

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri tekstil dan kimia (IKTA) mengalami pertumbuhan yang pesat. Pada tahun 2016 sekitar 8,2 persen dari total ekspor nasional atau setara Rp 159,05 triliun dan mampu disumbangkan oleh perusahaan IKTA (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2017). Seiring dengan pertumbuhan industri tekstil dan kimia, kebutuhan karbon disulfida mengalami peningkatan yang signifikan, akan tetapi kapasitas produksi senyawa yang berguna sebagai bahan baku pembuatan rayon, insektisida, dan karbon tetraklorida ini masih tergolong rendah. Pada tahun 2017, sebanyak 74% karbon disulfida dalam negeri masih impor (Division, 2018). Ditinjau berdasarkan data neraca perdagangan karbon disulfida di Indonesia, setiap tahunnya volume impor karbon disulfida masih cenderung lebih besar dibandingkan dengan volume ekspor. Oleh karena itu, mendirikan pabrik karbon disulfida sangat berpotensi dari segi ekonomi yang akan mendorong pertumbuhan industri-industri di Indonesia, serta membantu meningkatkan perekonomian secara makro.

I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Gas Alam

Gas alam merupakan salah satu sumber energi yang tidak berbau, tidak korosif dan tidak beracun (Shell, 2018). Gas alam merupakan campuran beberapa komponen hidrokarbon CH_4 (metana), C_2H_6 (etana), C_3H_8 (propana), $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ (butana), sedikit C_5H_{12} (pentana), serta nitrogen. Secara umum komposisi gas alam meliputi, 85-90% metana, 3-8% etana, 1-3% propana, 1-2% butana, 0-2% pentana, dan 0-2% nitrogen (seluruh persentase dalam % mol).

Penggunaan *Liquefied Natural Gas* (LNG) dalam industri cenderung lebih aman karena memiliki kondisi penyimpanan 6-10 bar, kondisi ini lebih aman dibandingkan sumber energi lain, contohnya *Compressed Natural Gas* (CNG) yang harus disimpan dalam kondisi tekanan 250 bar (Santoso, 2014). Berikut disajikan sifat karakteristik NG:

Tabel I.1. Karakteristik dari Gas Alam Indonesia (Hahn, 2018)

Karakteristik	Keterangan
Berat Molekul (g/mol)	16,043
Densitas Fase Cair (kg/m ³)	426
Densitas Fase Gas (kg/m ³) pada 25°C	0,656
Titik Didih (°C)	-161
<i>Specific Gravity</i> (udara =1)	0,555

I.2.2. Belerang

Belerang atau sulfur bersifat non-logam serta memiliki bau dan warna yang khas yang dapat dilihat pada Gambar I.1. Sulfur dapat ditemukan di alam bebas, beberapa sumber utama sulfur antara lain di sekitar gunung berapi, pembakaran arang, dan gas alam. Senyawa ini tidak beracun, tetapi bila direaksikan bisa berubah menjadi karbon disulfida, hidrogen sulfida, dan belerang dioksida yang sangat beracun bagi makhluk hidup dalam fasa gas (Chemistry, 2017).



Gambar I.1 Batu Belerang

Belerang murni berwarna kuning, memiliki sifat tidak larut dalam air tetapi mampu larut di dalam toluena. Sulfur merupakan senyawa non-logam, oleh karena itu belerang memiliki konduktivitas panas dan listrik yang buruk. Berikut sifat karakteristik dari belerang:

Tabel I.2 Karakteristik dari Belerang (Chemistry, 2017)

Karakteristik	Keterangan
Titik Didih (°C)	444,6
Densitas (g/cm ³)	2,07
Berat Molekul (g/mol)	32,06

I.2.3. Karbon Disulfida

Karbon disulfida (CS₂) atau biasa disebut karbon bisulfida merupakan senyawa tidak berwarna, sangat beracun, mudah menguap (sangat volatil) dan mudah terbakar. Senyawa ini biasa digunakan dalam jumlah besar untuk pembuatan rayon dan karbon tetraklorida, sedang penggunaan dalam jumlah kecil untuk membuat pelarut bahan kimia. Karbon disulfida dapat larut di dalam air dan memiliki titik didih sebesar 46,3 °C, serta titik beku sebesar -110,8 °C (Britannica, 2013). Berikut karakteristik dan struktur molekul dari karbon disulfida:

