BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku Utama Dan Bahan Penunjang

2.1.1 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan bagian inti atau tengah jagung yang berfungsi sebagai tempat menempelnya biji-biji jagung atau kernel. Tongkol jagung menjadi limbah setelah dipisahkan dari bijinya dan biasanya digunakan untuk pakan ternak sapi dan atau dibakar untuk meminimalisasi limbah tersebut. Tongkol jagung menyumbang 13,63% dari berat total jagung kering dan memiliki kandungan air (moisture content) sebesar 6,38% (Zhang, Ghaly, & Li, 2012).



Gambar 2.1 Tongkol Jagung

Tabel 2.1 Komposisi Kimia dalam Tongkol Jagung (Basis Kering)

Komposisi	%Massa
Lignin	15%
Selulosa	45%
Hemiselulosa	35%
Abu	3%
Pektin	2%

(Pointner, Kuttner, Obrlik, Jgaer, & Kahr, 2014)

Tabel 2.2 Komposisi Unsur dalam Tongkol Jagung (Basis Kering)

Komposisi	%Massa
C	47,7%
N	0,4%
O	56,5%
H	6,5%

(Budai, et al., 2014)

Sebagai bahan baku dari pembuatan asam laktat, selulosa dalam tongkol jagung harus dipisahkan dari lignin dan hemiselulosa yang ada dengan metode delignifikasi menggunakan NaOH, kemudian selulosa dihidrolisis dengan asam untuk menghasilkan

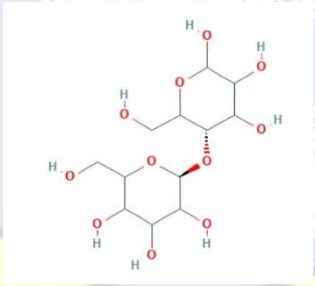
glukosa. Glukosa inilah yang kemudian akan difermentasi dengan bantuan bakteri untuk menghasilkan asam laktat.

Selulosa ((C6H10O5)n) merupakan serat yang menyusun jaringan dari dinding sel tumbuhan. Selulosa berbentuk bubuk berwarna putih dan tidak berbau (National Center for Biotechnology Information, 2015). Selulosa yang terkandung dalam tongkol jagung memiliki nilai derajat polimerisasi (n) sebesar 1.328 (Ibrahim, Agblevor, & El-Zawawy, 2010). Struktur utamanya merupakan rantai panjang unit glukosa yang disatukan oleh ikatan β-(1,4). Sifat unik dari selulosa adalah kemampuannya untuk mengikat hidrogen bersama menjadi serat (mikrofibril) dan memberikan kekuatan mekanik dan stabilitas kimia (Jarvis, 2004).

Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Selulosa

Sifat Fisika dan Kimia	Parameter
Densitas	1,5 g/cm^3
Temperatur terdekomposisi	500-518°C
Kelarutan	tidak larut dalam air, etanol, eter, sedikit larut dalam larutan NaOH
pH (tersuspensi 10% dalam	5,0-7,5

(National Center for Biotechnology Information, 2015)



Gambar 2. 2 Struktur Molekul Selulosa

Selulosa digolongkan menjadi 3 jenis yaitu α-selulosa, β-selulosa, dan γ- selulosa. Jenis ini dibedakan berdasarkan kelarutannya dalam larutan alkali dan kekuatan serta ketahanannya.

Selulosa dapat dihidrolisis dengan katalis berupa H_2SO_4 untuk menghasilkan monomer berupa glukosa yang nantinya digunakan dalam proses fermentasi (Wishart, et al., 2017).

Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Glukosa

Sifat Fisika dan Kimia	Parameter
Bentuk fisik	Padatan
Warna	Putih
Berat molekul	180,16 g/mol
Densitas (pada 25°C)	1,56 g/cm^3
Kelarutan dalam air (pada 20°C)	261 g/L
Titik didih	-
Titik beku / leleh	153-156°C

2.1.2 Bahan Penunjang

1) Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan seperti sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan penggilingan minyak. Berikut merupakan sifat kimia dan fisika dari asam sulfat dapat dilihat pada tabel 2.5:

Tabel 2.5 Sifat Kimia Asam Sulfat

Parameter	**Keterangan**
Rumus molekul	H_2SO_4
Berat molekul	98,08 g/gmol
Titik leleh	10,31 °C
Titik didih	336,85°C
Viskositas	15,7 cp(pada 30°C)
Densitas	1,84 g/cc
Kadar	98,50 %
Spesifik gravity	1,836
Kapasitas panas	0,3388 kkal/kg.K
Panas pembentuk	-19369 kkal/kmol
Kelarutan	Larut dalam air

Tabel 2.6 Sifat Fisika Asam Sulfat

Parameter	**Keterangan**
Wujud	Cair
Bau	Spesifik
Warna	Bening sedikit kekuningan

Sumber : (Perkembangan & Etil, 2011).

2) Air

Tabel 2.7 Sifat Fisika Air

Parame	Keterangan
Berat molekul (BM)	18,02 g/mol
Titik didih	100 ^{0}C
Titik beku	0 ^{0}C
Densitas	1 g/cm3
Kapasitas panas	1,0005 kkal/kg.K
Panas pembentukan	-68317,4 kkal/kmol
Penampilan	Cairan bening
Kelarutan	Larut dalam etanol,methanol dan aseton

sumber : Lewis (1997) dalam (RM, 2020)

Sifat kimia H_2O

- Air merupakan pelarut dan penghantar listrik yang baik.
- Air bersifat netral dengan pH = 7.
- Air dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa.

3) Kalsium Hidroksida $Ca(OH)_2$

Senyawa kimia memiliki rumus molekul $Ca(OH)_2$ biasa disebut dengan Kalsium Hidroksida dengan kemurnian 92%, memiliki titik leleh hingga 450◦C. Senyawa ini terdapat dalam fase padat berbentuk serbuk putih dengan ukuran 325 mesh, dengan berat molekul sekitar 74,09 g/mol.

Tabel 2.8 Sifat-Sifat Fisika

- Rumus Kimia	Ca(OH)2
- Berat Molekul	74,09 g/mol
- Densitas	2,24 g/cm3
- Warna	Putih
- Bentuk	Serbuk
- Titik Leleh	450 ◦C
- pH	12,4
- Kelarutan	1,84 g/L
- Kemurnian	92%

Sifat-sifat kimia:

Dapat terurai jika dipanaskan pada suhu 580 ◦C dengan reaksi sebagai berikut:

- Ca(OH)2(s) ⟶ CaO(s) + H2O(l)

4) Natrium Hidroksida (NaOH)

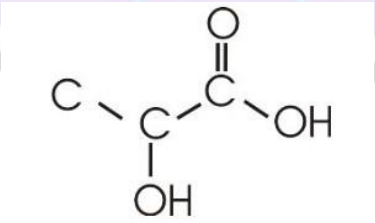
Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida yang merupakan jenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Natrium hidroksida sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Natrium hidroksida juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH (Kirk & Othmer, 1981).

Tabel 2.9 Sifat Fisika Natrium Hidroksida (NaOH)

Karakteristik	**Nilai**
Berat molekul	40 g/mol
Titik leleh	323°C
Titik didih	1390 °C
Temperatur Kritis	2546,85 °C
Tekanan kritis	249,998 atm
Kapasitas Panas	-36,56 Kkal/kg.°C
Densitas	1090,41 kg/m^3
Panas Pembentukan	-47,234 Kkal/kmol
Wujud	padat, kristal higroskopis
Warna	putih

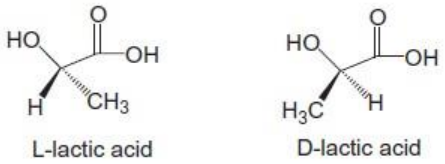
2.1.3 Produk Asam Asetat

Asam laktat merupakan zat yang dibuat melalui proses fermentasi anaerob dari glukosa dengan bantuan mikroorganisme. Asam laktat memiliki rumus molekul $C_3H_6O_3$ dan bersifat higroskopis. Jenis asam karboksilat ini memiliki satu karbon asimetris dan dua isomer enantiomorfik (Lewis, 2007).



