

# BAB I

## PEMBAHASAN UMUM

### 1.1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang dituntut untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain dalam bidang industri dan salah satu sektor yang memegang peran penting yaitu industri kimia. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif maupun kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah aseton. Industri-industri kimia di Indonesia seperti industri *acetone cyanohydrin*, *methyl methacrylate*, *bisphenol A*, *diaseton alcohol*, *ethyl isobutyl carbynol*, *methyl isobutyl ketone*, merupakan beberapa bahan kimia yang dalam proses pembuatannya menggunakan bahan baku penunjang seperti aseton.

Aseton dikenal juga dengan dimetil keton atau 2-propanol, merupakan senyawa penting dari alifatik keton. Aseton pertama kali dihasilkan dengan cara distilasi kering dari kalsium asetat. Fermentasi karbohidrat menjadi aseton, butil dan etil alkohol yang menggantikan proses pada tahun 1920. Proses tersebut mengalami pembaruan pada tahun 1950 dan 1960 yaitu proses dehidrogenasi 2-propanol dan oksidasi *cumene* menjadi penol dan aseton. Bersamaan dengan proses oksidasi propena, metoda ini menghasilkan lebih dari 95% aseton yang diproduksi diseluruh dunia (Ullmann, 2007).

Kebutuhan aseton di Indonesia semakin lama semakin meningkat, akan tetapi sampai saat ini masih belum ada perusahaan di Indonesia yang memproduksinya.

Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih mendatangkan aseton dari Negara lain seperti Amerika Serikat, Belanda, Cina, Korea, Jepang dan Singapura.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) berikut ini merupakan tabel data kebutuhan impor aseton dari tahun 2018-2022:

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Impor Aseton pada Tahun 2018-2022

| <b>Tahun</b> | <b>Jumlah Impor<br/>(Ton/Tahun)</b> | <b>Pertumbuhan</b> |
|--------------|-------------------------------------|--------------------|
| 2018         | 22.351.473                          | 0                  |
| 2019         | 21.729.436                          | -2.7830            |
| 2020         | 16.745.963                          | -22.9342           |
| 2021         | 19.988.196                          | 19.3613            |
| 2022         | 24.816.223                          | 24.1544            |

Sumber : Badan Pusat Statistik (2023)

Aseton banyak digunakan pada industri selulosa asetat, cat, serat, plastik, karet, kosmetik, perekat, pernis, penyamakan kulit, pembuatan minyak pelumas, dan proses ekstraksi juga sebagai bahan baku pembuatan metil isobutil keton. Pabrik aseton perlu didirikan di Indonesia. Beberapa keuntungan yang didapat apabila pabrik aseton didirikan antara lain:

1. Mengurangi ketergantungan impor aseton.
2. Peningkatan dan pemerataan ekonomi dengan terbentuknya lapangan kerja baru.
3. Mengurangi angka pengangguran.

4. Memacu pertumbuhan industri di Indonesia yang menggunakan aseton sebagai bahan baku.
5. Menghemat devisa negara.

## **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Pembuatan aseton awalnya diamati pada tahun 1595 sebagai produk penyuling gula timbal (timbal asetat). Pada abad ke 19 diperoleh dengan cara merusak penyulingan logam asetat, kayu, dan karbohidrat dengan kapur, dan pirolisis dari asam sitrat yang komposisinya ditentukan oleh Liebig dan Dumas pada tahun 1832. Sampai dengan perang dunia I, aseton diproduksi melalui destilasi kering kalsium asetat yang didapatkan melalui netralisasi asam pyrolignouse ( destilasi kayu ) dengan batu kapur dan devaporasi sampai kering. Ketika perang dunia I dimulai, metode baru untuk memproduksi aseton melalui fermentasi dengan mengubah karbohidrat (tepung terigu atau tetes tebu) menjadi aseton dan butil alkohol menggunakan Bacillus. Industri umum, pelarut komersial dan penyuling rumah pernah mengembangkan proses biofermentasi aseton dengan kapasitas 22.700 ton/tahun. Setelah metode ini menjadi tidak kompetitif pada akhir 1960.

