

**PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM
SALISILAT DAN METANOL KAPASITAS 2.500 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Terapan (S-1) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

OLEH:

SARTIKA DEWI RUDY 431 20 029
MUTHIAH LATHIFA 431 20 033

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2024

HALAMAN PENGESAHAN

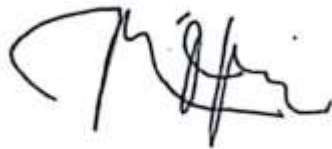
Skripsi ini dengan judul **“Prarancangan Pabrik Metil Salisilat Dari Asam Salisilat Dan Metanol Kapasitas 2.500 Ton/Tahun.”** oleh Sartika Dewi Rudy, Nim 431 20 029 dan Muthiah Lathifa, Nim 431 20 033 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 25 September 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II




Dr. Ridhawati, S.T., M.T
NIP. 19760419 200501 2 002



Drs. Herman Bangngalino, M.T.
NIP. 19610831 199003 1 002

Mengetahui,

**Koordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan,**



Yuliani HR., S.T., M.Eng.
NIP 19730409 200312 2002

DAFTAR ISI

	hal.
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
SURAT PERNYATAAN.....	xviii
RINGKASAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan.....	3
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	8
1.4. Tinjauan Pustaka	11
1.4.1 Metil Salisilat.....	11
1.4.2 Bahan Baku.....	12
1.4.3 Bahan Pendukung	14
1.4.4 Pemilihan Proses.....	17

BAB II DESKRIPSI PROSES	22
2.1. Spesifikasi Produk, Bahan Baku, dan Bahan Pendukung	22
2.1.1 Spesifikasi Produk	22
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku	23
2.1.3 Metil Salisilat.....	24
2.2. Konsep Proses	26
2.3. Langkah Proses.....	30
2.3.1 Tahapan Penyiapan Bahan Baku	30
2.3.2 Tahapan Sintesis Metil Salisilat.....	31
2.3.3 Tahapan Pemurnian Produk.....	31
BAB III NERACA MASSA	32
3.1 Mixer (M-01)	33
3.2 Reaktor (R-01)	33
3.3 SEPARATOR DRUM (SP-01).....	34
3.4 MENARA DESTILASI (MD-01).....	34
3.5 MIXER (M-02)	35
3.6 SEPARATOR DRUM (SP-02).....	35
3.7 SEPARATOR DRUM (SP-03).....	36
3.8 DEKANTER (D-01)	36
BAB IV NERACA PANAS	37
4.1 Mixer (M-01)	38
4.2 Reaktor (R-01)	38
4.3 Separator Drum (SP-01).....	40
4.4 Menara Destilasi (MD-01)	40

4.5 Mixer (M-02)	42
4.6 Separator Drum (SP-02).....	42
4.7 Separator Drum (SP-03).....	43
4.8 Dekanter (D-01)	43
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	44
5.1 Tangki Penyimpanan Metanol (T-01).....	44
5.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-02)	45
5.3 Tangki Penyimpanan Metil Salisilat (T-03).....	46
5.4 Silo Asam Salisilat (S-01).....	47
5.5 Silo Natrium Bikarbonat (S-02).....	47
5.6 Silo Kalsium Klorida (S-03)	48
5.7 Mixer 1.....	48
5.8 Mixer 2.....	49
5.9 Reaktor 1	50
5.10 Menara Distilasi	51
5.11 Separator 1	52
5.12 Separator 2	53
5.13 Separator 3	53
5.14 Unit <i>Heat Exchanger</i>	54
5.15 Dekanter (D-01)	58
5.16 Pompa.....	59
BAB VI UTILITAS	61
6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	61
6.2 Unit Pembangkit <i>Steam (Steam Generation System)</i>	73

6.3 Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	74
6.4 Unit Penyedia Udara Tekan	75
6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	76
6.6 Unit Pengolahan Limbah	76
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	78
7.1 Instrumentasi.....	78
7.2 Keselamatan kerja.....	80
BAB VIII MANAJEMEN ORGANISASI PERUSAHAAN	86
BAB IX LAY OUT/ TATA LETAK PABRIK	100
9.1 Lokasi Pabrik	100
9.2 Tata Letak Pabrik.....	105
9.3 Estimasi Area Pabrik.....	108
9.4 Tata Letak Alat Proses	109
BAB X EVALUASI EKONOMI.....	111
10.1 Penaksiran Harga	112
10.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCI).....	112
10.3 Penentuan Total Biaya Produksi (TPC).....	115
10.4 <i>General Expense</i>	117
10.5 Total Penjualan	118
BAB XI KESIMPULAN	121
DAFTAR PUSTAKA	

PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI ASAM SALISILAT DAN METANOL KAPASITAS 2.500 TON/TAHUN

RINGKASAN

Metil salisilat ($C_8H_8O_3$) merupakan bahan aktif dalam obat-obatan pada industri farmasi. Aroma dan rasa yang khas juga digunakan dalam industri makanan, minuman, dan kosmetik. di Indonesia, produk metil salisilat diperoleh dengan cara mengimpor dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan akan metil salisilat. Pabrik metil salisilat ini dirancang untuk kapasitas 2.500 ton/tahun yang dioperasikan selama 330 hari dalam setahun.

Metil salisilat diproduksi menggunakan asam salisilat dan metanol dengan cara esterifikasi dan asam sulfat sebagai katalis. Reaksi berlangsung pada suhu $63^{\circ}C$ pada tekanan 1 atm dan berlangsung pada keadaan eksotermis. Produk dipisahkan menggunakan separator drum dan decanter, sedangkan destilasi untuk memisahkan metanol yang akan digunakan kembali.

