



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Bahan kimia sudah lama digunakan dan dikembangkan. Sejarah manusia secara tradisional terbagi menjadi era yang berkaitan langsung dengan evolusi penggunaan dan pengolahan material, yaitu era batu dan besi. Transisi dari sistem produksi berbasis kerajinan tangan ke sistem produksi industri memerlukan identifikasi dan pemahaman lebih lanjut tentang prinsip-prinsip dan dasar-dasar alam. Perkembangan ilmu pengetahuan menghasilkan berbagai industri kimia yang terspesialisasi, salah satunya adalah industri pembuatan disodium fosfat (Martin, 2016)

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Industri kimia melakukan suatu kegiatan pengolahan bahan baku dan bahan penunjang untuk menambah nilai kegunaannya dan menghasilkan suatu produk yang dapat bermanfaat untuk masyarakat, seperti industri pembuatan disodium fosfat. Disodium fosfat (Na_2HPO_4), merupakan produk turunan asam fosfat yang banyak memiliki kegunaan. Na_2HPO_4 digunakan dalam pengolahan air untuk pengendalian korosi atau dicampur dengan polifosfat untuk penghambatan kerak. Na_2HPO_4 umumnya juga digunakan dalam pengolahan produk susu dan sebagai buffer dalam proses industri seperti manufaktur tekstil (EPA, 2022). Banyaknya kegunaan Na_2HPO_4 dalam kehidupan juga meningkatkan permintaan akan senyawa tersebut. Sampai pada tahun 2023, Badan Pusat Statistika Indonesia mencatat terjadinya peningkatan jumlah konsumsi Na_2HPO_4 dalam negeri, dan hal ini juga diikuti dengan meningkatnya jumlah impor setiap tahunnya, sehingga dapat dikatakan bahwa pembangunan pabrik Na_2HPO_4 menjadi hal yang krusial dalam sektor industri untuk mengurangi ketergantungan impor terhadap negara lain sehingga dapat menciptakan kemandirian perekonomian Indonesia.

Mayoritas disodium fosfat yang diproduksi dalam skala industri dimulai dengan asam fosfat dan natrium hidroksida atau natrium karbonat. Asam fosfat yang telah dipekatkan dan diproses dengan menambahkan natrium hidroksida atau



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

natrium karbonat untuk menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi dengan bantuan proses kristalisasi. Proses pembuatan disodium fosfat yang paling umum berlangsung dalam beberapa langkah, tergantung dengan penggunaan natrium hidroksida dan natrium karbonat (EPA, 2022). Dalam perancangan pabrik ini bahan baku yang digunakan adalah asam fosfat dan natrium karbonat. Hal ini didasari oleh ketersediaan bahan baku yang dapat dipenuhi di dalam negeri. Asam fosfat yang digunakan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, sedangkan natrium karbonat diperoleh dari PT Perdana Chemindo Perkasa yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur

I.1.2 Prospek Ekonomi Kedepan

Indonesia memiliki banyak industri salah satunya industri kimia seperti pabrik disodium fosfat mempunyai target pasar yang luas. Industri kimia seperti pabrik disodium fosfat ini masih ada beberapa kebutuhan yang diimpor dari luar seperti pada data yang diperoleh dari (Badan Pusat Statistik, 2024) impor pada tahun 2019-2023 terus bertambah dikarenakan banyaknya kebutuhan yang dibutuhkan sebagai bahan baku pada suatu produk.

Dilihat dari aspek pasar, Na_2HPO_4 merupakan bahan baku atau dapat dijadikan sebagai bahan penunjang pada beberapa sektor industri seperti dapat digunakan untuk bahan deterjen, pembersih dan telah lama dikenal dalam pengolahan air. Banyaknya kegunaan dari Na_2HPO_4 ini menjadikan aspek pasar yang dijangkau semakin luas, tetapi target pasar yang diutamakan untuk memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri seperti di industri detergen, pupuk, atau keramik.

Bahan baku yang digunakan dalam produksi disodium fosfat menggunakan natrium karbonat dan asam fosfat. Bahan baku tersebut mudah untuk didapatkan seperti asam fosfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan natrium karbonat diperoleh dari PT. Perdana Chemindo Perkasa Surabaya. Produksi Na_2HPO_4 ini juga memiliki prospek yang besar jika dikembangkan melihat dari potensi ketersediaan bahan baku hingga target pasarannya. Sehingga hal tersebut dapat mendukung adanya perancangan pabrik Na_2HPO_4 ini. Harga bahan bahan baku dan produk tertera pada tabel I.1 berikut.



