbon aktif yang mempunyai ukuran <0,18 mm (<80 *mesh*). Jenis karbon aktif ini merupakan karbon aktif yang telah melewati proses penghancuran serta pengaplikasiannya digunakan pada fasa cair dan penyaringan pada gas buang (Bajo, 2019).

Sedangkan berdasarkan fungsinya, karbon aktif dapat digolongkan menjadi dua tipe sebagai berikut:

- a. Karbon aktif sebagai pemucat atau penghilang warna kuning berfungsi untuk memindahkan zat yang sifatnya mengganggu yang tidak diinginkan, bentuk dari karbon aktif tipe ini yaitu berupa *powder* halus dengan pori yang berdiameter hingga 1000 \AA .
- b. Karbon aktif sebagai penyerap uap yang digunakan dalam fase gas berfungsi untuk pemisahan dan pemurnian gas. Karbon aktif jenis ini biasanya berbentuk pellet dengan diameter pori sekitar $10\text{-}200 \text{ \AA}$ dengan tekstur pori yang halus dan sangat keras.

Karbon aktif ini selain mengandung karbon juga mengandung hidrogen dan oksigen yang terikat dalam berbagai gugus fungsi seperti gugus eter, karboksil, karbonil, fenol, lakton dan quinon. Karbon aktif memiliki sifat hidrofobik yaitu molekul yang terdapat pada karbon aktif tidak bisa berinteraksi langsung dengan molekul air (Hafidoh, 2021).

2.2.4.1. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Dalam proses pembuatan karbon aktif dapat dibedakan menjadi 2 metode, yaitu metode secara langsung dan tidak langsung. Pada metode secara langsung, bahan dasar dibentuk sesuai ukuran yang diinginkan yang kemudian akan melalui proses karbonisasi dan aktivasi, produk yang didapatkan selanjutnya akan disaring. Metode secara langsung ini biasa digunakan untuk karbon aktif yang berbahan dasar tempurung kelapa, batu bara yang relatif padat serta bahan dasar lainnya yang digunakan untuk membuat karbon aktif berbentuk serbuk atau *Powdered Activated Carbon* (PAC). Sedangkan metode tidak langsung digunakan untuk karbon aktif yang berbahan dasar batu bara muda, *peat* dan *petrol coke*. Karbon aktif dengan jenis ini diperlukan proses *reconstitution* dan *pre treatment*. Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap, yaitu :

1. Dehidrasi

Dehidrasi merupakan suatu proses penghilangan air dimana bahan mentah dipanaskan sampai temperatur 170°C. Hal ini bertujuan untuk menguapkan kandungan kadar air yang ada di bahan baku atau setelah menjadi karbon aktif. Selama kandungan kadar air pada bahan baku tidak melebihi SNI, berarti masih layak untuk dipergunakan sebagai karbon aktif (Anggraeni, 2015). Proses yang dilakukan biasanya melalui proses penjemuran bahan baku di bawah sinar matahari langsung sampai kadar air di dalam bahan baku tersebut berkurang. Cara lain yang dapat dilakukan yaitu dengan mengeringkan di dalam oven (Amalia, 2021).

2. Karbonisasi (Pengarangan)

Karbonisasi atau bisa disebut dengan pengarangan adalah suatu proses pirolisis dengan pembakaran tidak sempurna. Proses karbonisasi yang dilakukan akan menghasilkan arang atau bahan karbon yang masih tidak efektif dalam melakukan proses penjerapan. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses selanjutnya yaitu proses aktivasi yang akan mengubah karbon memiliki luas permukaan yang lebih besar dari sebelumnya. (Amalia, 2021). Pengontrolan yang dilakukan selama proses karbonisasi meliputi kecepatan penambahan temperatur, suhu akhir dan waktu karbonisasi sangat diperlukan untuk memperoleh karbon aktif yang baik (Achmad, 2018).

3. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan pada karbon aktif dengan tujuan untuk memperbesar pori-pori pada bahan yang telah berbentuk arang. Proses ini dilakukan dengan cara menghilangkan rantai hidrokarbon, air, gas dan pemutusan ikatan rantai hidrokarbon. Hal ini yang akan menyebabkan perubahan fisik baik secara fisika maupun kimia dengan daya adsorpsi. Adsorpsi ini yang dapat meningkatkan luas permukaan karbon dengan cara mengoksidasi molekul permukaan karbon (Amalia, 2021). Aktivasi fisika ini karbon diaktifkan pada suhu yang cukup tinggi menggunakan uap, panas dan

karbondioksida yang putus rantai karbonnya. (Achmad, 2018). Proses aktivasi fisika ini dilakukan dengan bantuan beberapa unsur penting seperti oksigen, nitrogen, karbondioksida dan air. Unsur tersebut berfungsi dalam meningkatkan luas permukaan karbon aktif dengan cara memperbesar pori-pori karbon. Proses aktivasi dibedakan menjadi tiga jenis yaitu aktivasi kimia, aktivasi termal, aktivasi kimia-fisika sebagai berikut (Amalia, 2021) :

1. Aktivasi termal

Proses aktivasi termal dilakukan pemanasan dengan suhu diantara 700°C – 1100°C merupakan cara untuk melakukan kontak antara karbon yang telah melalui proses karbonisasi dengan udara bebas atau oksigen tinggi yang akan membantu dalam proses pembesaran pori-pori pada karbon.

