

**PRA PRANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI
METANOL DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES
MONOSANTO KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknologi kimia industri
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

TANDIRI TANDISIK	43221046
ZULFADLI YAYHA HASRI	43221055

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025

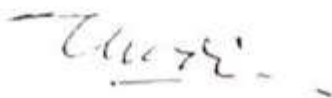
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pra Rancangan **Pabrik Asam Asetat Dari Metanol dan Karbon monoksida dengan Proses Monosanto kapasitas 20.000 ton/tahun** oleh Pandiri Tandisik Nim 432 21 046 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2025

Mengesahkan,

Dosen Pembimbing I



Ir. Zulmanwardi, M.Si.
NIP. 19621101 199103 1 003

Dosen Pembimbing II



Muh. Saleh, S.T., M.Si.
NIP. 19671008 199303 1 001

Mengetahui

Direktur
Jurusan Teknik Kimia



Politeknik Kimia Negeri Ujung Pandang



Tomomo, HND., M.Sc.
199202 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pra Rancangan **Pabrik Asam Asetat Dari Metanol dan Karbon monoksida dengan Proses Monosanto kapasitas 20.000 ton/tahun** oleh Pandiri Tandsik Nim 432 21 046 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2025

Mengesahkan,

Dosen Pembimbing I



Ir. Zulmanwardi, M.Si.
NIP. 19621101 199103 1 003

Dosen Pembimbing II



Muh. Saleh, S.T., M.Si.
NIP. 19671008 199303 1 001

Mengetahui

a.n Direktur
Jurusan Teknik Kimia




Wahyu Bndi Utomo, HND., M.Sc.
NIP. 19650320 199202 1 001

DAFTAR ISI

Hal.

KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	8
SURAT PERYATAAN	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Penentuan Kapasitas Produksi	10
1.3 Penentuan lokasi pabrik	16
1.4 Tinjauan Pustaka	18
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.
2.1 Spesifikasi Bahan baku dan Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Pemilihan Proses	Error! Bookmark not defined.
2.3 Konsep Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Tinjauan Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Uraian Proses	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Mixer (M-101)	Error! Bookmark not defined.
3.2 Reaktor (R-101)	Error! Bookmark not defined.
3.3 <i>Centrifuge</i> (CF-101).....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Destilasi (D-101).....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Kondensor (CD-101).....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Reboiler (RB-101).....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Neraca panas <i>mixer</i> (M-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Neraca panas <i>heater</i> (HE-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Neraca panas <i>heater</i> (HE-102).....	Error! Bookmark not defined.

4.4 Neraca panas <i>compressor</i> (CP-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Neraca panas <i>reactor</i> (R-101).....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Neraca panas <i>expansion valve</i> (EXV-101)	Error! Bookmark not defined.
4.7 Neraca panas <i>cooler</i> (HE-103).....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Neraca panas destilasi (D-101)	Error! Bookmark not defined.
4.9 Neraca panas <i>cooler</i> (HE-104).....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPEKSIFIKASI ALAT.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Tangki Metanol (T-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Tangki Metil Iodida (T-102)	Error! Bookmark not defined.
5.3 Tangki Karbon Monoksida (T-103)	Error! Bookmark not defined.
5.4 Silo (SL-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.5 <i>Bucket Elevator</i>	Error! Bookmark not defined.
5.6 <i>Compressor</i> (CP-101)	Error! Bookmark not defined.
5.7 <i>Mixer</i> (MX-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.8 <i>Heater</i> (HE-101)	Error! Bookmark not defined.
5.9 <i>Heater</i> (HE-102)	Error! Bookmark not defined.
5.10 Reaktor (R-101)	Error! Bookmark not defined.
5.11 <i>Exspansion Valve</i> (EXV-101)	Error! Bookmark not defined.
5.12 <i>Cooler</i> (HE-103)	Error! Bookmark not defined.
5.13 <i>Centrifuge</i> (CF-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.14 Destilasi (D-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.15 Kondensor	Error! Bookmark not defined.
5.16 <i>Reboiler</i> (RB-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.17 Tangki CH ₃ CCOH	Error! Bookmark not defined.
5.18 Pompa (P-101)	Error! Bookmark not defined.
5.19 Pompa (P-102)	Error! Bookmark not defined.
5.20 Pompa (P-103)	Error! Bookmark not defined.
5.21 Pompa (P-104)	Error! Bookmark not defined.
5.22 Pompa (P-105)	Error! Bookmark not defined.
5.23 Pompa (P-106)	Error! Bookmark not defined.

