

TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA



PRA RANCANGAN PABRIK SUSU BUBUK DIABETES KAPASITAS 2000 TON/TAHUN

Oleh:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 1. Khoerul Anam | L2C007055 |
| 2. Siechara Apfia Casper | L2C007085 |
| 3. Suhandinata Rusli | L2C007087 |
| 4. Vito Mandala | L2C007091 |

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2011**

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PERANCANGAN PABRIK SUSU BUBUK DIABETES	
	KAPASITAS PRODUKSI	2.000 Ton/Tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none">- Salah satu industri pangan yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik susu bubuk diabetes, yaitu pabrik yang menghasilkan produk berupa susu bubuk yang sudah dimodifikasi sehingga mempunyai kadar lemak dan laktosa yang rendah. Pabrik ini sangat potensial untuk didirikan di Indonesia, mengingat jumlah penderita diabetes di Indonesia yang meningkat setiap tahunnya sehingga kebutuhan akan susu untuk penderita diabetes akan meningkat.- Dengan didirikannya pabrik susu bubuk diabetes berarti memenuhi kebutuhan penderita diabetes dalam negeri, membuka lapangan pekerjaan yang baru serta mensejahterakan kehidupan para peternak. Oleh karena itu, akan dibuat pra rancangan pabrik Susu Bubuk Diabetes di Indonesia pada tahun 2015 mendatang.
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Susu Bubuk Diabetes, yaitu : <ul style="list-style-type: none">a. Kebutuhan Susu Bubuk Diabetes di Indonesia Dengan metode <i>Least Square</i> diperkirakan kebutuhan

	<p>Susu Bubuk Diabetes pada tahun 2015 sebesar 2.000 ton per tahun.</p> <p>b. Ketersediaan bahan baku</p> <p>Susu segar sebagai bahan baku dapat diperoleh dari KUD daerah sekitar, yaitu di Kabupaten Semarang, Salatiga yang menghasilkan 71 juta liter/tahun. sehingga ketersediaan bahan baku tidak tergantung dari negara lain. Dengan demikian, bahan baku cukup tersedia dan mudah memperolehnya</p>
<p>Dasar</p> <p>Penetapan</p> <p>Lokasi</p> <p>Pabrik</p>	<p>1. Sumber bahan baku</p> <p>Penghasil susu segar terbesar di Indonesia adalah pulau Jawa, sehingga pabrik diletakkan pada daerah Jawa Tengah. Selain menghasilkan susu yang cukup besar yaitu 71 juta liter per tahun, juga belum adanya industri pangan yang menggunakan bahan susu segar dibanding daerah sekitarnya.</p> <p>2. Pemasaran</p> <p>Lokasi pabrik tidak terlalu jauh dari kota-kota besar seperti Semarang, Solo dan Jogjakarta sehingga pemasaran produk mudah dilakukan, karena sejumlah besar penderita diabetes merupakan penduduk daerah kota besar.</p> <p>3. Transportasi</p> <p>Sebagai daerah industri yang cukup besar di Indonesia tentunya daerah industri di Ungaran telah mempunyai sarana komunikasi dan transportasi yang memadai seperti jalan tol Semarang - Jogjakarta, terlebih dengan adanya dua buah bandara yang</p>