Kebutuhan bahan baku sebanyak 2.752,53 kg/jam, air yang digunakan sebanyak 86.461.092,252 kg/tahun, listrik 5.260.049 kW/tahun, bahan bakar 334.013.745 kg/tahun, serta kebutuhan *steam* 7.890.073,5 kg/tahun. Reaktor yang digunakan memiliki diameter 2,06 m dan tinggi 3,09 m dan jenis separator yang digunakan separator cyclone. Untuk pendirian dan pengoperasian pabrik ini diperlukan modal tetap sebesar Rp. 194.748.829.974, modal kerja sebesar Rp. 83.463.784.275, biaya produksi sebesar Rp. 192.316.500.066, pengeluaran umum sebesar Rp. 17.308.485.006, profit sebelum pajak sebesar Rp. 45.183.525.774, profit setelah pajak sebesar Rp. 31.628.468.042, POT sebelum pajak 3,04 tahun, POT setelah pajak 4 tahun, BEP sebesar 58,33% kapasitas, ROI sebelum pajak 22,84%, ROI setelah pajak 16%, dan SDP sebesar 18,74%. Untuk pengolahan air terdiri atas pengendapan awal, koagulasi-flokulasi, klarifikasi, penyaringan, dan demineralisasi. Untuk pengolahan air limbah terdiri atas *screening*, pengendapan awal, koagulasi, klarifikasi dan penyaringan. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dengan luas area 16.460 m² dan jumlah tenaga kerja sebanyak 100 orang.

PRELIMINARY DESIGN OF A METHYL SALICYLATE PLANT FROM SALICYLIC ACID AND METHANOL WITH A CAPACITY OF 2,500 TONS/YEAR

SUMMARY

Methyl salicylate ($C_8H_8O_3$) is an active ingredient in pharmaceuticals in the pharmaceutical industry. The distinctive aroma and flavor are also used in the food, beverage, and cosmetics industries. In Indonesia, methyl salicylate products are obtained by importing from other countries to meet the demand for methyl salicylate. This methyl salicylate plant is designed with a capacity of 2,500 tons/year and operates for 330 days a year.

Methyl salicylate is produced using salicylic acid and methanol through esterification, with sulfuric acid as the catalyst. The reaction occurs at a temperature of $63^\circ C$ at a pressure of 1 atm and proceeds in an exothermic state. Products are separated using a drum separator and decanter, and distillation to separate methanol for reuse.

The raw material requirement is 2,752.53 kg/hour, the water used is 86,461,092.252 kg/year, electricity 5,260,049 kW/year, fuel 334,013,745 kg/year, and the steam requirement is 7,890,073.5 kg/year. The reactor used has a diameter of 2.06 m and a height of 3.09 m, and the type of separator used is a cyclone separator. For the establishment and operation of this factory, a fixed capital of Rp. 194,748,829,974, working capital of Rp. 83,463,784,275, production costs of Rp. 192,316,500,066, general expenses of Rp. 17,308,485,006, profit before tax of Rp. 45,183,525,774, profit after tax of Rp. 31,628,468,042, payback period (POT) before tax of 3.04 years, payback period (POT) after tax of 4 years, break-even point (BEP) of 58.33% capacity, return on investment (ROI) before tax of 22.84%, return on investment (ROI) after tax of 16%, and sales to debt ratio (SDP) of 18.74% are required. For water treatment, it consists of initial sedimentation, coagulation-flocculation, clarification, filtration, and demineralization. For wastewater treatment, it consists of screening, initial sedimentation, coagulation, clarification, and filtration. This factory is planned to be established in Kutai Kartanegara, East Kalimantan, covering an area of 16,460 m² and employing 100 workers.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia telah melakukan berbagai pengembangan dalam segala bidang, utamanya pada bidang industri kimia. Pembangunan industri bertujuan untuk meningkatkan daya tahan perekonomian nasional, memperkuat struktur ekonomi nasional, dan memperbanyak lapangan pekerjaan, serta memenuhi kebutuhan produk kimia yang belum bisa dihasilkan sendiri. Pada era globalisasi ini, Indonesia masih mengimpor kepada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku sebagian atau seluruhnya, terutama produk yang akan diolah kembali menjadi berbagai macam produk jadi (Herni, 2022).

Asam salisilat merupakan bahan kimia yang penting dalam kehidupan sehari-hari dengan nilai ekonomis yang tinggi karena digunakan dalam bahan tambahan pada pembuatan obat-obatan seperti analgesik dan antiseptik. Asam salisilat memiliki rumus molekul C_6H_4COOH dengan bentuk kristal kecil berwarna merah muda terang hingga kecokelatan, memiliki berat molekul 138,123 g/mol, titik didih $156^{\circ}C$, dan densitas 1,443 g/ml pada suhu $25^{\circ}C$. Asam salisilat ini memiliki turunan yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah metil salisilat atau yang biasa dikenal sebagai minyak gandapura yang memiliki banyak manfaat seperti obat anti inflamasi non steroid (NSAID) golongan salisilat untuk menghilangkan nyeri pada pinggang, panggul, dan rematik, bahan

untuk formula keratolitik atau anti flak pada obat kumur, bahan perasa dengan kadar <0.04%, bahan pewangi pada pestisida golongan organofosfat, dan memperjelas warna dari jaringan tanaman ataupun binatang pada keperluan imunohistokimia (Priambodo *et al.*, 2019).

Metil salisilat dapat diperoleh melalui reaksi esterifikasi, prinsip esterifikasi yaitu reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol yang bersifat *reversible*, sehingga untuk menghasilkan rendemen metil salisilat yang tinggi kesetimbangannya harus digeser kearah metil salisilat dengan menggunakan metanol secara berlebih. Penggunaan metanol yang berlebih digunakan sebagai pereaksi dan pelarut (Priambodo *et al.*, 2019). Efisiensi penggunaan metanol dalam produksi metil salisilat penting untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya operasional. Dalam proses esterifikasi metanol dengan asam salisilat, metanol yang digunakan secara berlebih dan tidak bereaksi dilepaskan dan dialirkan kembali ke dalam reaktor untuk mengoptimalkan reaksi konversi dan mengurangi kebutuhan bahan baku (Halimah, 2024).

Akan tetapi, kebutuhan metil salisilat di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, akan tetapi sampai saat ini dalam pemenuhan kebutuhan tersebut Indonesia masih bergantung pada negara lain dengan cara mengimpor. Dalam mengatasi ketergantungan itu, pendirian pabrik metil salisilat di Indonesia merupakan solusi yang sangat tepat karena mencapai tujuan pembangunan industri dan mempunyai peluang investasi dan probabilitas yang tinggi (Herni, 2022).

1.2. Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas produksi suatu pabrik, maka perlu diperhatikan beberapa aspek dari kebutuhan metil salisilat, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang telah ada dan analisa pasar.