2. Aktivasi kimia

Pada proses aktivasi kimia, karbon diaktivasi melalui perendaman reagen bahan kimia sebelum dipanaskan. Bahan pengaktif atau reagen bahan kimia akan masuk di sela lapisan heksagonal dan selanjutnya membuka permukaan tertutup pada suhu tinggi (Achmad, 2018). Keunggulan dari proses aktivasi kimia ini yaitu memungkinkan terbentuknya luas permukaan yang besar. Proses aktivasi kimia ini dilakukan perendaman karbon dengan bahan kimia dalam bentuk hidrogen alkali, garam fosfat, asam klorida, asam sulfat dan sebagainya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan permukaan karbon dan menyebabkan larutnya pengotor yang terdapat pada pori-pori karbon menjadi lebih besar dari sebelumnya.

3. Aktivasi kimia-fisika

Pada proses aktivasi kimia-fisika dapat dilakukan dengan beberapa tahapan, sehingga pada proses ini memerlukan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan proses aktivasi lainnya. Perlakuan yang dilakukan pada proses aktivasi kimia-fisika yaitu melakukan pengadukan bahan karbon yang diberikan aktivator kimia dengan bantuan reaktor dan

pengaduk yang selanjutnya akan dilakukan proses pencucian bahan hingga pH menunjukkan angka netral.

2.2.5. Sifat-sifat karbon aktif

2.2.6. Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menjerap komponen tertentu berasal dari suatu fase fluida. Adsorben terbuat dari bahan-bahan yang memiliki pori serta proses adsorpsi dapat berlangsung pada dinding pori adsorben. Pori pori adsorben memiliki ukuran yang sangat kecil mempunyai luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran dibandingkan dengan permukaan luar dan itu dapat mencapai 2000 m²/gram. Adsorben dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar. Jenis adsorben yang termasuk dalam adsorben polar (*hydrophilic*) adalah silika gel, alumina aktif, dan zeolit. Sedangkan jenis adsorben non polar (*hydrophobic*) adalah polimer adsorben dan karbon aktif (Nurmanita, 2019). Adsorben yang baik mempunyai karakteristik porositas yang besar dengan siklus aktif. Selain itu, adsorben juga harus memiliki efisiensi adsorpsi tinggi dengan waktu kesetimbangan atau penjerapan yang cukup singkat. Proses adsorpsi akan berjalan dengan baik apabila melakukan modifikasi adsorben, hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya serta efisiensi adsorpsi. Modifikasi adsorben dapat dilakukan dengan melakukan aktivasi fisika dan kimia. Pada proses aktivasi adsorben akan meningkatkan energi pada permukaannya sehingga dapat meningkatkan tarikan terhadap molekul terlarut (Cahyaningrum, 2016).

Adsorben dapat digolongkan menjadi dua, yaitu adsorben tidak berpori (*non porous adsorbents*) dan adsorben berpori (*porous adsorbents*) (Zulfa, 2011) :

1) Adsorben tidak berpori

Adsorben tidak berpori dapat diperoleh dengan cara presipitasi deposit kristalin. Adsorben ini tidak mempunyai luas permukaan yang spesifik kecil yaitu <10 m²/gram. Umumnya luas permukaan spesifiknya antara 0,1-1 m²/gram. Adapun beberapa bahan adsorben tidak berpori seperti *filler* karet (*rubber filler*) dan

karbon hitam bergrafit yang telah diperlakukan dengan khusus, sehingga luas permukaannya dapat mencapai ratusan m^2/gram .

2) Adsorben berpori

Adsorben berpori mempunyai luas permukaan spesifik yang berkisar antara 100-1000 m^2/gram yang biasanya adsorben ini digunakan sebagai penyangga katalis, *dehydrator* dan penyeleksi komponen, biasanya berbentuk granular. Adapun beberapa jenis-jenis adsorben berpori di antaranya yaitu alumina, karbon aktif, silika gel, *porous glasses* dan *zeolite*.

Adsorben dapat dikatakan baik apabila memenuhi kriteria kinerja dari adsorben yang dapat dilihat dari beberapa parameter sebagai berikut (Fahruzi, 2019) :

- a. Selektivitas tinggi,
- b. Kapasitas adsorpsi besar,
- c. Mudah digenerasi,
- d. Murah,
- e. Kekuatan mekanik tinggi,
- f. Kinetika adsorpsi cepat.

Ciri-ciri yang harus dimiliki dari adsorben agar menghasilkan adsorben dengan kriteria yang baik sebagai berikut (Fahruzi, 2019) :

- a. Luas permukaan besar,
- b. Stabil secara mekanik,
- c. Bahan baku murah,
- d. Ikatan adsorbat dan adsorben lemah (adsorpsi fisika),
- e. Distribusi pori mikro,
- f. Volume pori internal besar.