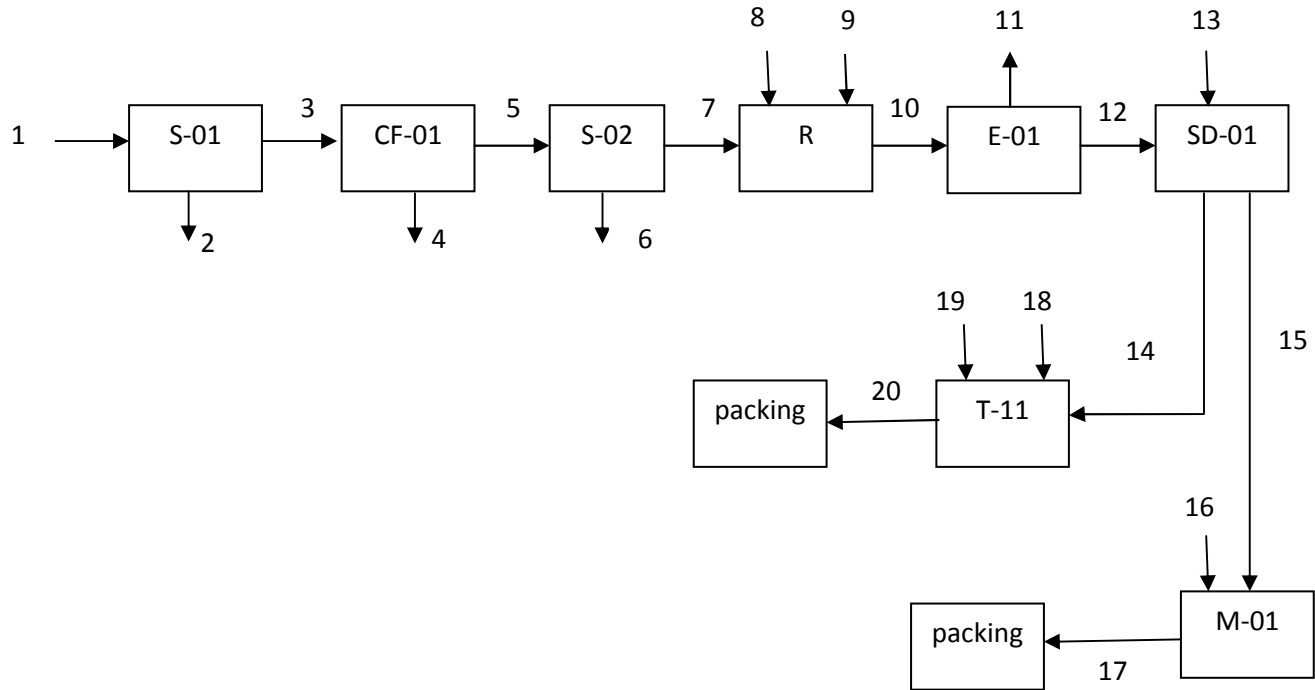
	<p>letaknya dekat dengan lokasi pabrik.</p> <p>4. Tenaga Kerja</p> <p>Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat direkrut dari tenaga ahli dan berpengalaman dibidangnya dan tenaga kerja lokal yang berasal dari lingkungan masyarakat sekitar pabrik.</p> <p>5. Utilitas</p> <p>Kebutuhan air baku dapat dipenuhi dari mata air Gunung Ungaran. Sedangkan sumber listrik dapat dipenuhi dari PLN, disamping itu energi listrik juga dapat diproduksi sendiri menggunakan Diesel Generator Jet.</p>
Pemilihan Proses	<ul style="list-style-type: none"> - Proses yang dipilih dalam produksi susu bubuk diabetes ini adalah proses hidrolisa laktosa susu dengan enzim laktase - Proses ini menggunakan reaktor <i>batch</i> dengan menggunakan jaket pemanas - Merupakan reaksi endotermis pada suhu 37⁰ C dan tekanan 1 atm. - Konversi reaksi sebesar 90%
Bahan Baku	
Jenis	<p>Susu Segar</p> <p>Air (H₂O)</p> <p>Enzim Laktase</p>
Spesifikasi	<p>Susu Segar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : cairan - Warna : putih kebiruan hingga kuning keemasan

	<ul style="list-style-type: none"> - Bau : Spesifik - Titik Didih : 100,17°C - Densitas : 1,028 gr / ml <p>Air (H₂O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : Cair - BM : 18 - Bau : Tidak berbau - Warna : Jernih - Titik Didih : 100°C (pada 1 atm) - Density (30°C), gr/cc : 0,994 <p>Enzim Laktase</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : cair - pH optimum : 6 - Suhu optimum : 37°C
Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> - Susu segar = 3.220,74 L/jam atau 3.294,82 kg/jam - Air (H₂O) = 1.027,17 kg/jam - Enzim Laktase = 0,65 kg/jam
Asal	<ul style="list-style-type: none"> - Susu segar dari KUD daerah sekitar - Laktase dari produk Maxilact, Belanda
Produk	
Jenis	Susu Bubuk Diabetes
Spesifikasi	<p>Susu Bubuk Diabetes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : bubuk - Ukuran : 160 – 200 µm

	<ul style="list-style-type: none"> - Warna : putih agak kekuningan - Bau : seperti susu - Rasa : kurang manis, hambar - Kandungan laktosa : 2,8 % - Kandungan lemak : 0,76 % - Kandungan protein : 37,8 % - Kandungan mineral : 4,54 % - Kandungan glukosa : 12,77 % - Kandungan galaktosa : 12,77 % - Kandungan vitamin : 26 % - Kandungan air : 2,2 %
Laju Produksi	252,53 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri

2. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 Diagram Alir



Keterangan Arus

- 1 : Aliran dari tangki penyimpanan susu murni menuju clarifier (S-01)
- 2 : Aliran impuritas dari clarifier menuju pembuangan
- 3 : Aliran susu bebas impuritas menuju *centrifuge* (CF-01)
- 4 : Aliran lemak dari *centrifuge* (CF-01) menuju tangki penyimpanan (T-03)
- 5 : Aliran susu bebas lemak dari *centrifuge* (CF-01) menuju ultrafiltrasi (S-02)
- 6 : Aliran laktosa dari *ultrafiltrasi* (S-02) menuju tangki penyimpanan (T-05)
- 7 : Aliran susu dari *ultrafiltrasi* (S-02) menuju reaktor (R)
- 8 : Aliran enzim laktase dari tangki penyimpanan (T-07) menuju reaktor (R)
- 9 : Aliran air dari tangki penyimpanan (T-08) menuju reaktor (R)
- 10 : Aliran susu bebas laktosa dari reaktor (R) menuju *evaporator* (E-01)
- 11 : Aliran uap air dari *evaporator* (E-01) menuju atmosfer
- 12 : Aliran susu 50 % TS menuju *spray dryer* (SD-01)
- 13 : Aliran udara panas menuju *spray dryer* (SD-01)
- 14 : Aliran susu bubuk out spec dari *spray dryer* (SD-01) menuju tangki pencampuran (T-11)
- 15 : Aliran susu bubuk dari *spray dryer* (SD-01) menuju *mixer* (M-01)
- 16 : Aliran vitamin dari tangki penyimpanan (T-15) menuju *mixer* (M-01)
- 17 : Aliran susu bubuk dari *mixer* (M-01) menuju *packing*
- 18 : Aliran air dari tangki penyimpanan (T-12) menuju tangki pencampuran (T-11)
- 19 : Aliran vitamin dari tangki penyimpanan (T-13) menuju tangki pencampuran (T-11)

20 : Aliran susu cair dari tangki pencampuran (T-11) menuju *packing*

2.2 Peneracaan

2.2.1 Neraca Massa

A. Unit Clarifying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M1	M2	M3
Laktosa	154.48		154.48
Lemak	124.90		124.90
Protein	105.18		105.18
Mineral	23.01		23.01
Air	2879.26		2879.26
Impuritas	8.00	8.00	0.00
Jumlah	3294.82	8.00	3286.82
	3294.82	3294.82	

B. Unit Skimming

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M3	M4	M5
Laktosa	154.48	145.14	9.34
Lemak	124.90	1.78	123.12
Protein	105.18	97.75	7.43
Mineral	23.01	21.62	1.38
Air	2879.26	2695.79	183.46
Impuritas	0.00	0.00	0.00
Jumlah	3286.82	2962.08	324.74
	3286.82	3286.82	

C. Unit Ultrafiltrasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M4	M6	M7
Laktosa	145.14	74.11	71.04
Lemak	1.78	0.16	1.88
Protein	97.75	2.92	94.77
Mineral	21.62	10.22	11.39
Air	2695.79	1534.31	1161.29
Jumlah	2962.08	1621.72	1340.37
	2962.08	2962.08	

D. Unit Reaktor Hidrolisa

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M 7	M 8	M 9
Laktosa	71.04		7.11
Lemak	1.88		1.88
Protein	94.77		94.77
Glukosa	0.00		33.65
Galaktosa	0.00		33.65
Laktase	0.00	0,65	0.65
Mineral	11.39		11.39
Air	1161.29	1027.13	2185.06
Jumlah	1340.37	1027.78	2368.15
	2368.15		2368.15

E. Unit Evaporasi Single Efek

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 9	M 10	M 11
Laktosa	7.11		7.11
Lemak	1.88		1.88
Protein	94.77		94.77
Glukosa	33.65		33.65
Galaktosa	33.65		33.65
Laktase	0.65		0.65
Mineral	11.39		11.39
Air	2185.06	2004.15	180.91
Jumlah	2368.15	2004.15	364.00
	2368.15	2368.15	