Metanol sebagai bahan baku diperoleh dari PT Kaltim Metanol Industri, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun. Asam salisilat diperoleh dari Jinan Yunxiang Chemical Co.Ltd, Cina dengan kapasitas produksi 52.000 ton/tahun. Asam sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik, Surabaya, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 600.000 ton/tahun. Berikut adalah nama pabrik metil salisilat di beberapa Negara dan dilampirkan kapasitas yang sudah ada pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Kapasitas produksi metil salisilat di berbagai negara

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Rhone-Poulenc	Perancis	1300
Jqc-Huayin Pharmaceutical	China	2000
Zhang Caifeng	China	7000
Zhenjiang Maoyuan	China	10000
Green Agriculture	China	12000
Total		33.200

Sumber: Icis, 2018

Penentuan kapasitas juga dapat dengan cara analisa pasar dari pabrik meliputi:

a. Harga bahan baku

Harga bahan baku untuk proses produksi metil salisilat dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Harga produk dan bahan baku

Bahan Baku	Harga (Rp/Kg)
Metil salisilat (C ₈ H ₈ O ₃)	90.000
Asam salisilat (C ₇ H ₆ O ₃)	1.550
Metanol (CH ₃ OH)	4.650
Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	6.975
Natrium bikarbonat (NaHCO ₃)	2.015
Kalsium klorida anhidrat (CaCl ₂)	1.627

Sumber : Alibaba.com, 24 Maret 2024

b. Impor metil salisilat (C₈H₈O₃)

Berikut tabel data impor metil salisilat di Indonesia.

Tabel 1.3 Data impor metil salisilat di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan
2019	2549,028	0
2020	2531,37	-0,01
2021	3155,931	0,25
2022	2444,398	-0,23
2023	3091,066	0,26
Rata-Rata		0,05577863

Sumber : BPS, 2024

Dari data impor di atas, kemudian kemudian dihitung kebutuhan metil salisilat: $M = F \times (1 + P)^n$ (Pers. 1.1)

Dengan, n = Tahun pabrik berdiri – Tahun rencana pendirian

F = Kapasitas produk pada tahun terakhir

P = Rata-rata pertumbuhan kapasitas produk

$M = \text{kapasitas terakhir} \times (1 + \text{Pertumbuhan rerata})^n$

$M = 3091,066 \text{ ton/tahun} \times (1 + 0,05578)^5$

$$M = 4.054,856 \text{ ton/tahun}$$

Kebutuhan metil salisilat pada tahun 2028 diprediksi dengan persamaan (1.1) yaitu:

$$M = 3091,066 \text{ ton/tahun} \times (1 + 0,05578)^5$$

$$M = 4.054,856 \text{ ton/tahun}$$

c. Ekspor metil salisilat ($C_8H_8O_3$)

Berikut tabel data ekspor metil salisilat di Indonesia.

Tabel 1.4 Data ekspor metil salisilat di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton)
2019	0,001
2020	9,5513
2021	7,731
2022	0,239
2023	100,033
Total	117,5553

Sumber : BPS, 2024

d. Konsumsi metil salisilat ($C_8H_8O_3$)

Data konsumsi metil salisilat dapat dilihat pada Tabel 1.5.

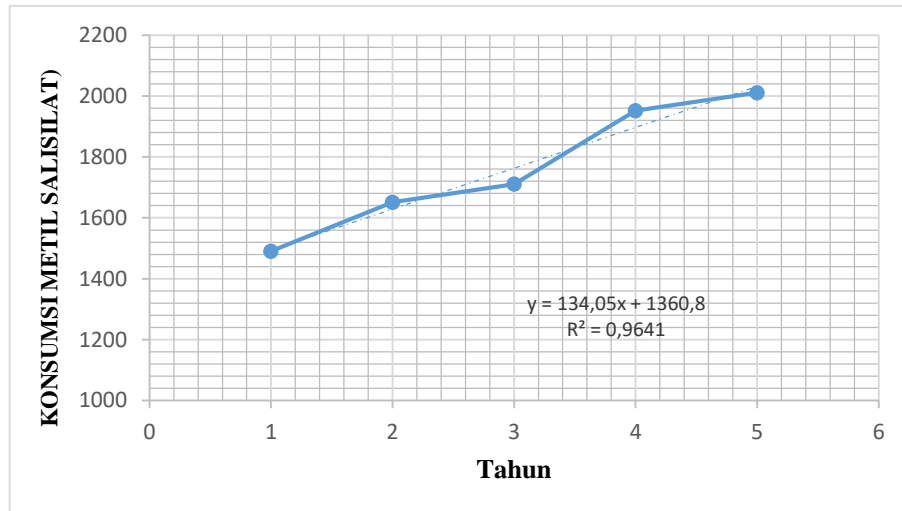
Tabel 1.5. Data konsumsi metil salisilat di Indonesia

No	Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
1	2009	1491
2	2010	1651
3	2011	1710
4	2012	13000
5	2013	2011
	Total	19.863

Sumber : BPS, 2024

Dari data konsumsi di atas, kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan

nilai kenaikan konsumsi metil salisilat di Indonesia, grafik regresi linier dapat dilihat dalam Gambar 1.1



Gambar 1.1 Konsumsi metil salisilat di Indonesia

Gambar 1.1 merupakan linierisasi dari grafik data Tabel 1.5 didapatkan persamaan regresi : $y = 134,05x + 1360,8$ (1.2)

dengan:

$x =$ Tahun

$y =$ Kebutuhan produk pada tahun ke-x (ton/tahun)

Kebutuhan metil salisilat pada tahun 2029 dapat diprediksi dengan persamaan (1.1) dengan nilai $x=2029$ sehingga:

$$\begin{aligned}
 y &= 134,05x + 1360,8 \\
 &= (134,05 \times 2029) + 1360,8 \\
 &= 4.041,8 \text{ ton / tahun}
 \end{aligned}$$

Adapun konsumen metil salisilat di Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.6. Konsumen metil salisilat di Indonesia