5.24	Cooler (HE-104).....	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS		Error! Bookmark not defined.
6.1	Unit penyediaan <i>steam</i>	Error! Bookmark not defined.
6.2	Unit penyediaan dan pengolahan air.....	Error! Bookmark not defined.
6.3	Unit penyediaan listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Unit penyediaan bahan bakar	Error! Bookmark not defined.
6.5	Unit pengolahan limbah	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA (K3)		Error! Bookmark not defined.
7.1	Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
7.2	Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) ..	Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI		Error! Bookmark not defined.
8.1	Bentuk Perusahaan.....	Error! Bookmark not defined.
8.2	Struktur Organisasi	Error! Bookmark not defined.
8.3	Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.4	Pembagian jam kerja karyawan	Error! Bookmark not defined.
8.5	Status Karyawan.....	Error! Bookmark not defined.
8.6	Kualifikasi Karyawan.....	Error! Bookmark not defined.
8.7	Sistem Penggajian	Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN.....		Error! Bookmark not defined.
9.1	Deskripsi tata letak pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI		Error! Bookmark not defined.
10.1	Modal Investasi	Error! Bookmark not defined.
2.	Modal Investasi Tetap Tak Langsung (MITTL)/ <i>Indirect Fixed Capital</i>	Error! Bookmark not defined.
10.2	Modal kerja/working capital (WC)	Error! Bookmark not defined.
10.3	Biaya produksi total/Total cost (TC).....	Error! Bookmark not defined.
10.4	Total penjualan (Total sales).....	Error! Bookmark not defined.
10.5	Perkiraan Rugi/Laba usaha	Error! Bookmark not defined.
10.6	Analisis ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.7	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	Error! Bookmark not defined.

10.8	<i>Break Even Point (BEP)</i>	Error! Bookmark not defined.
10.9	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		24
LAMPIRAN A.....		A1
LAMPIRAN B.....		B1
LAMPIRAN C.....		C1
LAMPIRAN D.....		D1
LAMPIRAN E.....		E1



**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI METANOL
DAN KARBON MONOKSIDA DENGAN PROSES MONOSANTO
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

RINGKASAN

Pra-rancangan pabrik asam asetat dari bahan baku metanol dan karbon monoksida dengan kapasitas produksi 20.000 ton per tahun direncanakan akan dibangun di Kawasan Industri Bontang, Bontang, Kalimantan Timur, pada tahun 2028. Pabrik ini akan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun.

Proses produksi gipsum dilakukan di Reaktor Bubble Column dengan kondisi operasi pada suhu 170°C dan tekanan 30 atm. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis.

Untuk mencapai kapasitas produksi tersebut, dibutuhkan asam sulfat sebanyak 1.526,8161 kg/jam dan batuan kapur sebesar 1.269,1659 kg/jam. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 12.436,38 kg/jam, tenaga listrik sebesar 109,165 KW, serta bahan bakar sekitar 1.008,00 liter/tahun.

Pabrik ini akan mempekerjakan 142 orang karyawan dan berbentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT). Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa Fixed Capital Investment mencapai Rp 154.700.572.652 Working Capital Investment sebesar Rp 66.300.245.422, sehingga total investasi (Total Capital Investment) menjadi Rp 221.000.818.075. Nilai Return on Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar 50% dan 35%, dengan Pay Out Time (POT) selama 2,7 tahun dan Break Even Point (BEP) sebesar 51%. Berdasarkan hasil analisis ekonomi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembangunan pabrik gipsum ini layak untuk direalisasikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam Asetat atau *acetic acid* memiliki rumus molekul CH_3COOH memiliki bau yang khas dan berupa zat cair dan juga biasa dikenal dengan asam cuka dan termasuk ke dalam kelompok asam karboksilat. CH_3COOH yang bercampur dengan air akan terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam Cuka banyak juga digunakan dalam produksi polimer seperti polietilena tereflalat, selulosa asetat dan polivinil asetat.