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

Tabel I.1 Harga bahan baku dan Produk Pabrik disodium Fosfat

No	Bahan	Harga (US \$/Kg)	Harga (Rp./Kg)	Sumber
1	Natrium Karbonat (Na_2CO_3)	0,43	21.645	PT. Perdana Chemindo Perkasa, 2024
2	Asam Fosfat (H_3PO_4)	0,96	20.279,7	PT. Petrokimia, 2024
3	Disodium Fosfat (Na_2HPO_4)	2	138.825,1	PT Luas Birus Utama, 2024

I.1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

Kebutuhan Na_2HPO_4 di Indonesia, mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I.2 Data Impor Disodium Fosfat di Indonesia (BPS, 2024)

Tahun	Jumlah Impor (ton/tahun)
2019	1585,32
2020	1845,24
2021	2423,97
2022	2652,84
2023	3194,13



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect Evaporator*”

Tabel I.3 Data Ekspor Disodium Fosfat di Indonesia (BPS, 2024)

Tahun	Jumlah Ekspor (ton/tahun)
2019	1,34
2020	4,00
2021	23,61
2022	89,54
2023	95,25

Tabel I.4 Data konsumsi disodium fosfat di Indonesia (BPS, 2024)

Tahun	Jumlah Konsumsi (ton/tahun)
2019	17583,98
2020	17841,24
2021	18400,37
2022	18563,30
2023	19098,88

Sampai saat ini, hanya terdapat satu pabrik yang memproduksi disodium fosfat di Indonesia yaitu di PT. Luas Birus Utama dengan kapasitas produksi 16.000 ton/tahun (kemenperin.go.id, 2024), sehingga apabila ditinjau dari data impor di Indonesia, maka dapat dikatakan bahwa pemenuhan akan kebutuhan senyawa tersebut masih sangat kurang.

Berdasarkan data ekspor, impor, dan konsumsi Na_2HPO_4 yang tersedia maka didapatkan perhitungan perkiraan pembangunan pabrik Na_2HPO_4 pada tahun 2029 dengan menggunakan persamaan *discounted* sebagai berikut:



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

$$F = P (1+i)^n$$

F = nilai pada tahun ke-n

P = nilai pada tahun pertama

i = peningkatan rata-rata

n = selisih antara tahun pertama dengan tahun ke-n; karena pabrik direncanakan untuk dibangun 5 tahun yang akan datang, maka n bernilai 5

Dari persamaan di atas maka di dapatkan perkiraan ekspor dan impor di Indonesia pada tahun 2029 sebagai berikut:

11. Produksi dalam negeri (F_1)

$$F_1 = 16.000 \text{ ton/tahun}$$

12. Perkiraan impor (F_2)

Tabel I.5 Perhitungan perkiraan impor

Tahun (x)	Jumlah impor ton/tahun (y)	$y_x = y_{n+1} - y_n$	$i = y_x/y$
2019	1585.32	259,921	0,1640
2020	1845.24	578,728	0,3136
2021	2423.97	228,869	0,0944
2022	2652.84	541,291	0,2040
2023	3194.13		
rerata	2340.3		0,1940