No	Pabrik	Nama Produk	Komposisi
1	PT. Eagle Indo Pharma (Cap Lang)	Balsem lang	80 mg/20gr
		Balsem otot geliga	30 %/40 gr
		Balsem activ cap lang	80 mg/40 gr
		Minyak angin lang	15%/10 ml
		Minyak angin menthol oil	370 mg/10 ml
		Minyak otot geliga	14,80%/60 ml
		Minyakurut gpu	353 mg/100 ml
		Gpu krim jahe	5%/ 150 gr
		Gpu krim serih	5%/ 150 gr
		Gpu krim pala	5%/ 150 gr
		Geliga krim	160 mg/ 60 ml
2	PT. Hisamitsu Pharma Indonesia	Salonpas koyo	7,18 g/100 g
		Salonpas <i>hot koyo</i>	<i>plaster mass</i>
		Salonpas <i>pain relief patch</i>	2,76 g/100 g
		Salonpas <i>gel</i>	<i>plaster mass</i>
		Salonpas <i>cream</i>	10%/ 25 gram
		Salonpas <i>cream hot</i>	<i>plaster mass</i>
		Salonpas <i>linimet</i>	0,15 g/15 gr
		Salonpas <i>jet spray</i>	150 mg/15 gr
			150 mg/15 gr
			1,5840 g/30 ml
			2,640 g/50 ml
3	Konimex	Zeropain	100 mg/30 gr
4	PT. Taisho Pharmaceutical Indonesia, TBK	<i>Counterpain cream</i>	102 mg/30 gr
		<i>Counterpain pxm</i>	102 mg/30 gr
5	Kalbe Farma, PT	<i>Flecimuv cream</i>	5,1 %/30 gr
		<i>Mediflex plus cream</i>	10%/75 gr

Sumber : (Miranda, 2023)

Berdasarkan data ekspor, impor, produksi dan konsumsi diatas, peluang pabrik metil salisilat yang dapat di dirikan adalah sebagai berikut :

Kebutuhan pasar

$$\begin{aligned} &= (\text{Impor} + \text{Produksi}) - (\text{Ekspor} + \text{Komsumsi}) \\ &= (13.771 + 32.300) \text{ ton/tahun} - (117,555 + 19.863) \text{ ton/tahun} \\ &= 46.071 \text{ ton/tahun} - 20.563,555 \text{ ton/tahun} \\ &= 25.507,445 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik

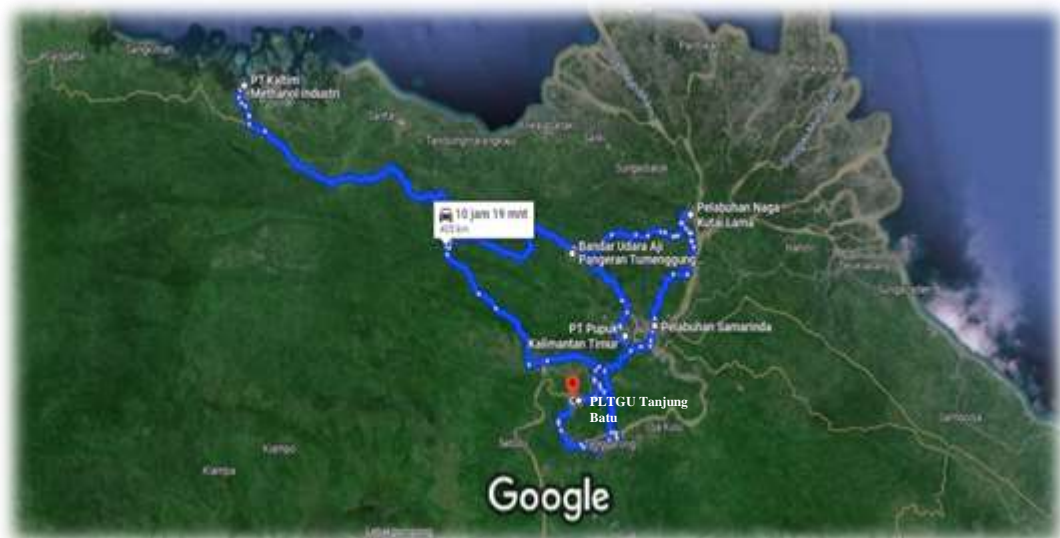
$$\begin{aligned} &= \text{Kebutuhan pasar} \times 10\% \\ &= 25.507,445 \text{ ton/tahun} \times 10\% \\ &= 2.550,445 \text{ ton/tahun} \sim 2.500 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, kapasitas pabrik metil salisilat yang akan didirikan 10% dari kebutuhan pasar yaitu 2.500 ton/tahun dan direncanakan akan didirikan pada tahun 2029 dengan pertimbangan bahwa kebutuhan ekspor dan impor metil salisilat tidak bisa sepenuhnya disediakan oleh pabrik ini karena lokasi pabrik dan ketersediaan bahan baku, dan dapat memberi kesempatan untuk industri-industri yang menggunakan metil salisilat sebagai bahan baku untuk mengembangkan hasil produksinya dan memperoleh bahan baku tersebut dengan mudah tanpa harus mengimpor dan menghemat biaya operasional.

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal terpenting yang dapat mempengaruhi distribusi bahan baku dan pemasaran produk. salah satu faktor yang sangat berpengaruh adalah lokasi pabrik yang dekat dengan pasar, pabrik ini

direncanakan didirikan di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Lokasi pabrik

Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dipilih berdasarkan beberapa faktor-faktor pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku metanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri Bontang, Kalimantan Timur. Sedangkan bahan baku asam salisilat di impor dari Jinan Yunxiang Chemical Co.Ltd, Cina. Dan katalis asam sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik. Oleh karena itu dipilih di lokasi Kutai Kartanegara karena cukup dekat dengan pelabuhan dan tidak memberatkan biaya operasional.

2. Fasilitas transportasi

Transportasi darat dan laut relatif baik, sehingga akan memudahkan dalam pengangkutan bahan baku dan juga pemasaran produk. Kutai Kartanegara dekat dengan Pelabuhan Samarinda yang memudahkan penerimaan bahan baku. Lokasi

ini juga dekat dengan Bandar Udara Internasional Aji Pangeran Tumenggung Pranoto sehingga memberikan kemudahan dalam operasional administrasi dan pengelolaan manajemen.

