

BAB 1

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Sektor Industri menjadi salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam pembangunan negara. Semakin banyak industri-industri (hijau dan strategis) maka stabilitas ekonomi negara tersebut menjadi stabil. Indonesia merupakan negara dengan wilayah yang luas dan memiliki penduduk terbanyak keempat di dunia. Indonesia, sebagai salah satu negara berkembang, masih mengalami ketergantungan yang tinggi pada negara lain untuk memenuhi kebutuhan hidupnya terutama pada kategori impor. Hal ini menunjukkan bahwa potensi sumber daya alam di Indonesia masih kurang dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan perekonomian negara. Oleh karena itu, memanfaatkan sumber daya alam yang ada di Indonesia menjadi sangat penting guna meningkatkan pendapatan negara dan mengurangi angka pengangguran.

Salah satu contoh pemanfaatan sumber daya alam yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit yang ketersediannya cukup melimpah dan kurang dimanfaatkan dengan baik. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 14,62 juta hektar (Badan Pusat Statistik, 2022). Tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan Polipropilen.

Polipropilen merupakan bahan polimer termoplastik dan mempunyai rumus kimia $(C_3H_6)_n$. Polipropilen merupakan bahan baku pembuatan berbagai

macam barang plastik. Penggunaan polipropilen sangat luas di berbagai sektor industri. Polipropilen dimanfaatkan sebagai wadah penyimpanan makanan, film, pembungkus kabel, pipa, dan lain-lain termasuk mainan anak-anak dan peralatan kesehatan.

Disisi lain bahan baku yang diperlukan untuk memproduksi polipropilen masih terpenuhi dan saat ini Indonesia masih harus mengimpor polipropilen dikarenakan kebutuhannya belum tercukupi oleh produksi dalam negeri. Dengan mempertimbangkan potensi pasar polipropilen di Indonesia yang cukup besar maka direncanakan pendirian pabrik polipropilen baru di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri.

1.2 Sejarah dan Perkembangannya

Tahun, 1951, Dr. Karl Rehn berhasil mempolimerisasikan suatu plastik sintetis yang merupakan polipropilena di Hoechst AG, Jerman, tetapi tidak menyadari pentingnya penemuan itu. Kemudian pada tahun 1954, Giulio Natta bersama-sama dengan K. Ziegler menemukan sebuah katalis (yang selanjutnya dinamakan katalis Ziegler-Natta) yang mampu memproduksi polimer-polimer dengan berat molekul tinggi dari propilena dan material-material berbasis olefin lainnya. Dengan demikian, muncullah polipropilena.

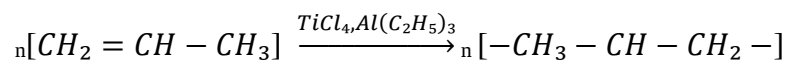
Pada pertengahan 1980-an bahan tersebut menjadi material plastik paling penting ketiga dalam hal volume produksi, setelah polietilena dan PVC. Polipropilena pada masa itu dalam bentuk dasar memiliki beberapa kekurangan, diantaranya sifat-sifat reologi yang rendah, kestabilan terhadap panas dan UV yang rendah, dan rapuh pada suhu rendah. Akan tetapi, polipropilena pada masa itu juga memiliki sifat-sifat dasar bawaan yang dikehendaki, seperti densitas

rendah, titik leleh kristalin yang tinggi, ketahanan terhadap zat kimia, kekerasan, dan permukaan yang mengkilap. Kombinasi dari teknologi-teknologi maju polimerisasi dan berkembangnya sistem-sistem aditif yang cocok dapat mengatasi kelemahan sifat bawaan polipropilena tersebut, dan membuka jalan terhadap perkembangan lebih lanjut.

1.3 Macam-macam proses pembuatan

1.3.1 Proses *Slurry*

Proses *Slurry* merupakan proses pertama dalam teknologi produksi polipropilen. Proses *Slurry* merupakan proses polimerisasi yang menggunakan pelarut hidrokarbon dalam prosesnya, yaitu n-Heksana. Pelarut hidrokarbon tersebut digunakan untuk melarutkan katalis $TiCl_4$ yang berfasa padat. Proses polimerisasi fasa *Slurry* berlangsung dalam reaktor autoclave. Berikut reaksi polimerisasi yang terjadi pada proses *Slurry*:



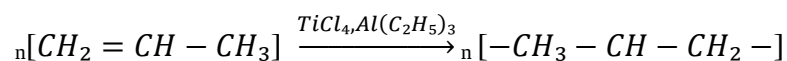
Setelah proses polimerisasi berlangsung, polimer dikontakan dengan alkohol untuk menaktifkan katalis. Selanjutnya, proses pencucian polimer dengan air. Air digunakan untuk mentransfer semua katalis kompleks yang ada dalam polimer kedalam air, sehingga hanya tersisa polimer murni.