F. Unit Spray Drying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 11	M 12	M 13
Laktosa	7.11		7.11
Lemak	1.88		1.88
Protein	94.77		94.77
Glukosa	33.65		33.65
Galaktosa	33.65		33.65
Laktase	0.65		0.65
Mineral	11.39		11.39
Air	180.91	169.22	11.69
Jumlah	364.00	169.22	194.78
	364.00	364.00	

G. Unit After Drying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 13	M 14	M 15
Laktosa	7.11		7.11
Lemak	1.88		1.88
Protein	94.77		94.77
Glukosa	33.65		33.65
Galaktosa	33.65		33.65
Laktase	0.65		0.65
Mineral	11.39		11.39
Air	11.69	6.02	5.66
Jumlah	194.78	6.02	188.76
	194.78	194.78	

H. Unit Sifter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 15	M 16	M 17
Laktosa	7.11	0.07	7.04
Lemak	1.88	0.02	1.86
Protein	94.77	0.95	93.82
Glukosa	33.65	0.34	33.32
Galaktosa	33.65	0.34	33.32
Laktase	0.65	0.01	0.64
Mineral	11.39	0.11	11.28
Air	5.66	0.06	5.61
Jumlah	188.76	1.89	186.87
	188.76	188.76	

I. Unit Tipping Vitamin

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M 17	M 18	M 19
Laktosa	7.04	0.00	7.04
Lemak	1.86	0.00	1.86
Protein	93.82	0.00	93.82
Glukosa	33.32	0.00	33.32
Galaktosa	33.32	0.00	33.32
Laktase	0.64	0.00	0.64
Vitamin	0.00	65.66	65.66
Mineral	11.28	0.00	11.28
Air	5.61	0.00	5.61
Jumlah	186.87	65.66	252.53
	252.53		252.53

1.1.2. Neraca Panas

A. Unit Tangki 01

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	-219518,89	H	-271209,47
		Q diserap	51690,58
Jumlah	-219518,89		-219518,89

B. Unit Thermizer

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	-248557	H	558359,5
Q suplai	806.916,5		
Jumlah	558359,5		558359,5

C. Unit Heat Exchanger HE-03

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	534554,92	H	296604,60
		Q diserap	237950,32
Jumlah	534554,92		534554,92

D. Unit HE-04

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	104922,60	H	62915,42
		Q diserap	42007,18
Jumlah	104922,60		104922,60

E. Unit Heat Exchanger HE-05

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	21518,37	H	51664,64
Q suplai	30146,27		
Jumlah	51664,64		51664,64

F. Unit HE-06

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	-29,7	H	16,97
Q suplai	46,67		
Jumlah	16,97		16,97

G. Unit Reaktor

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	114597,04	H	116503,34
Q suplai	566.698,08	Q reaksi	564.791,78
Jumlah	681.295,12		681.295,12

H. Unit Evaporator

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	95471,09	H	-33.878.425,64
Q suplai	-33.973.896,73		
Jumlah	-33.878.425,64		-33.878.425,64

I. Unit HE-07

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	14919,58	H	51724,12
Q suplai	36804,54		
Jumlah	51724,12		51724,12

J. Unit Spray Dryer

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	51724,12	H	-12.302.135,21
Q suplai	-12.353.859,33		
Jumlah	-12.302.135,21		-12.302.135,21

K. Unit After Dryer

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	24548,80	H	-452.475,63
Q suplai	-477.024,43		
Jumlah	-452.475,63		-452.475,63

L. Unit After Cooler

ΔH in (kj/jam)		ΔH out (kj/jam)	
H	25195,37	H	8267,49
		Q diserap	16927,88
Jumlah	25195,37		25195,37

3.1. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Peralatan Proses

A. Tanki Susu Segar

- Kode : T – 01
- Fungsi : Menyimpan bahan baku susu dalam fase cair selama 2 hari.
- Bahan konstruksi : *stainless steel type 316*
- Jumlah : 2 buah
- Tekanan desain : 1 atm
- Kapasitas reaktor : 5.396,2 ft³
- ID : 19,01 ft
- Tinggi reaktor : 22,82 ft
- Tebal silinder : 3/16 in

- Tebal head : 3/16 in

Pengaduk

- Kecepatan putar : 37,66 rpm
- Power pengaduk : 13 Hp
- Diameter impeler : 6,34 ft
- Lebar baffle : 0,634 ft