$$F_2 = P(1+i)^n$$

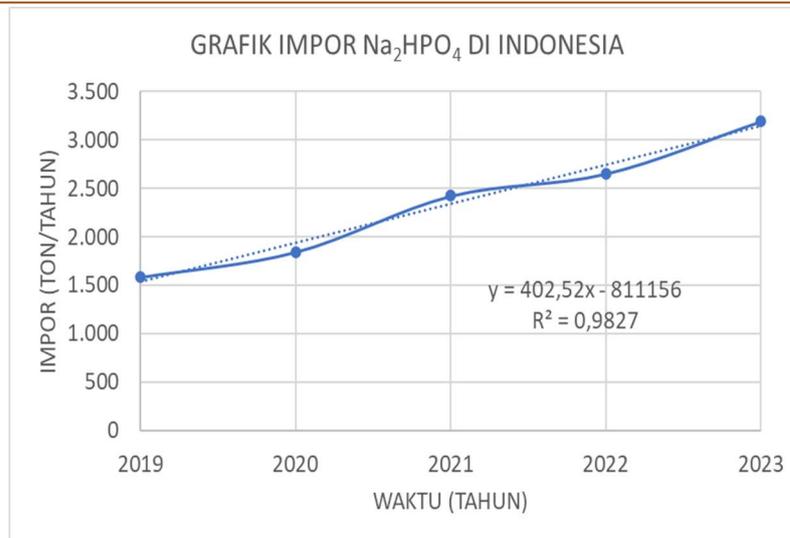
$$F_2 = 3194,132 (1+0,194)^5$$

$$F_2 = 7751.69 \text{ ton/tahun}$$



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect Evaporator*”



Gambar I.1 Grafik impor Na_2HPO_4 di Indonesia

13. Perkiraan ekspor (F_3)

Tabel I.6 Perhitungan perkiraan ekspor

Tahun (x)	Jumlah ekspor ton/tahun (y)	$y_x = y_{n+1} - y_n$	$i = y_x/y$
2019	1.34	2,660	1,9851
2020	4.00	19,605	4,9013
2021	23.61	65,932	2,7931
2022	89.54	5,716	0,0638
2023	95.25		
rerata	42.75		2,4358

$$F_3 = P(1+i)^n$$

$$F_3 = 95,253 (1+2,4358)^5$$

$$F_3 = 45607.27 \text{ ton/tahun}$$



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”



Gambar I.2 Grafik Ekspor Na_2HPO_4 di Indonesia

14. Perkiraan konsumsi dalam negeri (F_4)

Tabel I.7 Perhitungan perkiraan konsumsi dalam negeri

Tahun (x)	Jumlah konsumsi ton/tahun (y)	$y_x = y_{n+1} - y_n$	$i = y_x/y$
2019	17583.98	257,261	0,0039
2020	17841.24	559,123	0,0084
2021	18400.37	162,937	0,0024
2022	18563.30	535,575	0,0079
2023	19098.88		
rerata	18297.56		0,0056

$$F_4 = P(1+i)^n$$

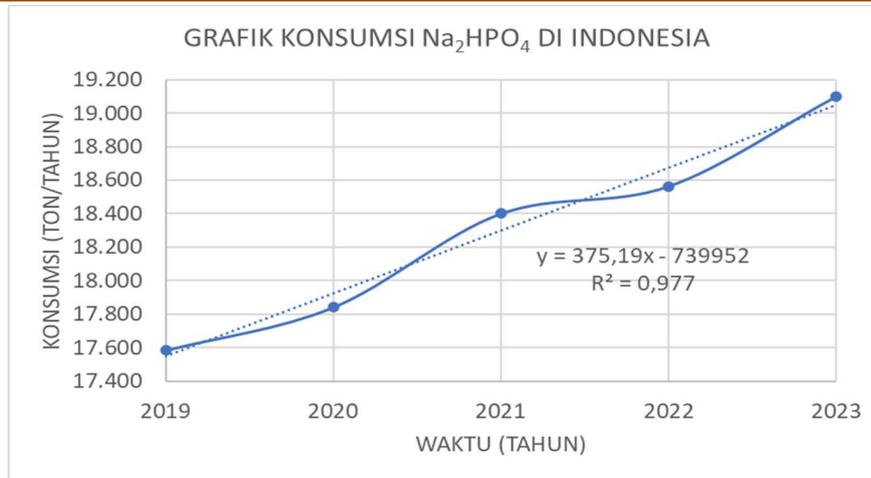
$$F_4 = 18297,56 (1+0,0056)^5$$

$$F_4 = 21181,86 \text{ ton/tahun}$$



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect Evaporator*”



Gambar I.3 Grafik konsumsi Na_2HPO_4 di Indonesia

berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan kapasitas produksi:

Kapasitas produksi = (Perkiraan Ekspor + Perkiraan konsumsi) - (Produksi dalam Negeri + Perkiraan Impor)

Kapasitas produksi = $(F3 + F4) - (F1 + F2)$

Kapasitas produksi = $(45607.27 + 21181,86) - (16000 + 7751.69)$

Kapasitas produksi = 43037.44 ton/tahun

sehingga dari persamaan berikut didapatkan kapasitas produksi disodium fosfat pada tahun 2029 adalah sebanyak 43037.44 ton/tahun.