Proses pengontakan alkohol dan pencucian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari polipropilen. Selanjutnya, tahap sentrifugasi yang bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar air. Selain itu penyaringan dari sentrifugal dapat disesuaikan dengan karakteristik bubuk. Setelah tahap sentrifugasi dilakukanlah pengeringan. Pengeringan bertujuan menghilangkan air yang masih terdapat dalam polimer. Pengeringan ini harus dilakukan dengan

nitrogen untuk meminimalkan bahaya dengan hidrokarbon yang mudah terbakar. Tahap terakhir dari proses *Slurry* yaitu *pelletizing* atau pembentukan pellet polipropilen. Bubuk yang berasal dari tahap pengeringan diumpankan langsung kedalam ekstruder pellet. Bubuk polimer distabilkan dan diubah bentuknya menjadi butiran padat, butiran padat tersebut dinamakan sebagai Pellet Polipropilen

1.3.2 Proses *Unipol*

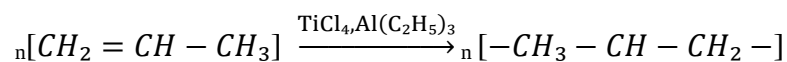
Proses *Unipol* merupakan proses produksi polipropilen yang pembentukan polimernya menggunakan fasa gas. Tahap polimerisasi proses *Unipol* dilakukan didalam reaktor *fluidized bed*. Propilen dan hidrogen dimasukan kedalam reaktor *fluidized bed* dari bagian bawah reaktor dan katalis dihamburkan dari atas reaktor sehingga terjadilah reaksi polimerisasi, Uap propilen yang tidak bereaksi diumpankan kembali kedalam reaktor melalui *heat exchanger* untuk disesuaikan kembali temperaturnya dengan kondisi operasi reaktor *fluidized bed*. Berikut reaksi polimerisasi yang terjadi dalam proses *Unipol*.



Setelah dilakukannya polimerisasi, uap dan padatan hasil polimerisasi dipisahkan dalam siklon. Kemudian dimurnikan dalam purging untuk menghilangkan residu dari monomer. Setelah itu padatan yang dihasilkan disimpan dalam silo. Proses *Unipol* ini jika dilihat dari segi produksi memang lebih ekonomis, tetapi dalam proses pengendaliannya proses *Unipol* ini cukup sulit karena yang harus dikendalikan fasanya adalah gas.

1.3.3 Proses *Spheripol*

Proses *Spheripol* merupakan salah satu produksi polipropilen yang pembentukan polimernya pada fasa liquid. Tahap polimerisasi pada proses *Spheripol* dilakukan didalam reaktor tangki berpengaduk. Bahan baku propilen, hidrogen, beserta katalis diumpankan kedalam reaktor tangki berpengaduk untuk dipolimerisasi, kemudian uap propilen diumpankan kembali kedalam reaktor tangki berpengaduk. Berikut reaksi polimerisasi yang terjadi pada proses *Spheripol*:



Secara keseluruhan proses polimerisasi antara proses *Spheripol* dan *Unipol* hampir sama, yang membedakan hanyalah reaktor yang digunakan dan dalam pengendaliannya sendiri proses *Spheripol* terbilang lebih mudah untuk dikendalikan karena fasa yang dikendalikan adalah liquid.

1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku, Katalis, Produk dan Limbah

1.4.1 Bahan Baku

- Tandan Kosong Kelapa Sawit
Komposisi Tandan kosong kelapa sawit :
Selulosa : 34,50 %
Hemiselulosa : 31,80 %
Lignin : 25,70 %

(Prasetiyadi,2020)

Tabel 1. 1 Sifat Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit

Analisa proksimat	
Kadar Air (BB)	55,6 %
Kadar Air (BK)	5,18 %
Kadar Abu	3,45 %
Volatile Matter	82,58 %
Fixed Carbon	8,97 %

Analisa Ultimat	
Unsur C	46,62 %
Unsur H	6,45 %
Unsur N	1,21 %
Unsur O	45,66 %
Unsur S	0,035 %

Sumber, Prayogi, 2019

- Air

Rumus Molekul : H₂O
 Berat Molekul : 18,02 Kg/Kmol
 Wujud : Liquid
 Warna : Tidak berwarna
 Titik Didih (1 atm) : 100°C
 Densitas (1 atm) : 1 gr/cm³

(Perry, 2008)