Di Indonesia sendiri industri asam asetat merupakan salah satu industri kimia yang memiliki potensi besar dalam perkembangannya dikarenakan penggunaan asam asetat tidak hanya dikonsumsi oleh industri besar saja, tetapi penggunaan asam asetat dari sektor industri untuk menjadi bahan baku utama maupun bahan baku tambahan.

Kebutuhan asam asetat di Indonesia masih cukup tinggi, sehingga pengembangan pabrik asam asetat di dalam negeri perlu ditingkatkan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat. Saat ini, ketergantungan terhadap impor asam asetat masih besar. Pada tahun 2024, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), impor asam asetat tercatat mencapai 62,564 ton per tahun.

Produksi asam asetat di Indonesia saat ini masih tergolong rendah. Hingga kini, satu-satunya perusahaan yang memproduksi asam asetat di Indonesia adalah PT. Indo Acidama Chemical Industry (IACI), dengan kapasitas produksi sebesar 33.000 ton per tahun (Kemenprin, 2024). PT. Indo Acidama Chemical Industry (IACI) merupakan produsen pertama sekaligus satu-satunya penghasil asam asetat di Indonesia. Namun, untuk memenuhi kebutuhan domestik, PT. IACI masih harus mengandalkan impor dari negara lain.

Maka dengan adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat menurunkan jumlah impor asam asetat di Indonesia yang semakin tahun meningkat, selain itu ada beberapa juga keuntungannya, antara lain:

1. Dapat mengurangi impor asam asetat dari luar negeri, sehingga devisa negara bisa meningkat.
2. Dapat memenuhi kebutuhan asam asetat di Indonesia yang masih tergolong tinggi.
3. Dapat Membuka lapangan kerja baru, sehingga pengangguran di Indonesia bisa berkurang.
4. Dapat mendorong perkembangan industri di Indonesia dan memajukan perekonomian negara.

1.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan dibangun dibutuhkan beberapa analisa seperti perkembangan kebutuhan/konsumsi asam asetat terkhusus di Indonesia dan ketersediaan bahan baku.

1. Ketersedian Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi faktor krusial yang harus dipertimbangkan dalam merancang suatu pabrik dalam keberlanjutan suatu industri. Adapun bahan baku utama pada pabrik asam asetat adalah metanol dan karbon monoksida. Kebutuhan bahan baku dalam pembuatan asam asetat dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{Kapasitas pabrik} = 20.000 \text{ ton/tahun}$$

$$= 2.283,1 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mol asam asetat} = \frac{\text{Kapasitas pabrik}}{\text{BM Asam Asetat}}$$

$$= \frac{2.283,1 \text{ kg/jam}}{60,03 \text{ kg/kmol}}$$

$$= 38,03 \text{ kmol/jam}$$

a. Kebutuhan bahan baku metanol

$$\text{Massa Metanol} = \frac{\text{koef metanol}}{\text{Koeff Asam asetat}} \times \text{BM Metanol} \times \text{Mol Asam Asetat}$$

$$= \frac{1}{1} \times 32,04 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 38,03 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}$$

$$= 1.218,5 \text{ kg/jam}$$

$$= 10.674,06 \text{ ton/tahun}$$

b. Kebutuhan bahan Karbon Monoksida

$$\text{Massa Karbon Monoksida} = \frac{\text{koef metanol}}{\text{Koeff Asam asetat}} \times \text{BM Karbon Monoksida} \times$$

$$\text{Mol Asam Asetat}$$

$$= \frac{1}{1} \times 28,01 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 38,03 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}$$

$$= 1.065,2 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$= 9.331,15 \text{ ton/tahun}$$

Adapun kapasitas pabrik metanol dan karbon monoksida yang berdiri di Indonesia dan dunia dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1. 1 Perusahaan-Perusahaan yang menggunakan Asam asetat