B. Reaktor

- Kode : R
- Fungsi : tempat terjadinya reaksi hidrolisa antara laktosa dengan air
- Bahan konstruksi : *stainless steel type 316*
- Jumlah : 7 buah
- Tekanan desain : 17,34 psi
- Kapasitas reaktor : 83,34 ft³
- ID : 5,42 ft
- Tinggi reaktor : 3,61 ft
- Tebal silinder : 1/4 in
- Tebal bottom : 3/16 in

Pengaduk

- Kecepatan putar : 228,24 rpm
- Power pengaduk : 4 Hp
- Diameter impeler : 1,81 ft

- Lebar baffle : 0,542 ft

C. Evaporator

- Kode : EV
- Fungsi : memekatkan susu dari 12% TS menjadi 50,3 % TS pada kondisi tekanan vakum 0,07 atm dan suhu 40°C
- Tipe : Long-tube vertical
- Bahan konstruksi : Low alloy steel SA-204 grade C
- Tekanan : 0,07 atm
- Fluida pemanas : Steam,
Suhu masuk : 130 °C dan suhu keluar : 90 °C
Tekanan : 270,13 Kpa = 2,7 atm
- Pengontrol tekanan : Blower
- Jumlah tube : 188
- Luas penampang : 46.93 ft²
- Diameter : 7.73 ft
- Tinggi shell : 15 ft
- Tebal shell : 3/16 in
- Tebal head : 1/4 in
- Tinggi head : 1.48 ft
- Tinggi total : 17.96 ft

D. Spray Dyer

- Kode : SP
- Fungsi : Untuk mengubah susu keluaran evaporator menjadi susu bubuk dengan mengurangi kadar airnya sehingga konsentrasi padatan meningkat dari 50,3% TS menjadi 94% TS.
- Fluida pemanas : udara kering
suhu masuk : 365 °C
suhu keluar : 81 °C
- Fluida dingin : Susu
Suhu masuk : 70 °C
Suhu keluar : 80,7 °C
- Waktu pengeringan : 27.25 detik
- Diameter droplet : 278 μm
- Diameter produk : 160 – 200 μm
- Diameter kolom : 1,5 m
- Tinggi kolom : 7,5 m

E. Pompa Bahan Baku Susu

- Kode : P – 02
- Fungsi : Memompa susu dari tanki penyimpanan menuju clarifier (S-01)
- Tipe : Pompa Sentrifugal
- Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade C
- Kapasitas : 0,00088 m³/s

- Dimensi Pipa
 - Diameter : 1,5 in
 - Diameter dalam : 1,61 in
 - Diameter Luar : 1,9 in
 - Schedule number : 40
- Tenaga
 - Pompa : 0,3 HP
 - Motor : 0,3 HP

F. Tanki Air

- Kode : T-08
- Fungsi : menyimpan air untuk kebutuhan selama 1 hari
- Tipe : Flat Bottom Cylindrical Vessel Conical Roof
- Bahan : Carbon Steel SA-283 grade C
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 60,05 m³
- Tinggi Tanki : 3,66 m
- Diameter Tanki : 4,57 m
- Tinggi head : 0,43 m
- Tebal head : 0,4 in
- Tebal shell : 3/16 in
- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm

3.1 Utilitas

<i>Air</i>	
Air untuk proses	24,65 m ³ /hari
Air untuk sanitasi (<i>service water</i>)	3,6 m ³ /hari
Air untuk laboratorium, pembersihan, dll	7,5 m ³ /hari
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	5,9 m ³ /hari
Total kebutuhan air	41,65 m ³ /hari
Didapat dari sumber	air artesis
<i>Steam</i>	
Kebutuhan <i>steam</i>	396,93
Jenis boiler	Water tube
<i>Refrigerant</i>	
Jenis Refrigerant	HCFC 123
Kebutuhan Refrigerant	351,64 kg/jam
<i>Listrik</i>	
Kebutuhan listrik	88,57 kW
Dipenuhi dari	PLN
<i>Bahan Bakar</i>	
Jenis	Generator : solar
Kebutuhan	Generator :138,41 lb/jam
Sumber dari	Pertamina

C. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	\$ 15.001.898,21
Fixed Capital	\$ 21.602.733,42
Working Capital	\$ 8.581.951,96
Total Capital Investment	\$ 32.344.958,72
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 120,62 % - Setelah pajak : 84,44 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 0,79 tahun - Setelah pajak : 1,11 tahun
Break Even Point (BEP)	15,36 %
Shut Down Point (SDP)	9,05 %
Rate of Return (ROR)	80 %