Produksi aseton dengan dehidrogenasi isopropil alkohol dimulai pada awal tahun 1920. Produksi ini merupakan metode produksi yang dominan hingga tahun 1960. Pada pertengahan 1960an, hampir semua aseton Amerika Serikat di produksi dari propilena, yaitu sebuah proses untuk oksidasi langsung propilen menjadi aseton yang di kembangkan oleh Wacker Chemie. Namun pada pertengahan tahun 1970

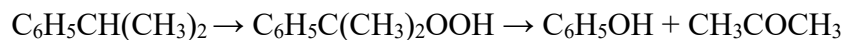
sekitar 60% produk aseton yang dihasilkan oleh proses tersebut diubah menjadi cumena hidroperoksida yang menyumbang 65% dari aseton.

### 1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan

Macam-macam Proses Pembuatan Aseton Aseton dapat dibuat dengan berbagai proses dan dari bahan baku yang berbeda-beda. Menurut Kirk-Orthmer (2004), kurang lebih aseton dapat dibuat dengan tiga proses yaitu sebagai berikut:

#### a. Proses *Cumene Hydroxide*

Pada proses ini, benzene dialkilasi menjadi cumene yang kemudian dioksidasi dengan udara atau oksigen murni menjadi cumene hydroxide. Cumene Hydroxide kemudian ditambahkan dengan asam dan pemanasan akan menghasilkan fenol dan aseton. Reaksinya sebagai berikut.

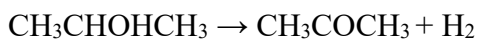


Secara garis besar, proses ini dibagi menjadi tahap oksidasi cumene, tahap pembelahan cumene hydroxide, netralisasi, dan distilasi aseton. Proses oksidasi cumene biasanya berlangsung pada suhu 80-130°C dan tekanan 6 atm dengan penambahan natrium hidroksida sebagai promotor/stabilizer. Umpan masuk reaktor pengoksidasi adalah fresh cumene dan recycled cumene keluaran reaktor. Udara atau oksigen digelembungkan dari bawah reaktor. Hasil keluaran reaktor kemudian dievaporasi hingga kadar cumena hidroperoksidanya 75-85%. Proses penambahan asam kemudian dilakukan pada suhu 60-100°C pada sebuah tangki berpengaduk dan akan terjadi reaksi pembelahan cumene hydroxide menjadi fenol dan aseton. Selanjutnya, setelah proses penambahan asam, dilakukan proses netralisasi dengan

basa atau ion exchanger. Berikutnya adalah proses pencucian dan distilasi. Dengan proses ini, dihasilkan aseton dengan konversi 35-40% (Kirk-Othmer, 2004).

b. Dehidrogenasi Isopropil Alkohol

Aseton dapat diproduksi dengan proses dehidrogenasi isopropil alkohol. Produk yang dihasilkan dari isopropil alkohol ini bebas dari aromatik benzene yang muncul dari proses cumene hydroprooxide. Reaksi yang terjadi saat dehidrogenasi adalah sebagai berikut.



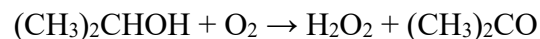
Kondisi operasi pada suhu 300-500°C dengan tekanan 207 kPa (2,04 atm) menunjukkan yield mencapai 90%. Secara teoritis, pada suhu operasi 325°C, konversi isopropil alkohol menjadi aseton sebesar 97% mungkin saja terjadi. Peran katalis sangat diperlukan di sini. Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk penentuan kinetika reaksi, seperti copper, silver, platinum, paladium metal, dan sebagainya. Untuk hasil yang optimal, katalis ditambahkan pada temperatur rendah (315-482°C) secara bertahap. Ketika katalis kuningan digunakan, dia dapat memangkas waktu selama 500-1000 jam. Pada umumnya reaksi dehidrogenasi sulit dilakukan dan sangat berisiko. Proses ini membutuhkan temperatur tinggi agar tercapai kesetimbangan dan kecepatan reaksi yang baik (Kirk-Orthmer,2004).