No.	Perusahaan	Negara	Kapasitas Produksi (Ton)
1	Methanex	Geismar, USA	2.200.000
2	Methanex	New Plymouth, New Zealand	2.200.000
3	Methanex	Trinidad and Tobago	1.960.000
4	MHTL- M500	Point Lisas, Trinidad, Tobago	1.890.000
5	Methanex	Punta Arenas, Chile	1.700.000
6	Petronas Chemicals-2	Malaysia	1.700.000
7	MGC- Ar Razi-4	Saudi Arabia	850.000
8	MGC-Metor I	Venezuela	850.000
9	MGC-Metor II	Venezuela	850.000
10	MGC	Brunei	850.000
11	Petronas Chemicals -1	Malaysia	700.000
12	PT. Kaltim Methanol Industri	Indonesia	660.000

(sumber: Methanex Investor Presentation, 2023; Metanol brosur Petronas, Mitsubishi Gas Chemical, Proman-Methanol Holdings (Tinidad Limited))

2. Kebutuhan Produk di Indonesia

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024 didapatkan data impor, ekspor dan konsumsi asam asetat di Indonesia dari tahun ke tahun di tunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. 2 Data jumlah konsumsi asam asetat di Indonesia

Tahun	Konsumsi	P %
2020	89.148	
2021	103.905	14,2 %
2022	99.683	-4,20 %
2023	93.669	-6,42 %
2024	90.676	-3,30 %
Rata-Rata		0,070 %
		0,0070

(Sumber : Badan pusat Statistik 2024)

Untuk memperkirakan konsumsi asam asetat di tahun 2030 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = P (1+i)^n \quad (\text{metode discounted})$$

Dimana, F = Jumlah kapasitas konsumsi yang di perkirakan tahun 2030

P = Data Terakhir = 90.676 Ton (tahun 2024)

i = Kenaikan Rata-Rata = 0,0070

n = Rencana pendirian pabrik = 2025-2030 = 5 (Ulrich, 1984)

Perkiraan kapasitas konsumsi asam asetat pada tahun 2030 sebesar :

$$\begin{aligned} F &= P (1+i)^n \\ &= 90.676 (1 + 0,0070)^5 \\ &= \underline{93.8944 \text{ ton/tahun}} \end{aligned}$$

Tabel 1. 3 Data jumlah impor asam asetat di Indonesia

Tahun	Impor	%P
2020	65.591	-
2021	71.278	-7,98 %
2022	68.236	-4,46 %
2023	65.918	-3,52 %
2024	65.564	-5,36 %
Rata-rata		-1,34 %
		-0,0134

(Sumber : Badan pusat Statistik 2024)

Perkiraan kapasitas konsumsi asam asetat pada tahun 2030 sebesar :

$$\begin{aligned} F &= P (1+i)^n \\ &= 65.564 (1 + (-0,0134))^5 \\ &= \underline{58,483 \text{ ton/tahun}} \end{aligned}$$

Tabel 1. 4 Data jumlah ekspor asam asetat di Indonesia

(Sumber : Badan pusat statistik 2024)

Perkiraan	Tahun	Ekspor	P%	kapasitas
ekspor	2020	9.443	=	asam asetat
pada tahun	2021	0.373	-24,32 %	2030
sebesar :	2022	1.553	75,98 %	
F =	2023	5.249	70,41 %	$P (1+i)^n$
=	2024	4.888	-7,39 %	4.888 (1 +
	Rata- rata		28,67 %	
0,2867) ⁵			0,2867	
=				<u>17.239</u>
				<u>ton/tahun</u>

