



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

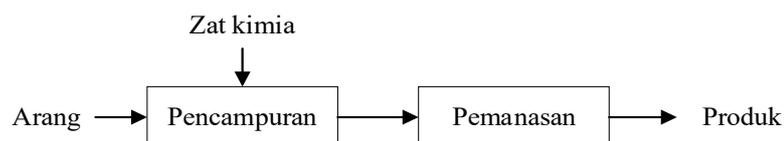
II.1 Macam Proses

Proses pembuatan karbon aktif pada dasarnya dilakukan dalam dua tahapan proses yaitu proses aktivasi dan karbonisasi. Proses karbonisasi adalah pembakaran bahan baku dengan temperatur antara 300 sampai 900°C. Pada tahap karbonisasi bahan baku mentah mengalami perlakuan termal (pirolisis) untuk memperkaya kandungan karbon. Proses aktivasi merupakan proses penambahan aktivator pada karbon yang telah dibuat. Penambahan aktivator bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan dengan cara membuka pori-pori karbon aktif (Kusdarini, 2017). Dalam pembuatan karbon aktif beberapa macam aktivasi yang dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Aktivasi Kimia
2. Aktivasi Fisika
3. Aktivasi Kimia Fisika

II.1.1 Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan tujuan memutuskan rantai karbon dari senyawa organik dengan menggunakan aktivator berupa bahan-bahan kimia (Winata, 2021). Pada proses aktivasi kimia, bahan baku dicampurkan dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Beberapa *activating agent* yang umum digunakan dalam pembuatan karbon aktif antara lain H_3PO_4 , H_2SO_4 , HNO_3 , $ZnCl_2$, $NaOH$ dan KOH (González-García, 2018).

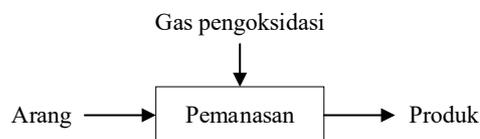


Gambar II.1 Diagram Alir Metode Aktivasi Kimia



II.1.2 Aktivasi Fisika

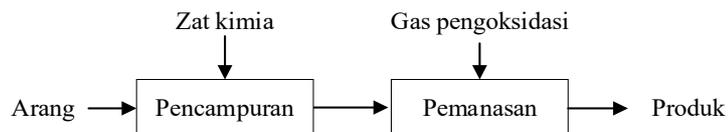
Aktivasi fisika sebagai proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik menggunakan gas nitrogen, gas oksigen, gas karbon dioksida, atau uap air yang dialirkan secara terkendali. Gas-gas tersebut berguna untuk memperbesar struktur rongga yang terdapat pada arang sehingga dapat meningkatkan luas permukaan arang/karbon. Sedangkan panas akan berfungsi untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang mudah menguap dan membuang hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada arang.



Gambar II.2 Diagram Alir Metode Aktivasi Fisika

II.1.3 Aktivasi Kimia Fisika

Pada aktivasi kimia fisika, campuran antara bahan baku dan aktivator yang dihasilkan dengan pelarut seperti air, etanol, maupun piridine kemudian diolah secara termal pada suhu yang berkisar antara 400°C sampai 1000°C, kemudian dicuci untuk menghilangkan kandungan zat pengaktif. Pemberian aliran gas seperti nitrogen atau karbon dioksida juga dilakukan selama proses pirolisis, hal ini dapat menunjang perkembangan porositas internal lebih baik dalam material karbon aktif.



Gambar II.3 Diagram Alir Metode Aktivasi Kimia Fisika

II.2 Pemilihan Proses

Proses pembuatan karbon aktif dari batubara dapat ditabelkan perbandingan dari masing-masing proses. Perbandingan ini digunakan untuk mempertimbangkan proses yang akan dipakai.



Tabel II.1 Perbandingan Proses Aktivasi dalam Pembuatan Karbon Aktif

Parameter	Aktivasi Kimia	Aktivasi Fisika	Aktivasi Kimia Fisika
Suhu	Tidak memerlukan suhu tinggi	Memerlukan suhu tinggi (400°C - 1000°C)	Memerlukan suhu tinggi (400°C - 1000°C)
Struktur pori	Baik	Kurang baik	Lebih baik
Luas permukaan	Cukup tinggi	Tinggi	Lebih tinggi
Kelebihan	Kualitas karbon aktif yang dihasilkan cukup baik	Tidak memerlukan bahan kimia	Kualitas karbon aktif yang dihasilkan lebih baik
Kekurangan	Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk aktivasi sulit dihilangkan saat pencucian	Seringkali terjadi oksidasi saat gas pengoksidasi berdifusi pada karbon sehingga terjadi pengurangan ukuran adsorben	Proses aktivasi kimia fisika seringkali memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan aktivasi lainnya.