Isopropil alkohol didehidrogenasi pada reaksi endotermis, sehingga diperlukan panas sebesar 62,9 KJ/mol. Kesetimbangan lebih menguntungkan pada kondisi suhu tinggi. Kondisi reaksi berlangsung pada fase gas dengan tekanan 2 atm dengan 350°C memberikan konversi sebesar 85%-92%. Karena reaksi terjadi pada

kondisi endotermis, maka semakin tinggi suhu maka kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan aseton. Diperlukan katalis solid pada proses ini untuk mempercepat reaksi, seperti kombinasi Zinc Oxide-Zirconium Oxide (ZnOZrO), Copper-Chromium Oxide (Cu-CrO) atau Copper-Silicon Dioxide (Cu-SiO<sub>2</sub>). Pemakaian katalis biasanya dimasukkan ke reaktor secara acak/ random untuk mencegah terbentuknya endapan karbon maka secara periodik perlu diadakan regenerasi katalis (Turton R, 1998).

c. Proses Oksidasi Isopropanol

Isopropanol dicampurkan dengan udara dan diumpankan ke reaktor yang bersuhu antara 80-140°C dengan tekanan operasi 3-4 atm. Reaksi menggunakan katalis yang sama dengan katalis yang digunakan pada proses dehidrogenasi Isopropanol. Reaksi oksidasi Isopropanol sangat eksotermis, reaksinya sebagai berikut.



Dengan proses ini dihasilkan aseton dengan konversi 15%. Hal ini dikarenakan aseton yang dihasilkan bukan produk utama melainkan *by product* (Weissermel K, 1997).

#### 1.4. Sifat Fisika dan Kimia

Berikut merupakan sifat kimia dan sifat fisika dari senyawa-senyawa yang digunakan.

1. Produk Utama (Aseton)

Aseton (2-Propanon, Dimetil Keton,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) dengan berat molekul 58,08 g/mol ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) merupakan jenis keton yang paling sederhana dan paling penting dalam industri kimia. Merupakan pelarut yang baik untuk gum, waxes, resin, oli, lemak, minyak, zat warna dan selulosa. Berikut merupakan spesifikasi dari aseton.

a. Sifat Fisis

**Tabel 1.2** Sifat Fisis Produk Utama Aseton

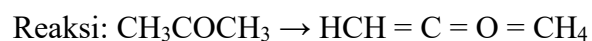
| Sifat Fisis                    | Keterangan             |
|--------------------------------|------------------------|
| Titik lebur                    | -94,6 °C               |
| Titik didih (101,5 kPa)        | 56,29 °C               |
| Indeks bias (20°C)             | 1,3588                 |
| Temperatur kritis              | 235,05 °C              |
| Tekanan kritis                 | 4.701 kPa              |
| Volume kritis                  | 0,209 L/mol            |
| Tekanan uap (20°C)             | 24,7 kPa               |
| Viskositas (20°C)              | 0,32 cP                |
| <i>Spesific gravity</i> (20°C) | 0,783                  |
| Konduktivitas (298,15 K)       | 5,5 ( $10^{-8}$ ) S/cm |
| Kelarutan                      | Sangat larut dalam air |

Sumber: Kirk-Othmer (2004)

b. Sifat Kimia

Titik nyala (flash point) aseton pada cawan tertutup adalah -18°C, sedangkan di cawan terbuka adalah -9°C.

1. Dengan proses pirolisis akan membentuk ketena.



2. Aseton dapat dikondensasi dengan asetilen membentuk 2 metil 3 butynediol, suatu intermediate untuk isoprena.



3. Dengan hidrogen sianida dalam kondisi basa akan menghasilkan aseton sianohidrin.



2. Produk Samping (Gas hidrogen)

Hidrogen (H) dengan berat molekul 1,0078 g/mol merupakan unsur yang paling ringan dan memiliki tiga isotop (hidrogen, deuterium, dan tritium). Gas Hidrogen (H<sub>2</sub>) berwujud gas dengan berat molekul sebesar 2,02 g/mol. Gas hidrogen menjadi bahan baku utama dalam industri pembuatan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); *bleaching agent* dalam industri pulp, kertas, dan tekstil, dan aplikasi industri lainnya.