Dari data tabel di atas, maka nilai produksi, konsumsi, impor dan ekspor pada tahun 2030 dapat diprediksikan Pabrik asam asetat akan bekerja secara kontinu selama 330 hari dalam waktu 1 tahun, dengan kapasitas pabrik asam asetat sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas} = (F \text{ konsumsi} + F \text{ ekspor}) - (F \text{ Impor} + F \text{ Produksi})$$

$$\text{Kapasitas} = (93.894_{\text{ton/tahun}} + 17.239_{\text{ton/tahun}}) - (58.483_{\text{ton/tahun}} + 33.000_{\text{ton/tahun}})$$

$$\text{Kapasitas} = 19.651 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan peluang kapasitas asam asetat pada tahun 2030 yaitu sebesar 19.651 ton/tahun. Dengan berbagai pertimbangan, baik melalui data impor kebutuhan asam asetat di Indonesia dan ketersediaan bahan baku yang ada di Indonesia serta kapasitas pabrik yang telah ada di Indonesia, maka perkiraan kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2030 yaitu sebesar 20.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan lokasi pabrik

Terdapat berbagai faktor yang mendukung keberhasilan sebuah pabrik industri, salah satunya adalah pemilihan lokasi geografis yang tepat. Lokasi pabrik memiliki pengaruh signifikan terhadap kelancaran operasional suatu industri, sehingga penting untuk mempertimbangkannya dengan baik demi memperoleh keuntungan optimal. Rencana pembangunan pabrik asam asetat ini direncanakan berlokasi dikawasan industri bontang kec. Bontang utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur, sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 1. 1 Lokasi pabrik

Adapun beberapa faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik menurut Peters dkk (2003), sebagai berikut :

1. Bahan baku

Pemilihan lokasi pabrik difokuskan pada kemudahan dalam memperoleh bahan baku pabrik. Dalam hal ini, sumber bahan baku utama pabrik asam asetat

adalah methanol yang diperoleh dari PT. Kaltim methanol Industri yang berada pada kota yang sama tempat pembuatan pabrik asam asetat nantinya yaitu di daerah bontang. Kapasitas metanol yang di hasilkan oleh PT. Kaltim Methanol Industri adalah 660.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku utama lainnya adalah karbon monoksida yang di peroleh dari perusahaan pemasok yang berada di Kalimantan Timur.

2. Pemasaran produk

Strategi pemasaran yang efektif dapat meningkatkan keuntungan serta memastikan keberlanjutan proyek. Selain itu, pemasaran juga berperan dalam memenuhi kebutuhan domestik maupun ekspor. Mayoritas distribusi asam asetat dilakukan ke luar Kalimantan, dengan pengiriman melalui jalur laut. Hal ini disebabkan oleh tingginya permintaan asam asetat sebagai bahan baku di berbagai industri, terutama di Pulau Jawa, yang selama ini masih bergantung pada impor.

3. Utilitas

Fasilitas utilitas utama yang mendukung kelancaran produksi meliputi air dan energi listrik. Kebutuhan air dalam proses produksi dipenuhi dari *water treatment plant* kawasan industri bontang. Sementara itu, kebutuhan listrik sebagian besar dipasok melalui PLN ULP Kota Bontang yang berjarak 6,2 km dari lokasi pabrik.

4. Transportasi

Transportasi menjadi elemen yang krusial dalam operasional industri karena mempengaruhi berbagai aspek seperti efisiensi hingga biaya produksi. Infrastruktur

di Kalimantan timur khususnya di daerah Bontang sudah memadai dan mudah di jangkau oleh kendaraan-kendaraan besar. Proses distribusi produk dan pengadaan produk dapat dilakukan melalui jalur darat dan laut. Lokasi pabrik ini juga dekat dengan Pelabuhan PKT Bontang yang berjarak 2,1 km.

5. Sumber tenaga kerja

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, Kota Bontang memiliki tingkat pengangguran terbuka (TPT) sebesar 7,06% menjadikan salah satu kota dengan tingkat pengangguran tertinggi di Kalimantan Timur. Pada tahun 2022, jumlah pengangguran tercatat sebanyak 7.742 orang, namun pada tahun 2023 angka tersebut menurun menjadi 7.348 orang. Sehingga berdirinya pabrik ini diharapkan akan menurunkan jumlah pengganguran di Kota Bontang

Tabel 1. 5 Jumlah penduduk usia kerja, berkerja, Angkatan kerja, pengangguran, dan Bukan Angkatan Kerja