Tabel 1.8 Data Pabrik yang Memanfaatkan Disodium fosfat

Perusahaan	Produk	Lokasi
PT. South Pacific Viscose	Tekstil	Purwakarta, Jawa Barat
PT. Golden Harvest Cocoa Indonesia	Mentega	Serang, Banten
PT. Kewalram Indonesia	Tekstil	Bandung, Jawa Barat
PT. Siskem Aneka Indonesia	Pengolahan Air	Bekasi, Jawa Timur

(kemenperin.go.id, 2024)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

Tabel I.9 Daftar Pra-Rancangan pabrik di Indonesia

No.	Judul	Sumber	Kapasitas (ton/tahun)
1	Pra rancangan Pabrik Kimia Disodium Fosfat dari Asam Fosfat dan Natrium Karbonat dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun	Universitas Gadjah Mada	40.000
2	Pra Rencana Pabrik Disodium Phosphate Anhidrat dari Asam Fosfat dan Natrium Karbonat Menggunakan Proses Kristalisasi	UPN Veteran Jawa Timur	15.000
3	Prarancangan Pabrik Disodium Fosfat Dari Asam Fosfat Dan Natrium Karbonat Dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun	Universitas Gadjah Mada	50.000
4	Prarancangan Pabrik Disodium Phosphate Dari Asam Phosphate Dan Natrium Karbonat Dengan Proses Netralisasi Kapasitas 6.000 Ton/Tahun	Politeknik Negeri Samarinda	6.000
5	Pra Rencana Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate Dari Sodium Carbonate Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Kristalisasi	UPN Veteran Jawa Timur	58.000

I.1.4 Kegunaan Produk

Adapun kegunaan dari disodium fosfat antara lain:

1. Disodium fosfat digunakan sebagai emulsifier dan buffer dalam makanan, dan dalam pembuatan keramik, dan senyawa boiler
2. Sebagai pembersih dalam beberapa industri, di antaranya industri sabun dan detergen; dan beberapa industri lainnya.
3. Sebagai inhibitor korosi yang mencegah kerusakan bahan kemasan dan sebagai pH adjuster untuk memodifikasi keasaman kosmetik
4. Bahan aditif pada makanan yang berfungsi sebagai pengatur keasaman (*acidity regulator*), misalnya pada mentega



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

5. Sebagai agen penyangga yang membantu menjaga stabilitas pH dan kosmetik perawatan kulit

(Johnson, 2021).

6. Reagen dalam pengolahan air umpan boiler, yang digunakan sebagai sumber alkali untuk mencegah korosi dan terbentuknya kerak. Penggunaan disodium fosfat dalam air boiler dapat membantu untuk menghindari penyumbatan oleh akumulasi kalsium dan garam magnesium, terutama di daerah air keras. Pembersihan sistem air dengan disodium fosfat juga membantu untuk mencegah korosi pipa, umumnya meningkatkan kualitas air dari waktu ke waktu.
7. Disodium fosfat sering dicampur dengan produk makanan tepung untuk mencegah penggumpalan

Disodium fosfat diperdagangkan dengan nama DSP dan dapat dianggap sebagai dasar dari semua senyawa fosfat lainnya. Senyawa ini adalah senyawa perantara dalam memproduksi trisodium fosfat dan sodium tripolipospat. Nama lain dari disodium phosphate antara lain sodium phosphate dibasic, secondary sodium phosphate, sodium hidrogen phosphate atau sodium orthophosphate (Patnaik, 2019). Disodium fosfat adalah bahan kimia industri penting yang digunakan dalam industri kosmetik, industri detergen dan lain sebagainya. Disodium fosfat termasuk dalam suatu senyawa pospat yang merupakan produk intermediat di kalangan suatu industri kimia. (Johnson, 2021).



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect Evaporator*”

I.2 Sifat Fisik dan Kimia

1.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

A. Natrium Karbonat

1) Sifat Fisik

- a. Nama lain : Soda ash, soda abu, sodium carbonate (Na_2CO_3)
- b. Wujud : Serbuk
- c. Warna : Putih
- d. Bau : Tidak berbau
- e. Melting point : 851°C
- f. Boiling Point : terdekomposisi diatas 851°C
- g. Specific Gravity : 2,533 gr/cc
- h. Freezing Point : $-17,5^\circ\text{C}$ (pada keadaan 75% berat)
- i. Solubility : 50,5 gr/100 gr H_2O pada 30°C

(Perry, 2019 “*Sodium carbonate*”)

2) Sifat Kimia

- a. Rumus kimia : Na_2CO_3
- b. Berat molekul : 106 g/gmol
- c. Reaksi antara natrium karbonat dan kalsium hidroksida akan menghasilkan kalsium karbonat dan natrium hidroksida.
- d. Semua karbonat akan cepat bereaksi dengan asam kuat membentuk garam karbonat.