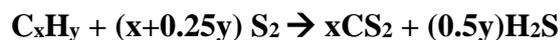


Gambar I.2. Struktur Molekul Karbon Disulfida (Merck, 2018)

Tabel I.3. Karakteristik dari Karbon Disulfida (ScienceLab, 2013)

Karakteristik	Keterangan
Berat Molekul (g/mol)	76,13
Titik Didih (°C)	46,3
Titik Lebur (°C)	-110,8
Densitas (gr/cm ³)	1,26
Tekanan uap (hPa) pada 20 °C	398

Secara umum, pembuatan karbon disulfida dapat dilakukan dengan cara mereaksikan senyawa hidrokarbon dengan gas belerang pada suhu 400-700°C dan hidrokarbon sebagai *limiting reactant*. Reaksi mampu mencapai konversi 90% pada suhu 600°C dengan katalis silica gel dan ekses sulfur sebesar 12% (Folkins, 1950). Berikut reaksi pembentukan karbon disulfida dari H₂S dan belerang :



Gambar I.3. Contoh Reaksi Pembentukan Karbon Disulfida

I.2.4. Hidrogen Sulfida

Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan senyawa fase gas yang tidak berwarna, sangat beracun, mudah terbakar dan memiliki bau yang khas seperti telur busuk. Apabila terkena paparan langsung senyawa ini dalam jumlah yang besar akan berdampak buruk bagi kesehatan pernapasan (Rifa, et al., 2016), sakit kepala, dan batuk kronis (Pakpahan, et al., 2013). Sementara itu, bila dalam jumlah yang sedikit dapat menyebabkan iritasi mata, hidung dan kerongkongan (Pakpahan, et al., 2013).

Tabel I.4. Sifat dan Karakteristik Hidrogen Sulfida (Lide, 2007)

Karakteristik	Keterangan
Berat Molekul (g/mol)	34,1
Titik Didih (°C)	-77
Titik Lebur (°C)	-82
Densitas (g/cm ³)	1,2

Menurut Karan, senyawa ini dapat dijadikan karbon disulfida melalui reaksi antara hidrogen disulfida dan hidrokarbon dengan reaksi sebagai berikut :



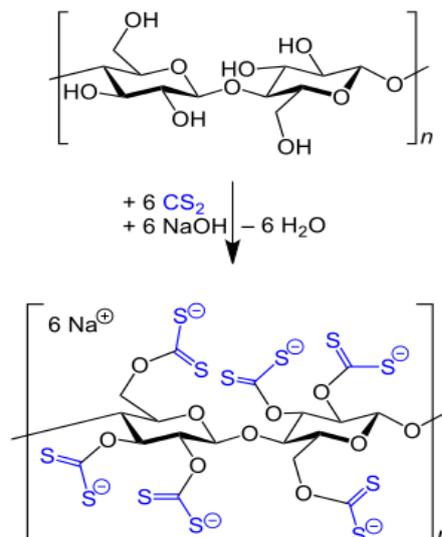
Reaksi mampu mencapai konversi 86,9% pada suhu 1250°C dengan eksep H₂S sebesar 9% (Karan, 2004).

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Karbon disulfida memiliki kegunaan dalam berbagai industri:

1. Sebagai bahan baku dalam industri rayon

Karbon disulfida digunakan dalam industri rayon sebagai reaktan untuk meregenerasi selulosa. Selulosa yang berasal dari serat kayu direndam dalam pelarut alkali, kemudian alkali selulosa yang dihasilkan, direaksikan dengan CS₂ hingga membentuk selulosa xanthate yang berwarna kuning jingga atau disebut *viscose* (Mckeen, 2012), skema reaksi dapat dilihat pada Gambar I.4.



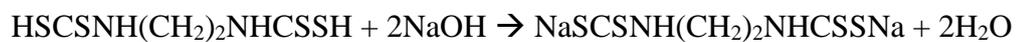
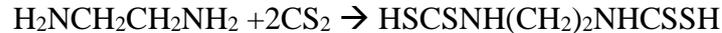
Gambar I.4. Reaksi Selulosa dengan Pelarut Alkali dan Karbon Disulfida (Mckeen, 2012)



Gambar I.5. Rayon atau Cellulose Xanthate

2. Sebagai bahan baku pembuatan fungisida

Karbon disulfida digunakan sebagai bahan baku pembuatan fungisida . Kemampuan CS₂ bereaksi dengan senyawa amin mampu menghasilkan *dithiocarbamic acid*. Senyawa *dithiocarbamic acid* kemudian direaksikan dengan alkali hidroksida membentuk senyawa baru yang stabil, contoh persamaan reaksi:



Jika garam direaksikan dengan zink sulfat dan *lime*, maka terbentuk *zinc salt* yang dapat membasmi hama tanaman, terutama sayuran seperti kentang dan tomat (Inchem, 2018).