3. Letak daerah

Di daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur masih tersedia lahan yang cukup luas, dengan fasilitas penunjang seperti listrik, air dan bahan bakar yang cukup baik. Selain itu, dengan adanya investasi besar seperti proyek IKN, terdapat potensi peningkatan permintaan akan produk-produk kimia seperti metil salisilat. Selain itu, dengan adanya infrastruktur yang berkembang di sekitar proyek IKN, termasuk akses transportasi yang memadai..

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja di sekitar pabrik cukup banyak bisa berasal dari warga lokal ataupun pendatang yang memang memenuhi persyaratan. Dengan pendirian pabrik ini juga diharapkan dapat membuka kesempatan bagi masyarakat sekitar untuk mendapatkan pekerjaan.

5. Utilitas

Daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan timur yang telah lengkap dengan utilitas yang diperlukan. Kebutuhan air untuk proses dan keperluan lainnya cukup tersedia karena lokasi pabrik dekat dengan sungai mahakam. Untuk kebutuhan sarana penunjang seperti listrik seluruhnya disuplay oleh PLN yang disupply dari PLTGU Tanjung Batu, sedangkan untuk keadaan darurat pabrik memiliki generator cadangan.

6. Pemasaran

Pemasaran metil salisilat ditunjukkan pada industri minyak wangi, bahan baku tinta cetak, industri kesehatan ataupun industri farmasi. Pemasaran metil salisilat dilakukan di Pulau Jawa dan sekitarnya serta di ekspor ke negara tetangga. Untuk distribusi disediakan dalam drum dan proses pemasaran keluar negeri dapat dilakukan melalui pelabuhan di Amborawang Laut Samboja, Kutai Kartanegara.

7. Kondisi tanah dan iklim

Kondisi tanah yang relatif luas dan merupakan tanah datar dengan kondisi iklim yang relative stabil sepanjang tahun sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Metil salisilat

Metil salisilat ($C_8H_8O_3$) merupakan cairan bening berwarna kemerahan yang berbau seperti minyak musim dingin. Dalam industri farmasi, metil salisilat digunakan sebagai bahan aktif dalam obat-obatan. Aroma dan rasa yang khas juga digunakan dalam industri makanan, minuman, dan kosmetik. Metil salisilat dapat diproduksi secara komersial dengan cara esterifikasi asam salisilat dengan metanol. Kemurnian metil salisilat baik yang berasal dari alam maupun sintesis antara 95 – 100% (Holiza & Laude, 2020).

Metil salisilat atau *2-Hydroxy-benzoat acid methyl ester* merupakan turunan dari asam salisilat yang dapat berguna dalam campuran obat-obatan seperti obat pereda nyeri otot, kosmetik, dan pasta gigi. Kadar penggunaan metil salisilat untuk setiap pemakaian memiliki batas tertentu, sesuai dengan peraturan kesehatan. Seperti untuk obat pereda nyeri otot 3-9% (Gerhartz, 1985) dan untuk pasta gigi 1% (Storhagen).

Metil salisilat dapat diperoleh dari proses esterifikasi, esterifikasi menggunakan *microwave heating* dan ekstraksi. Metil salisilat merupakan turunan dari ester asam salisilat dimana senyawa ester dihasilkan dari reaksi asam karboksilat dengan alkohol atau lebih dikenal dengan istilah esterifikasi. Reaksi ini akan berlangsung dengan baik jika direfluks bersamaan dengan sedikit asam klorida atau asam sulfat. Menurut (Priambodo *et al.*, 2019) metil salisilat yang diperoleh dari reaksi esterifikasi antara metil salisilat dan metanol menggunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4) menghasilkan metil salisilat dengan karakteristik larutan kuning jernih (seperti minyak) dan berbau khas seperti minyak gandapura. Metil salisilat juga dapat diperoleh dari sintesis asam salisilat dengan metanol dan ekstraksi tanaman seperti pada tanaman *wintergreen* dan *sweet Birch*. Selain dua tanaman tersebut, dapat juga diperoleh dari daun sedap malam, daun suji, cengkeh, teh dan daun akasia.

1.4.2. Bahan baku

a. Asam salisilat

Asam salisilat (*Salicylic acid*) merupakan agen asam lipofilik yang diformulasikan dalam etanol. Asam salisilat termasuk kedalam golongan asam karboksilat aromatik, namun memiliki gugus hidroksi pada posisi beta, maka dari itu asam salisilat dikategorikan dalam golongan BHA (*Beta Hydroxyl Acid*). Asam salisilat dikenal dengan *2-hydroxy-benzoic acid* memiliki struktur kimia $C_7H_6O_3$. Bentuk makroskopik asam salisilat berupa bubuk kristal putih dengan rasa manis, tidak berbau, dan stabil pada udara bebas. Asam salisilat sukar larut dalam air dan lebih mudah larut dalam lemak. Asam salisilat membentuk jarum tak berwarna. Zat ini mudah larut dalam alkohol dan ester. Asam salisilat memiliki

berat molekul sebesar 138,123 g/mol dan dapat menyublim. Namun, dapat terdekomposisi dengan mudah menjadi karbon dioksida dan phenol bila dipanaskan secara cepat pada suhu sekitar 200°C (Daniel, 2019).

Asam Salisilat sebagai zat aktif utama maupun tambahan yang tersedia didalam berbagai jenis produk dengan vehikulum. Asam salisilat merupakan salah satu bahan kimia yang cukup penting karena biasanya digunakan sebagai bahan intermediet dari pembuatan obat-obatan maupun resin kimia seperti halnya industri pembuatan aspirin, metil salisilat, salisilamide dan lain-lain (Kurnianto, 2022). Asam salisilat memiliki banyak kegunaan, diantaranya sebagai formulasi pembuatan *lotion* dan salep untuk penyembuhan ketombe, eksim, psoriasis dan berbagai penyakit kulit (Ulum & Haka, 2022). Meskipun biasanya digunakan dalam berbagai jenis produk, namun asam salisilat tidak bisa diberikan pada area yang luas dalam jangka panjang serta tetap harus berhati-hati dalam penggunaannya. Dalam sintesis metil salisilat, asam salisilat berfungsi sebagai bahan baku utama yang mengandung gugus fungsi hidroksil (-OH) yang dapat bereaksi dengan metanol untuk membentuk ester (Fatmawati, F. *et al.*, 2017).

b. Metanol

Metanol (CH₃OH) adalah senyawa turunan alkohol yang bersifat mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, beracun dengan bau yang khas, dan berbentuk cairan bening. Penggunaannya harus dalam pengawasan karena beracun dan berbahaya bagi manusia. Namun metanol bermanfaat bagi industri farmasi, pangan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Metanol diperoleh dari distilasi destruktif kayu yang merupakan alkohol paling sederhana dengan

berat molekul 32,04 g/mol. Metanol memiliki titik didih 64,5°C.