Tabel II.2 Perbandingan Aktivasi Kimia Fisika berdasarkan Pelarut

Parameter	Macam Aktivasi Kimia Fisika berdasarkan Pelarut		
	Tanpa Pelarut	Pelarut Air	Pelarut Piridine
Activating Agent	ZnCl ₂	ZnCl ₂	ZnCl ₂
Struktur Pori	Kurang baik	Baik	Baik
Yield	74-78%	79%	71%

(U.S Patent, 1997)

Berdasarkan perbandingan proses pembuatan karbon aktif pada tabel II.1 dan



II.2 yang telah diuraikan, maka dalam perancangan pabrik ini dipilih proses aktivasi kimia fisika menggunakan pelarut air. Dengan pertimbangan pemilihan proses ini sebagai berikut :

1. Pelarut mudah didapat dan ekonomis
2. Yield arang yang dihasilkan lebih besar
3. Proses yang dilakukan cukup mudah
4. Memberikan produk karbon aktif dengan struktur pori yang lebih baik

II.3 Uraian Proses

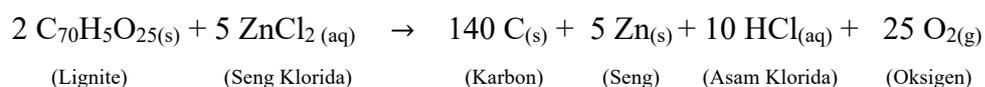
Pada pembuatan karbon aktif dari Batubara dengan aktivasi kimia fisika dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Tahap Pre-Treatment

Pada tahap pertama yaitu *pre-treatment* atau persiapan bahan baku berupa batubara. Batubara dari truk ditampung, dibersihkan, dan dikeringkan dengan *rotary dryer* (B-120). Batubara yang sudah bersih akan diumpankan secara bertahap menggunakan *belt conveyor* (J-124) dan *bucket elevator* (J-125) untuk dipindahkan ke *ball mill* (C-126) yang berfungsi untuk memotong ukuran batubara sebelum masuk proses. Batubara yang sudah *on size* akan dilanjutkan ke reaktor (R-210) untuk dilakukan proses aktivasi dengan aktivator.

2. Tahap Aktivasi Karbon

Pada tahap ini aktivator yang digunakan berupa larutan $ZnCl_2$. Proses pembuatan larutan $ZnCl_2$ dari *storage tank* (F-130) $ZnCl_2$ menuju *mixing tank* (M-140) menggunakan *screw conveyor* (J-132) dan memanfaatkan *process water* sebagai pelarut untuk pembuatan larutan. Pada *mixing tank* (M-140) terjadi pencampuran antara $ZnCl_2$ dan *process water* sehingga menghasilkan larutan aktivator untuk proses aktivasi yang terjadi di reaktor aktivasi (R-210). Di reaktor aktivasi ini terjadi pengadukan antara aktivator dan karbon selama 24 jam. Reaksi yang terjadi saat aktivasi sebagai berikut :





Setelah di aktivasi untuk mengurangi kadar air, dilakukan evaporasi dengan *evaporator* (V-220) sebelum dilanjutkan ke tahap pirolisis.

3. Tahap Pirolisis

Pada tahapan pirolisis, batubara mengalami perekahan dan pemisahan (penguraian) molekul besar menjadi molekul kecil akibat pengaruh temperatur tinggi di *furnace* (Q-230) yaitu 600°C yang dialiri oleh *purge gas* berupa nitrogen (F-231) untuk memperbesar struktur rongga yang terdapat pada arang sehingga dapat meningkatkan luas permukaan arang atau karbon. Setelah proses pirolisis selesai, karbon yang merupakan keluaran dari *furnace* (Q-230) diumpankan menuju *rotary cooler* (B-240). *Rotary cooler* (B-240) berfungsi untuk menurunkan suhu pada karbon.

4. Tahap *Finishing*

Setelah itu karbon hasil pendinginan dari *rotary cooler* (B-240) diumpankan menuju *mixing tank* (M-250) dengan menggunakan *belt conveyor* (J-243) dan *bucket elevator* (J-244) pada suhu 80°C untuk dilakukan pencucian. Hasil pencucian dialirkan dengan pompa menuju *filter press* (H-310) untuk dilakukan filtrasi. Proses filtrasi bertujuan untuk memisahkan karbon dengan larutan HCl yang masih terbawa oleh karbon, selanjutnya hasil karbon yang sudah difiltrasi diumpankan ke ke *ball mill* (C-314) untuk perubahan ukuran sesuai yang diinginkan, jika terdapat ukuran yang tidak sesuai akan di *recycle* kembali ke *ball mill* (C-314), kemudian produk yang telah sesuai akan ditampung pada silo karbon aktif (F-320) sebagai produk akhir.