**Tabel 1.3** Sifat Fisis Produk Samping Hidrogen (H<sub>2</sub>)

| Sifat Fisis   | Keterangan            |
|---------------|-----------------------|
| Rumus molekul | H <sub>2</sub>        |
| Berat molekul | 2,02 g/gmol           |
| Bentuk        | Gas tak berwarna      |
| Titik didih   | -252,87 °C            |
| Titik lebur   | -252,87 °C            |
| Kelarutan     | Tidak larut dalam air |

Sumber: Kirk-Othmer (2004)

3. Bahan Baku (Isopropil Alkohol)

Isopropil Alkohol (Isopropanol, 2-Propanol, Dimetil Karbinol, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH) dengan berat molekul 60,09 g/mol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O) merupakan cairan yang tidak berwarna, volatil, dan mudah terbakar. Memiliki bau yang menyerupai campuran antara etil alkohol dan aseton. Sekitar 50% isopropil alkohol telah digunakan sebagai solvent.



Selain itu, digunakan pada industri kimia pertanian, farmasi, proses berkatalis, dan pelarut. Berikut ini merupakan spesifikasi bahan baku Isopropil Alkohol (IPA).

a. Sifat Fisis

**Tabel 1.4** Sifat Fisis Bahan Baku (Isopropil Alkohol)

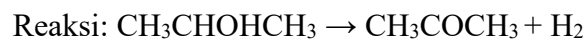
| Sifat Fisis                    | Keterangan               |
|--------------------------------|--------------------------|
| Titik didih (101,3 kPa)        | 82,3 °C                  |
| Titik beku                     | -88,5 °C                 |
| <i>Spesific gravity</i> (20°C) | 0,7864                   |
| Panas spesifik (20°C)          | 2.510,4 J/(kg.K)         |
| Indeks bias                    | 1,3772                   |
| Viskositas (20°C)              | 2,4 Cp                   |
| Densitas (20°C)                | 0,7864 g/cm <sup>3</sup> |
| Tekanan Uap (20°C)             | 4,4 kPa                  |
| Temperatur kritis              | 235,2 °C                 |
| Tekanan kritis (20°C)          | 4.764 kPa                |
| Kelarutan                      | Sangat larut dalam air   |

Sumber: Kirk & Othmer (2004)

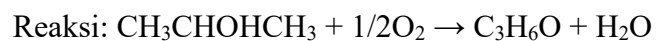
b. Sifat Kimia

Sifat kimia isopropil alkohol ditentukan oleh gugus hidroksil fungsionalnya. Namun, produksi aseton, sebagian besar isopropil alkohol melibatkan gugus isopropil atau isopropoksi menjadi molekul organik lain dengan pemecahan ikatan C – OH atau O – H dalam molekulnya.

1. Isopropil alkohol didehidrogenasi membentuk aseton dengan katalis bermacam-macam seperti logam, oksida dan campuran logam dengan oksidanya.



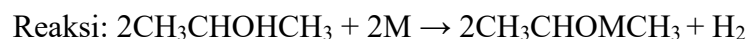
2. Isopropil alkohol dapat juga dioksidasi secara parsial membentuk aseton dengan katalis yang sama dengan proses dehidrogenasi.



3. Dengan asam halogen dihasilkan isopropil halida.

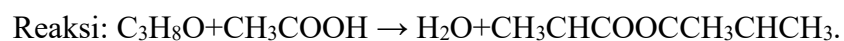


4. Bereaksi dengan logam-logam aktif seperti sodium dan potasium membentuk metal isopropoksida dan hidrogen.

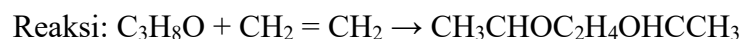


Alumina isopropoksida dapat dihasilkan dari refluks isopropil alkohol 99%, aluminium dengan katalis merkuri oksida.

5. Dengan asam asetat dan katalis asam sulfat dapat membentuk isopropil asetat.



6. Dengan etilen oksida atau propilen oksida dengan katalis basa seperti NaOH akan membentuk eter alkohol dari isopropil alkohol.



7. Isopropil alkohol dapat mengalami dehidrasi menghasilkan diisopropil eter ataupun propilen.