Status keadaan ketenagakerjaan	2022	2023	2024
Penduduk usia kerja	137.559	138.878	138.646
Angkatan kerja	99.150	94.923	93.930
Berkerja	91.408	87.299	87.299
Pengangguran	7.742	7.348	6.631
Bukan Angkatan kerja	38.409	43.955	44.716

(sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)2024)

1.4 Tinjauan Pustaka

Asam asetat atau yang lebih dikenal dengan nama cuka. Dahulu dihasilkan oleh berbagai bakteri penghasil asam asetat, dan juga merupakan hasil produk

samping dari pembuatan bir atau anggur. Penggunaan asam asetat sebagai pereaksi kimia juga sudah dimulai sejak lama. Pada abad ketiga sebelum masehi, filsuf yunani kuno Theophrastos menjelaskan bahwa cuka bereaksi dengan logam-logam membentuk berbagai zat warna, misalnya timbal putih, yaitu suatu zat hijau xampuran dari garam-garam tembaga dan mengandung tembaga (II) asetat. Bangsa Romawi menghasilkan sapa, sebuah sirup yang amat manis, dengan mendidihkan anggur yang sudah asam. Sapa mengandung timbal asetat, suatu zat manis yang disebut juga gula timbal dan gula saturnus. Akhirnya hal ini berlanjut kepada peracunan dengan timbal yang dilakukan oleh para pejabat romawi (Shakashiri, 2008).

Sifat fisika asam asetat adalah tidak berwarna, berbau menyengat, berbentuk cairan jernih, berasa asam mempunyai titik didih $118,1^{\circ}\text{C}$ dan titik beku $16,6^{\circ}\text{C}$ serta larut dalam alkohol, air dan eter. Asam asetat tidak larut dalam karbon sulfida. Asam asetat dibuat dengan fermentasi alkohol oleh bakteri *acetobacter* untuk pembuatan dalam cuka makan (Sarsojoni, 1996). Asam asetat mempunyai rumus molekul CH_3COOH dengan bobot molekul 60,5. Asam asetat mudah menguap diudara terbuka, dapat menyebabkan korosif pada logam dan mudah terbakar. Asam asetat mengandung tidak kurang dari 36 %b/b dan tidak lebih dari 37 %b/b $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. Asam asetat larut dalam air dengan suhu 20°C , etanol 9,5 % pekat serta gliserol pekat. Asam asetat jika diencerkan tetap bereaksi asam. Penetapan kadar asam asetat biasanya menggunakan basa natrium hidroksida dimana 1 ml natrium hidroksida 1 N setara dengan 60,05 mg CH_3COOH .

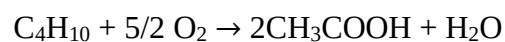
1. Macam-macam proses pembuatan Asam asetat

Berdasarkan bahan baku yang digunakan berdasarkan bahan baku yang dipergunaakan untuk asam asetat dengan rumus molekul CH_3COOH , yang berwarna jernih, berbau tajam dan berbau asam, larut dalam air dan alkohol dan ether dan menimbulkan korosi pada beberapa jenis logam. Asam asetat dalam industri dapat dibuat dengan berbagai macam, yaitu :

a. Proses oksidasi butana dengan oksigen

Reaksi terjadi pada fase cair. Butana dioksidasikan dengan katalis cobalt atau mangan asetat. Udara digelembungkan melalui larutan pada tekanan 850 Psi dan pada temperature 800 – 1475°F. Nitrogen yang tidak bereaksi meninggalkan reaktor membawa bermacam-macam produk oksidasi (formiat, aseton, metil etil keton, metana dan lain- lain) dan produk yang tidak bereaksi. Hasil reaksi dialirkan untuk didinginkan dan dikirim ke separator untuk pemisahan.

Reaksi yang terjadi:



b. Oksidasi Asetaldehid dan O_2

Pembuatan asam asetat dari asetaldehid dan udara dilakukan pada temperatur 60°C – 80°C dan tekanan 3 - 10 bar. Pada kondisi ini, larutan acetaldehid diumpankan kedalam suatu reaktor dimana oksigen atau udara digelembungkan (*bubble*) melalui *liquid* yang mengandung 0,1 - 0,5 mangan asetat. Katalis lain yang digunakan adalah cobalt. Campuran reaksi disirkulasi dengan cepat melalui sebuah *heat exchanger* untuk menghilangkan panas reaksinya. (Shakhashiri, 2008).