Metanol juga diproyeksikan sebagai bahan bakar alternatif masa depan karena memiliki bilangan oktan yang tinggi dengan pembakaran yang lebih sempurna sehingga gas karbon monoksida sebagai hasil samping reaksi utama yang dihasilkan semakin sedikit. Selain dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung, metanol dapat dikonversikan menjadi etilen atau propilen pada proses *Methyl-to-Olefins* (MTO) yang dapat menghasilkan *hydrocarbon fuels* (Mawaddah & Putri, 2018).

Dalam sintesis metil salisilat, methanol berfungsi sebagai bahan baku utama yang bereaksi dengan asam salisilat untuk membentuk ester. Metanol sisa reaksi dikeluarkan dari produk melalui destilasi, karena metanol memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan produk lainnya sehingga dapat dipisahkan dengan mudah. Dengan mendaur ulang metanol, biaya operasi dapat ditekan dan mengurangi dampak terhadap lingkungan (Habibillah, F.R. *et al.*, 2020).

1.4.3. Bahan pendukung

a. Asam sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat mempunyai rumus kimia H_2SO_4 , yang merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfa memiliki beragam kegunaan seperti, sintesis kimia, pengolahan bijih mineral, pengolahan air limbah, dan pengilangan minyak. Asam sulfat 100% dapat dibuat namun ia akan melepaskan SO_3 pada titik didihnya dan menghasilkan asam 98,3%. Asam sulfat 98% umumnya disebut sebagai asam sulfat pekat. Asam sulfat murni berupa cairan bening seperti minyak dan karena itu dinamakan pada dahulu kala sebagai minyak vitriol (Aura & Zainul, 2019).

Asam sulfat adalah asam kuat yang dihasilkan dengan melarutkan trioksida belerang dalam air dengan reaksi: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. Kekuatan Asam ditentukan oleh sejauh mana asam sulfat tersebut terionisasi dalam larutan cair. Sebagai contoh: Asam Sulfat (H_2SO_4) yang merupakan asam kuat sepenuhnya dipisahkan, dan semua hidrogen dalam asam akan terurai/berpindah sebagai ion hidrogen, H^+ (Herliati, 2021).

Asam sulfat digunakan sebagai katalis dalam proses pembuatan metil salisilat melalui proses esterifikasi dengan mengikat gugus karboksil pada asam salisilat, sehingga gugus karboksil terprotonasi. Selanjutnya, terjadi adisi alkohol dan transfer proton ke gugus karboksil dan terakhir terjadi deprotonasi serta eliminasi udara. Katalis ini berfungsi meningkatkan efisiensi reaksi dan memungkinkan sintesis metil salisilat dengan kualitas yang baik (Melinda, A. *et al.* 2018).

b. Natrium bikarbonat (NaHCO_3)

Natrium bikarbonat merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul NaHCO_3 , mempunyai berat molekul 84 g/mol dan merupakan hasil reaksi antara larutan natrium karbonat dengan gas CO_2 . Umumnya natrium bikarbonat terdapat dalam bentuk serbuk berwarna putih. Dengan proses pemanasan NaHCO_3 dapat terurai lagi menjadi Na_2CO_3 dan gas CO_2 . Secara komersial NaHCO_3 dipasarkan dengan kemurnian 99,9 % dan impurities sebesar 0,1 % berupa air (Arjuna, 2019). Natrium bikarbonat merupakan sumber utama penghasil karbondioksida dalam sistem *effervescent*. Natrium bikarbonat larut sempurna dalam air, nonhigroskopis dan harganya murah. Natrium bikarbonat

sering juga digunakan sebagai soda kue atau baking soda (Harningsih *et.al.*, 2014).

Penggunaan natrium bikarbonat dalam pembuatan metil salisilat berfungsi mengikat H⁺ dari katalis asam sulfat yang bereaksi dengan reaktan diawal reaksi, sehingga reaksi *reversible* berhenti dan proses sintesis berlangsung optimal. Selain itu natrium bikarbonat bereaksi dengan asam salisilat membentuk natrium salisilat yang larut dalam air dan mencapai pH netral (Nurlita, F. *et al.* 2014).

c. Kalsium klorida anhidrat (CaCl₂.H₂O)

Kalsium klorida memiliki beberapa macam hidrat, seperti anhidrat, dihidrat, tetrahidrat dan hexahidrat. Kalsium klorida anhidrat memiliki rumus kimia CaCl₂.H₂O dengan konsentrasi hingga 80-99% berat (Utomo & Maswiarso, 2019). Kalsium klorida anhidrat (kelas industri) adalah sejenis bubuk berwarna putih dengan rumus kimia CaCl₂ dan berat molekul 110,98 g/mol.

Kalsium klorida dijumpai sebagai hidrasi padat dengan rumus umum CaCl₂.H₂O_x dengan nilai x = 0, 1, 2, 4, dan 6. Senyawa ini terutama digunakan untuk penghilang es dan pengendali debu karena garam anhidrat yang higroskopis dapat digunakan sebagai desikan. Kalsium klorida larut dalam air menghasilkan klorida dan kompleks logam akuo [Ca(H₂O)₆]²⁺, yang merupakan sumber kalsium "bebas" dan ion klorida bebas. Pada umumnya kalsium klorida dapat digunakan untuk zat pencair es (*de-icing*), zat aditif dalam pemrosesan plastik dan pipa, sebagai sumber ion kalsium, dapat digunakan dalam bidang

kedokteran, zat aditif industri makanan, serta sebagai zat pengering (*dessicant*). Dalam proses pembuatan metil salisilat penambahan kalsium klorida anhidrat untuk mengikat kandungan air pada metil salisilat (Wirada, W. 2018).