3) Spesifikasi Bahan

Komposisi Kimia Natrium Karbonat PT. Perdana Chemindo Perkasa

No	Komposisi	Jumlah (%w/w)
1	Na_2CO_3	99,07%
2	NaCl	0,20%
3	H_2O	0,10%
Total		100%

(PT. Perdana Chemindo Perkasa, 2024)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

B. Asam Fosfat

1) Sifat Fisik

- a. Nama lain : Orthophosphoric acid, o-Phosphoric acid (H_3PO_4)
- b. Wujud : Cair
- c. Warna : Tidak berwarna
- d. Bau : Tidak berbau
- e. Melting Point : $42,35^{\circ}C$
- f. Boiling point : $231^{\circ}C$
- g. Specific Gravity : 1,834 gr/cc pada $18,2^{\circ}C$
- h. Densitas : $1,71\text{ g/cm}^3$ pada $20^{\circ}C$
- i. Suhu menyala : Tidak mudah terbakar

(Perry, 2019 “*Phosphoric acid*”)

2) Sifat Kimia

- a. Rumus kimia : H_3PO_4
- b. Berat Molekul : 98.0 g/mol
- c. pH : $< 0,5$
- d. Korosi : Korosi terhadap logam
- e. Kelarutan : Larut dalam air pada $20^{\circ}C$
- f. Oksidator : Potensi mengoksidator

3) Spesifikasi Bahan

Komposisi Kimia Asam Fosfat PT. Petrokimia Gresik

No	Komposisi	Jumlah (%w/w)
1	H_3PO_4	65%
2	H_2O	35%
Total		100%

(PT. Petrokimia, 2024)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

1.2.2 Spesifikasi Produk

A. Disodium Fosfat (Produk Utama)

1) Sifat Fisik

- a. Nama lain : Sodium hydrogen phosphate, Disodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4)
- b. Wujud : kristal
- c. Warna : Putih
- d. Bau : Tidak berbau
- e. Specific gravity : 1,679 gr/cc
- f. Melting Point : 48,1°C
- g. Solubility : Larut dalam air 154 g/l pada 20°C, tidak larut dalam alkohol

2) Sifat Kimia

- a. Berat Molekul : 141,96 g/gmol
- b. Rumus Senyawa : Na_2HPO_4
- c. pH : 8,7 - 9,3 pada 50 g/l 25°C
- d. Kelarutan : 75 g/l pada 20°C
- e. Sifat peledak : tidak mudah meledak
- f. Reaksi Dehidrasi :
 1. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$
 3. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$
 4. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
- g. Reaksi Lain:
 1. $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$

(Perry, 2019 “*Disodium Phosphate*”)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi Menggunakan *Double Effect* Evaporator”

B. Karbon Dioksida (Produk Samping)

1) Sifat Fisik

- a. Nama lain : Karbonat Anhidrida (CO₂)
- b. Wujud : Gas
- c. Warna : Tidak berwarna
- d. Specific Gravity : 1,101 (fase liquid dengan suhu -870°C)
1,53 (fase gas)
- e. Melting Point : -56,6 °C (tekanan 5,2 atm)
- f. Boiling point : -78,5 °C
- g. Kelarutan : 179,7 cc/100 gr air (suhu 0°C)
90,1 cc/100 gr air (suhu 20°C)

(Perry, 2019 “*Carbon dioxide*”)

2) Sifat Kimia

- a. Rumus kimia : CO₂
- b. Berat Molekul : 44 g/gmol
- c. Terdiri dari dua ikatan rangkap dan mempunyai bentuk linear
- d. Apabila teroksidasi sepenuhnya, ia tidak aktif dan tidak mudah terbakar
- e. Dapat dibuat dari pembakaran bahan organik apabila cukup oksigen
- f. Kadar karbon *dioxide*: minimal 99 %