- Benfield

Rumus Molekul : K₂CO₃
 Berat Molekul : 138,205 Kg/Kmol
 Wujud : Solid
 Warna : Tidak berwarna
 Titik Didih (1 atm) : Terdekomposisi
 Titik Leleh (1 atm) : 891 °C
 Densitas (1 atm) : 2,13 gr/cm³

(Merck, 2014)

- Natrium Hidroksida

Rumus Molekul : NaOH
 Berat Molekul : 39,997 kg/kmol
 Wujud : Solid
 Warna : Putih
 Titik Didih (1 atm) : 1.388°C
 Densitas (1 atm) : 2,13 g/cm³

(Perry, 2008)

1.4.2 Katalis

- Katalis Titanium

Tetraklorida

Rumus Molekul	: TiCl_4
Berat Molekul	: 189.679 Kg/Kmol
Wujud	: Liquid
Massa Jenis (suhu Kamar)	: 1.73 g/cm^3
Titik Lebur	: -25°C
Titik Didih	: $136,4^\circ\text{C}$

(Sumber : uii.ac.id/ 2023)

- Katalis Triethylaluminium

Rumus Molekul	: $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{Al}$
Berat Molekul	: 114.17 Kg/Kmol
Wujud	: Liquid
Massa Jenis (suhu Kamar)	: 0.8324 gr/ml
Titik lebur	: -46°C
Titik didih	: 185°C

(Sumber : uii.ac.id/ 2023)

1.4.3 Katalis

- Polipropilen

Rumus kimia	: $-(\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3)_n-$
Wujud	: Padat
Warna	: Putih
Bau	: Tidak berbau
Titik leleh	: $160 - 168^\circ\text{C}$
Densitas	: 0.910 gr/cm^3

(Sumber : uii.ac.id/ 2023)

1.4.4 Produk Samping

Hidrogen

Rumus Molekul	: H_2
Berat Molekul	: 2,016 Kg/Kmol
Wujud	: Gas

Warna	: Tidak bewarna
Titik Didih (1 atm)	: - 259,1 °C
Densitas (1 atm)	: - 252,7 °C

(Perry, 2008)

Kalium Bikarbonat

Rumus Molekul	: KHCO_3
Berat Molekul	: 100,12 kg/kmol
Wujud	: Liquid
Warnah	: Putih
Titik Leleh	: 100-200°C

(Perry, 2008)

▪ Kalium Bikarbonat

Rumus molekul	: CO_2
Berat molekul	: 44,01 gr/mol
Fasa	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik leleh	: -55,6 °C (pada tekanan 5,2 atm)
Titik didih	: -78,5 °C

▪ Tar

Wujud	:
Gas	: (Suhu > 100 oC)
Aerosol	: (Suhu < 100 oC)
Padat	: (Suhu < 30 oC)
Titik Didih (1 atm)	: 80-200 °C
Dew Point (1 atm)	: < 100 °C

(Milne, 1998)

▪ Metana

Rumus Molekul	: CH_4
Berat Molekul	: 16,04 Kg/Kmol
Wujud	: Gas
Warna Titik Leleh	: Tidak bewarna

Titik Didih : -182,5 °C
: -161,4 °C

(Perry, 2008)

- Etana
 - Rumus Molekul : C_2H_6
 - Berat Molekul : 30 Kg/Kmol
 - Wujud : Gas
 - Warna : Tidak bewarna
 - Titik Leleh : -182,7 °C
 - Titik Didih : -88,55 °C

(Perry, 2008)

- Propana
 - Rumus Molekul : C_3H_8
 - Berat Molekul : 44,097 Kg/Kmol
 - Wujud : Gas
 - Warna Titik Leleh : Tidak bewarna
 - Titik Didih : -188 °C
: -42 °C

(Perry, 2008)

- Butana
 - Rumus Molekul : C_4H_{10}
 - Berat Molekul : 58,12 Kg/Kmol
 - Wujud : Gas
 - Warna : Tidak bewarna
 - Titik LelehTitik Didih : -138 °C
: -1 °C

(Perry, 2008)

- Pentana
 - Rumus Molekul : C_5H_{12}
 - Berat Molekul : 58,12 Kg/Kmol
 - Wujud : Gas

Warna : Tidak bewarna
Titik LelehTitik Didih : -129,8 °C
: 36,1 °C

(Perry, 2008)

▪ Natrium Karbonat

Rumus Molekul : Na_2CO_3
Berat Molekul : 105,81 kg/kmol
Wujud : Liquid
Warna : Tidak berwarna
Titik Didih : 1600 °C
Titik Leleh : 856 °C

(Perry, 2008)