1.4.4. Pemilihan proses

Dalam pembuatan metil salisilat dalam skala besar seperti industry, pembuatannya menggunakan metode esterifikasi. Sedangkan metode pembuatan metil salisilat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Metode esterifikasi

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi antara asam karboksilat dan alkohol membentuk ester dengan mengkonversi asam lemak bebas yang terkandung di dalam trigliserida menjadi metil ester dan hasil samping dari reaksi ini terbentuk air (Suleman *et al.*, 2019). Dalam memproduksi metil salisilat dari metanol dan asam salisilat dapat digunakan metode esterifikasi dengan penambahan katalis asam sulfat. Metode ini merupakan metode yang sangat umum digunakan dalam industri pembuatan metil salisilat, karena mudah dan biaya yang rendah.



Kondisi operasi pada temperature 63°C dan 1 atm dengan konsentrasi reaksi asam salisilat membentuk metil salisilat sebesar 95%. Karena esterifikasi metanol dan asam salisilat melibatkan kesetimbangan yang dapat balik (*reversible*), maka reaksi ini tidak sempurna. Untuk menggeser kesetimbangan kearah pembentukan produk, maka salah satu reaktan yaitu metanol dibuat pada kondisi berlebih dengan perbandingan 8:1 (Holiza & Laude, 2020).

Jadi, adanya perbandingan bahan baku tersebut untuk mencapai kesetimbangan reaksi pada stokiometri. Waktu reaksi berlangsung selama 3,5

jam. Produk metil salisilat yang masih mengandung katalis asam harus dinetralkan kembali hingga menyentuh pH netral. Penetralkan tersebut dibantu dengan penetral basa natrium karbonat dengan kadar 5% (Holiza & Laude, 2020).

2. Ekstraksi Bahan Tanaman

Metil salisilat terdapat pada tanaman gandapura. Selain itu terdapat pada tanaman lain seperti daun sedap malam, cengkeh, teh, daun suji, dan daun akasia. Metil salisilat dapat di peroleh dari tanaman-tanaman tersebut melalui proses ekstraksi.

Daun suji, daun sedap malam, atau daun akasia di rendam dalam air bersuhu 30-50°C selama 24 jam hingga tampak seperti lumpur. Setelah direndam, daun-daun tersebut dikeringkan hingga seperti lembaran-lembaran daging buah. Untuk proses ekstraksi, pelarut yang digunakan adalah etanol dan asam asetat dengan suhu ekstraksi 85°C dengan tekanan 1 atm selama 6-8 jam. Untuk mendapatkan metil salisilat proses selanjutnya yaitu distilasi, produk ekstraksi di distilasi pada suhu 200°C (Holiza & Laude, 2020).

3. Esterifikasi dengan *Membrane-Integrated Reactor*

Pemisahan air selain menggunakan distilasi, dapat juga menggunakan *membrane reactor*. Air yang dihasilkan dipindahkan melalui *permeableselective membrane* dari zona reaksi, proses reaksi akan terus berlangsung sehingga dapat tercapai konversi yang tinggi. Esterifikasi dengan *membran-integral reactor* memakan waktu yang cukup lama yaitu 8 jam karena pada proses ini, dilakukan pemurnian produk

Tabel 1.7. Data perbandingan proses produksi metil salisilat

No.	Parameter yang ditinjau	Esterifikasi	Ekstraksi Bahan Tanaman	Esterifikasi dengan <i>Membrane-Integrated Reactor</i>
1.	Bahan Baku	Metanol dan asam salisilat	Gandapura	Metanol dan asam salisilat
2.	Tekanan (atm)	1-1,5	1	1-1,5
3.	Suhu (°C)	58-68	250	105
4.	Waktu Proses (jam)	3,5	6-8	8
5.	Konversi (%)	95,81 %	97,60 %	95 %
6.	Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya operasi lebih murah • Temperatur operasi dalam reactor dan peralatan yang digunakan cukup sederhana • Metanol yang berlebihan dapat di <i>recycle</i> dengan terlebih dahulu dipisahkan dari produk 	Menghasilkan konversi yang tinggi, air yang dihasilkan dari reaksi dipisahkan melalui <i>permselective membrane</i> , katalis yang digunakan mudah terpisah dari produk	Menghasilkan konversi yang tinggi, air yang dihasilkan dari reaksi dipisahkan melalui <i>permselective membrane</i> , katalis yang digunakan mudah terpisah dari produk
7.	Kekurangan	Metanol yang diperlukan berlebih untuk pembentukan metil salisilat	Menggunakan bahan dari alam yaitu daun gandapura yang lama kelamaan	Proses yang dilakukan harus pada kondisi yang stabil tanpa gangguan

Sumber:Halimah,N.,2014

Dengan membandingkan tiga proses diatas seperti ditunjukkan pada tabel diatas, maka pada perancangan pabrik metil salisilat ini dipilih proses **esterifikasi** dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku asam salisilat maupun metanol lebih banyak dan mudah didapatkan dibanding dengan ketersediaan tanaman *wintergreen* dan tanaman gandapura yang bergantung pada musim dan cuaca.
2. Satu siklus produksi berlangsung relatif lebih singkat dari pada proses ekstraksi. Pada proses ekstraksi secara batch berlangsung selama 6-8 jam sedangkan pada proses esterifikasi secara kontinyu berlangsung selama 3,5 jam.
3. Suhu yang digunakan pada esterifikasi lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi, yaitu pada esterifikasi sebesar 68°C sedangkan ekstraksi sebesar 85°C sehingga energi yang digunakan juga lebih kecil.
4. Tekanan yang digunakan pada esterifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi, yaitu pada esterifikasi sebesar 1-1,5 atm sedangkan ekstraksi sebesar 1 atm.

Dalam konteks teknologi rekayasa kimia berkelanjutan, proses esterifikasi memungkinkan penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan dan penggunaan kembali untuk efisiensi energy dan biaya operasional

BAB XI

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan dari bahan baku, kondisi operasi dan proses, maka pabrik metil salisilat digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah (*low risk*), karena kondisi operasinya baik temperatur maupun tekanan tidak tergolong ekstrim. Serta bahan baku dan produksinya memiliki tingkat *toxic*, *flammable* dan *explosive* rendah. Hasil analisa ekonomi pabrik metil salisilat dengan kapasitas 2.500 ton/tahun dapat dilihat sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 16 %.
2. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak adalah 4,02 tahun.
3. *Break Event Point* (BEP) sebesar 58,33% dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30 – 60% kapasitas produksi.
4. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 18,74% yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti beroperasi karena akan mengalami kerugian.