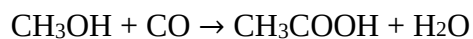
Campuran reaksi dimurnikan didalam kolom *recovery aldehyd*, sedangkan vent gas didinginkan dan diabsorpsi menggunakan produk crude dan kemudian air. Yield yang dihasilkan adalah 96%.

Reaksi yang terjadi:



c. Proses Karbonilasi Metanol dan Karbon Monoksida

Pembuatan Asam asetat juga dibuat dengan cara karbonilasi langsung terhadap metanol dengan reaksi sebagai berikut:



Dalam reaksi ini, metanol dan karbon monoksida bereaksi menghasilkan asam asetat. Proses karbonilasi metanol dibagi menjadi dua macam, yaitu proses BASF dan proses Monsanto.

1) Proses BASF

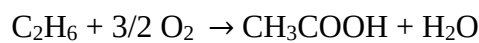
Suatu campuran gas yang terdiri dari 90-95% karbon monoksida, 0-5% hidrogen dan 5% metanol yang dilewatkan dalam reaktor berisi katalis Cobalt Iodide dengan yield 90% (Maitlis, P.M., dkk., 1996).

2) Proses Monsanto

Proses Monsanto ini hampir serupa dengan proses BASF namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu Rhodium kompleks dengan suhu operasi yang dapat diturunkan menjadi 150-200°C dan tekanan operasi diturunkan menjadi 30-60 atm dengan yield 99% (Maitlis, P.M., dkk., 1996).

d. Proses Oksidasi Etana

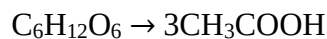
Pembuatan asam asetat dengan proses oksidasi etana yaitu dengan mereaksikan oksigen dengan etana dilakuakn dengan bantuan katalis Mo. Reaksi ini dilakukan dalam sebuah reaktor multitubular. Sebelumnya ada juga yang mengembangkan proses ini dalam reaktor *fluidized bed*, namun kemurnian produk yang dihasilkan lebih rendah. Reaksi :



Konversi untuk proses ini adalah sebesar 97% dengan kemurnian produk mencapai 45% berat.

e. Fermentasi Anaerob

Metode ini menggunakan bakteri anaerob, termasuk anggota dari genus *clostridium*, yang dapat mengubah gula menjadi asam asetat secara langsung, tanpa menghasilkan etanol sebagai produk perantara. Reaksi kimia secara keseluruhan oleh bakteri ini di uraikan sebagai berikut :

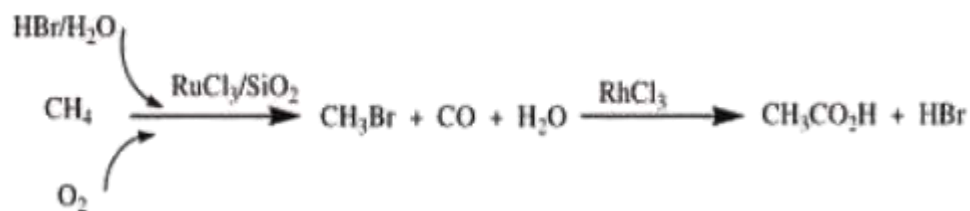


Keuntungan dari metode ini dalam perspektif kimia industri adalah kemampuannya untuk menghasilkan asam asetat melalui aktivitas bakteri acetogenic. Bakteri ini dapat mengonversi senyawa karbon seperti metanol, karbon monoksida, atau campuran karbon dioksida dan hidrogen menjadi asam asetat. Reaksi yang terjadi dalam proses ini memungkinkan pemanfaatan berbagai sumber karbon secara efisien seoerti berikut :