3. Sebagai pelarut

Karbon disulfida digunakan sebagai pelarut selenium, fosfor, bromin, iodin dan lemak (Inchem, 2018)

I.4. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan gas alam dan belerang sebagai bahan baku karbon disulfida sangat melimpah di Indonesia, beberapa perusahaan yang mengelola sumber-sumber gas alam antara lain (Syukur, 2015):

1. PT Badak Natural Gas Liquefaction di Bontang, Kalimantan Timur, kapasitas 59.000 ton LNG/hari dan mampu menghasilkan 22,6 MTPA

2. PT Arun Natural Gas Liquefaction yang berlokasi di Desa Arun, Kecamatan Syamtalira, Aceh Utara, dengan kapasitas 35.000 ton LNG/hari yang mampu menghasilkan 6,8 MTPA (*millions tons per year*)
3. BP Tangguh yang berlokasi di Teluk Bintuni, Papua Barat, dengan kapasitas 20.000 ton LNG/hari yang mampu menghasilkan 7,6 MTPA
4. PT Donggi Senoro LNG di Desa Uso, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah, kapasitas 2 juta ton per tahun dan mampu menghasilkan 2 MTPA

Daerah ketersediaan belerang sebagai bahan baku antara lain (Resha,2016) :

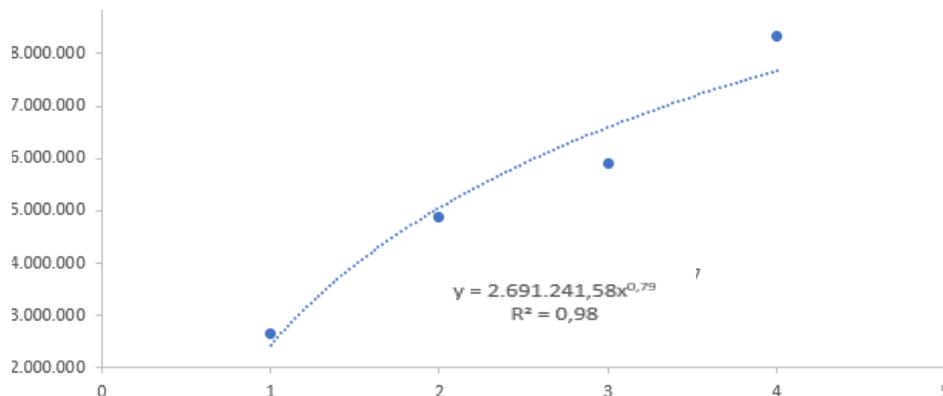
1. PT Yoshiutama dengan kapasitas 15.000 ton/tahun
2. PT Indosulfur Mitra Kimia dengan kapasitas 24.000 ton/tahun
3. PT Candi Ngrimbi dengan kapasitas 14.015 ton/tahun

I.5. Kapasitas Produksi

Berikut data kebutuhan karbon disulfida di Indonesia tiap tahun:

Tabel I.5. Data Kebutuhan Karbon Disulfida di Indonesia (Division, 2018)

Tahun ke	Tahun	Kapasitas (kg)
1	2014	2.668.398
2	2015	4.882.835
3	2016	5.897.328
4	2017	8.324.562



Gambar I.6. Grafik Kebutuhan Karbon Disulfida di Indonesia

Dari grafik tersebut dapat dinyatakan dengan $Y = 2.691.241,58 X^{0,79}$ dengan $R^2 = 0,98$, oleh karena itu kebutuhan tahun 2023 atau tahun ke sepuluh dari 2014 diprediksikan sebesar :

$$Y = 2.691.241,58 \times 10^{0,79} = 16.594.061,07 \text{ kg/tahun}$$

Pabrik ini direncanakan akan memenuhi 75% dari kebutuhan, jadi pabrik akan memproduksi karbon disulfida sebesar :

$$75\% \times 16.594.061,07 = 12.445.545,80 \text{ kg/tahun}$$

Jadi kapasitas produksi pabrik ditetapkan sebesar 13.000.000 kg/tahun atau 13.000 ton/tahun.