Dari hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik metil salisilat dan metanol dengan kapasitas 2.500 ton/tahun ini layak untuk didirikan dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba, 2024. www.alibaba.com. Diakses 24 Maret 2024 Pukul 13.00.
- Aries, R.S., and Newton, R.D. (1954). "*Chemical Engineering Cost Estimation*",
Mc. Graw Hill Book Company Inc, New York.
- Arjuna, G. (2019). Natrium Bikarbonat Dari Natrium Karbonat Dengan Proses Karbonasi Kapasitas Produksi 60.000 Ton/Tahun. *Skripsi Thesis, ITN Malang.*, 1–11.
- Aura, M. S., & Zainul, R. (2019). *KARAKTERISASI DAN INTERAKSI MOLEKULAR ASAM SULFAT*.
- BPS, 2024. www.bps.go.id, diakses tanggal 24 Maret 2024
- Brown, G.G. (1950). "*Unit Operation*", pp. 131-143; 174-186; John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Candasavu, C. (1997). *Handbook of Chemical Engineering Pervaporation-assisted esterification of salicylic acid*. New Jersey Institut Of Technology.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. (1983). "*Chemical Engineering Design*", Vol. 6, pp. 157-161; 762-778, Pergamon Press, Oxford.
- Daniel, Priambodo, W.S., & Saleh, C. (2019). Pembuatan Metil Salisilat Menggunakan Katalis Asam Dengan Metode Tanpa Pelarut. *Jurnal Atomik*, 4(1), 41 – 44.
- Ditjen POM. (1997). *Farmakope Indonesia Edisi III*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- E-Farmakope Indonesia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Fatmawati, F. & Herlina, L. (2017). Validasi Metode dan Penentuan Kadar Asam Salisilat Bedak Tabur dari Pasar Majalaya. *EduChemia*, 2(II), 141-150.
- Geankoplis, J. Christie., (1978). "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice Hall International.
- Habibillah, F.R. & Agam, T. (2020). *Prarancangan Pabrik Metil Salisilat dari Metanol dan Asam Salisilat Kapasitas Produksi 40.000 Ton/Tahun*. Universitas Gadjah Mada.
- Halimah. N. (2014). *Prarancangan Pabrik Metil Salisilat dari Metanol dan Asam Salisilat Kapasitas Produksi 9.500 Ton/Tahun*. Surakarta:Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Harningsih, N., Sulaiman, S., & Iksari, E.D. (2014). *Optimization Of Sodium Bicarbonate And Citric Acid As Effervescent Component On Floating Tablets Nifedipine*. *Majalah Farmaseutik*, 10(1), 186 – 191.
- Herliati. (2021). *Bunga Rampai Proses Industri Kimia Penerbit: FTI Jayabaya Press*.
- Herni. (2022). *Prarancangan Pabrik Metil Salisilat dari Metanol dan Asam Salisilat Kapasitas Produksi 30.000 Ton/Tahun*. Lampung:Institut Teknologi Sumatera.
- Holiza, S. A., & Laude, R. S. (2020). *Pra Rancangan Pabrik Metil Salisilat Dari Metanol Dan Asam Salisilat Kapasitas 20.000 Ton/Tahun Perancangan Pabrik*. Yogyakarta.
- ICIS, 2018. *ICIS Chemical Business*. California: Reed Business
- Kern, D.Q. (1950). "*Process Heat Transfer*", pp. 110 - 115; 266 - 276; 468 - 474;

816; 828 - 834; 836 - 845, McGraw-Hill International Book Company Inc.,
New York.

Kurnianto, R. (2022). Pabrik Asam Salisilat Dari Fenol Dan Natrium Hidroksida Dengan Proses Karboksilasi Kapasitas 11.000 Ton / Tahun. *Proposal Pra Rencana Pabrik; Fakultas Teknik; Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.*

Mawaddah, M., & Putri, W. I. (2018). Pra Rancangan Pabrik Metanol dari Karbondioksida dan Hidrogen Kapasitas 55.000 Ton/Tahun. *Pra Rancangan Pabrik*, 1–16.

Nurlita, F., Dwipa, I.B.M.A., & Tika, I.N. (2014). Optimasi Proses Esterifikasi sam Salisilat dengan n-Oktanol. *Jurnal Wahana Matematika an Sains*, 8(1) 1–11.

Melinda, A. (2018). Laporan Praktikum Kimia Organik. *Sintesis Metil Salisilat*, 1–14.

Mc. Cabe, Smith, J.C, and Harriot, (1985). "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.

PetroDMO (2024). *Petro Drilling Mining Oil*. diakses pada 20 Maret 2024 dari :
<https://petrodmo.com/products/calcium-chloride-98-cacl2>.

Pusat Informasi Bioteknologi Nasional (2024). Ringkasan Senyawa PubChem untuk CID 4233, Metil Salisilat. diakses pada 20 Maret 2024 dari :
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Methyl-Salicylate>.

Priambodo, W. S., Saleh, C., Kimia, J., & Mulawarman, U. (2019). Pembuatan Metil Salisilat Menggunakan Katalis Asam Dengan Metode Tanpa Pelarut. *Atomik*, 04(1), 41–44.

- Rase, H.F., and Holmes, J.R. (1977). "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", Volume One : *Principles and Techniques*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Suleman, N., Abas, & Papatungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.54>
- Ulum, M. B., & Haka, M. R. (2022). Prarancangan Pabrik Asam Salisilat Dari Fenol Dan Karbon Dioksida Dengan Proses Kolbe-Schmitt Kapasitas. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia*, 3(2), 59–63.
- Utomo, R. K., & Maswiarso, A. (2019). Pra Rancangan Pabrik Kimia Kalsium Klorida Dari Asam Klorida Dan Batuan Kapur Dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun. *Pra Rancangan Pabrik, Universitas Islam Indonesia*.
- Wirada, W. (2018). *Sintesis Metil Salisilat dan Aspirin*. Universitas Negeri Surabaya, 1-33.
- Yaws, Carl, L. (1999). *Handbook of Chemical Engineering Data for Process Safety*. Gulf Publishing Company, Huston, Texas.