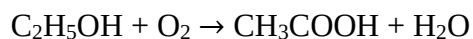
f. Sintesis Gas Metan

Asam asetat disintesis dari metan melalui dua tahap. Tahap pertama, gas metan, bromine dalam bentuk hydrogen bromide (40% HBr/H₂O) dan oksigen direaksikan dengan menggunakan katalis RU/SiO₂ menghasilkan CH₃Br dan CO. Tahap kedua CH₃Br dan CO direaksikan lagi dengan H₂O dengan bantuan katalis RhCl₃ menghasilkan asam asetat dan asam bromide. Mekanisme reaksinya adalah



g. Fermentasi Oksidatif

Dalam sejarah manusia, bakteri asam asetat dari genus [Acetobacter](#) telah membuat asam asetat dalam bentuk cuka. Dengan adanya oksigen yang cukup, bakteri ini dapat memproduksi cuka dari berbagai bahan makanan beralkohol. Bahan baku yang umum digunakan antara lain [sari apel](#), [anggur](#), dan [biji-bijian](#) terfermentasi, [malt](#), [beras](#), atau tepung [kentang](#). Reaksi kimia keseluruhan yang difasilitasi oleh bakteri ini adalah:



Larutan alkohol encer diinokulasi dengan *Acetobacter* dan disimpan di tempat yang hangat dan cukup udara akan menjadi cuka setelah beberapa bulan. Metode pembuatan cuka industri mempercepat proses ini dengan meningkatkan pasokan oksigen kepada bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2024. Harga Katalis Rhodium.(<https://www.alibaba.com>)
- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill, Inc
<http://archive.org/details/chemicalengineer00arie>
- Badan Pusat Statistik. 2024 Data Jumlah Ekspor Impor di Indonesia. (<https://www.bps.go.id/id/publication>).
- Badan Pusat Statistik. 2024. Tingkat Pengangguran Terbuka Kota Bontang. (<https://bontangkota.bps.go.id>).
- Brown, G. G., Alan Shlvers Foust, Richard LaVerne Katz, Robert Schneldewind, William Platt Wood, and George Martin Brown.
- Coulson, J. & Richardson, J. (1983). *Chemical Engineering Design: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. 6th ed. Amsterdam
- Evans, Frank L. (1980). *Equipment Design Handbook For Refineries and Chemical Plants*, 2nd ed. Houston
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations*. 3th ed. United States of America: Prentice-Hall International, Inc.
- John Wiley & Sons.
- John Willey and Sons.
- Kern, D. Q. (1950). *Process Heat Transfer*. McGraw Hill International Book Company, Singapura.
- Kirk. (1983). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Volume 22*.
- Maitlis, P.M., Haynes, A., Sunley, G.J. and Howard, M.J., 1996, Metanol carbonylation revisited: thirty years on. *Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions*, (11), pp.2187-2196.
- Mcketta, J. J. (1986). *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Marcel Dekker In

McKetta, J. J., and W.A. Cunningham., 1976, Encyclopedia of Chemical Processing and Design. New York: Marcen Dekker Inc.

MSDS. 2024. <https://www.merckmillipore.com>

MSDS. 2024. <https://www.methanex.com>

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.

Perry, R. H. & Green, D. (1997). *Chemical Engineers Handbook*. 7th ed.
New York: McGraw Hill, Inc.

Perry, R. H. (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Eighth Edition.

Peters, M. S. & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4th ed. New York: McGraw-Hill, Inc.

PT Kaltim Methanol Industri. 2024. Produk dan Layanan Kaltim Methanol Industri.
(<https://kaltimmethanol.com/id/>)

Roth J, F. (1975). The Production of Acetic Acid Rhodium Catalysed Carbonylation Of Methanol. St. Louis, Missouri: Monsanto Co.

Sinnot, R. K. (2005). *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design*. 4th ed. Vol. 6. Oxford: Elsevier.

Smith, J. M., Ness, H. C. V., & Abbott, M. M. (1949).
Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics.
McGraw-Hill Book Company, Inc.

Ullmann, F. (2007). *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH.

Ulrich, G. D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design And Economics*, John Wiley and Sons, New York.

Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Newton: Butterwoth-Heinemann.

Yaws, C. L. (Ed.). (1999). *Chemical Properties Handbook* (1st Edition).
McGraw- Hill Education.