2.2.6. Adsorpsi

Proses suatu molekul fluida yang menyentuh dan melekat pada permukaan padatan disebut dengan adsorpsi. Proses adsorpsi ini terjadi saat molekul gas maupun cair dikontakkan secara langsung dengan suatu permukaan padatan serta sebagian

dari molekul tersebut mengembun pada permukaan padatan. Proses adsorpsi yang terjadi pada suatu adsorben yang memiliki pori-pori kecil (*micropore*). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi daya serap adsorben terhadap gas yaitu faktor tekanan, karakteristik adsorben, dan suhu yang terjadi pada proses adsorpsi.

2.2.6.1. Jenis Adsorpsi

Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dengan adsorbat. Adsorpsi dapat dibagi menjadi dua jenis antara lain :

1. Adsorpsi Fisika

Proses adsorpsi secara fisika dapat terjadi karena adanya gaya *Van Der Waals* yang dimana apabila gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan adsorben lebih besar jika dibandingkan dengan gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan adsorben. Proses adsorpsi fisika ini dapat terjadi tanpa perlu adanya energi aktivasi (Prawidha, 2021). Proses adsorpsi ini terjadi dengan mengeluarkan panas yang berprinsip *Le Chatelier* yang biasa disebut dengan panas adsorpsi. Panas adsorpsi secara fisik cukup rendah yaitu berkisar 5-10 kkal/gram.mol gas dengan suhu di bawah titik didih adsorben. Hal tersebut yang dapat mempengaruhi kesetimbangan proses adsorpsi fisika bersifat *reversible* dan dapat berlangsung dengan cepat (Fahruzi, 2019).

2. Adsorpsi Kimia

Proses adsorpsi kimia dapat terjadi saat adanya ikatan kimia antara substansi terlarut dalam larutan dengan gugus aktif yang ada pada adsorben. Proses ini dapat terjadi karena diawali dengan adsorpsi fisika dengan cara partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben menggunakan gaya *Van Der Waals*. Pada proses adsorpsi kimia ini bersifat *reversible*. Proses ini dapat terjadi akibat interaksi antara energi permukaan dan adsorbat yang sebanding dengan kekuatan ikatan kimia dengan entalpi penyerapan 200 kJ/mol (Prawidha, 2021). Pada adsorpsi ini, adsorbat dapat melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kovalen (Fahruzi, 2019).

2.2.6.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi dari karbon aktif antara lain, sebagai berikut (Fahruzi, 2019) :

1. Laju alir gas

Laju alir suatu gas dapat mempengaruhi daya jerap karbon aktif. Laju alir yang cukup besar dapat mempermudah molekul gas memasuki pori-pori permukaan adsorben. Hal ini sangat berpengaruh dalam penjerapan gas H_2S pada pori-pori sehingga proses adsorpsi semakin besar

2. Konsentrasi

Konsentrasi menjadi faktor yang cukup penting, karena semakin tinggi jumlah konsentrasi adsorbat yang dapat teradsorpsi maka kemungkinan adsorpsi akan bersentuhan dengan adsorben semakin besar

3. Jenis Adsorbat

Jenis adsorbat dengan rantai bercabang biasanya lebih mudah untuk diadsorpsi apabila dibandingkan dengan rantai yang lurus. Ukuran molekul adsorben menjadi hal yang cukup penting agar proses adsorpsi dapat berjalan dengan sempurna, semakin kecil diameternya maka semakin mudah untuk diadsorpsi.

4. Tekanan

Tekanan pada adsorben dapat mempengaruhi jumlah molekul adsorben yang teradsorpsi. Hal yang terjadi pada adsorpsi fisika apabila jumlah tekanan pada adsorben meningkat maka jumlah proses adsorpsi akan bertambah. Namun sebaliknya jika tekanan berkurang maka proses adsorpsi kimia jumlah adsorpsi adsorben akan berkurang.

5. Luas Permukaan

Luas permukaan adsorben dapat ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah adsorben. Semakin besar luas permukaan adsorben maka jumlah molekul adsorbat yang dapat teradsorpsi semakin meningkat

2.2.7. Sensor MQ-136

Sensor MQ-136 merupakan sensor yang digunakan untuk menentukan kadar konsentrasi gas berbahaya dalam udara khususnya gas H₂S, sensor ini sangat cocok digunakan pada proses penentuan kualitas udara (Hidayat, 2018). Sensor MQ-136 dapat mendeteksi mulai dari 1 sampai 100 ppm, sensor ini memiliki waktu respon yang cepat dan sensitivitas yang tinggi, *output* sensor berupa resistansi analog. Jika molekul gas H₂S mengenai permukaan sensor maka satuan resistansinya akan mengecil sesuai dengan konsentrasi gas, sebaliknya jika konsentrasi gas menurun maka semakin tingginya resistansi maka tegangan keluarannya akan menurun. Pengaruh perubahan konsentrasi gas dapat mengubah nilai resistansi sensor dan juga akan mempengaruhi tegangan keluarannya, sehingga perbedaan inilah yang dijadikan acuan bagi pendeteksi gas H₂S (Hidayat, 2018).