Gambar 2.3 Struktur Molekul Asam Laktat

Asam laktat di alam berada dalam 2 bentuk optikal monomer, yaitu D(-)lactic acid dan L(+)lactic acid yang strukturnya ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Optikal Monomer Asam Laktat

Dari kedua optikal monomer dari asam laktat tesebut, dapat menghasilkan tiga bentuk stereoform dari laktida yaitu L-laktida, D-Laktida, dan DL-laktid.

2.2 Pemilihan Proses

2.2.1 Macam - Macam Proses

Pemilihan proses perlu dilakukan untuk memperoleh proses yang optimal baik dalam hal teknis maupun ekonomis dari berbagai macam proses yang ada dan proses tersebut akan diuraikan kondisi operasinya secara terperinci.

Asam laktat dapat dibuat dengan dua cara, yaitu:

1. Produksi asam laktat melalui proses fermentasi

Asam laktat dapat diproduksi dari berbagai macam karbohidrat seperti sukrosa, glukosa atau laktosa.

Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah selulosa. Selulosa dihirolisis menjadi glukosa secara hidrolisis asam dikarenakan lebih banyak digunakan dan lebih singkat. Dalam hidrolisis asam, glukosa yang dihasilkan memiliki yield yang cukup baik dan nilai kadar gula pereduksi yang cukup tinggi (Hidayat,2006). Produksi asam laktat melalui proses fermentasi banyak menggunakan metode batch fermentasi. Kondisi operasi setiap metode berbeda-beda, untuk bakteri Lactobacillus delbruekii pada suhu 40°C dengan pH 6 selama 68 jam (Alsaheb, 2019). Kemudian untuk bakteri Lactobacillus amylovorus pada suhu 40°C dengan pH 5,5 selama 36 jam (Xiaodong, 1997).

1) Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa

$$2(C_6H_{10}O_5)12500 + 12500\ H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} 12500C_{12}H_{22}O_{11}$$

Selulosa Air Sukrosa

$$12500C_{12}H_{22}O_{11} + 12500\ H_2O \longrightarrow 12500C_6H_{12}O_6$$

Sukrosa Air Glukosa

2) Fermentasi dan Netralisasi

$$C_6H_{12}O_6 + Ca(OH)2 \longrightarrow (2CH_3CHOHCOO\text{-})Ca2^+ + 2H_2O$$

Glukosa Kalsium Hidrolsida Kalsium Laktat

3) Pengasaman H_2SO_4

$(2CH_3CHOHCOO\text{-})Ca2^{+} + H_2SO_4 \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + CaSO_4$

Natrium Laktat Asam Sulfat Kalsium Sulfat

(Narayanan, et al., 2004).

Banyak jenis karbohidrat yang telah digunakan untuk dijadikan bahan baku pembuatan asam laktat. Bahan baku untuk memproduksi asam laktat harus memiliki karakteristik sebagai berikut :

a. Murah
b. Tingkat kontaminasi rendah
c. Laju produksi cepat
d. Produksi asam laktat yang dihasilkan banyak
e. Sedikit atau tidak ada pembentukan produk sampingan
f. Dapat beroperasi sepanjang tahun

(Wee,2006).

2. Produksi asam laktat melalui proses sintesis kimia

Bahan baku utama pada proses sintesis kimia adalah laktonitril. Hidrogen sianida direaksikan dengan asetaldehida dengan adanya basa untuk menghasilkan laktonitril. Dimana reaksinya adalah fase cair dan terjadi pada tekanan atmosfer yang tinggi. Kemudian laktonitril yang belum murni akan dimurnikan kembali dengan distilasi, lalu akan dihidrolisis menjadi asam laktat dengan HCl atau H_2SO_4 untuk menghasilkan garam ammonium dan asam laktat. Selanjutnya asam laktat akan diesterifikasi dengan methanol untuk menghasilkan metil laktat, yang selanjutnya metil laktat akan dimurnikan dengan distilasi dan dihirolisis oleh air dibawah katalis asam untuk menhgasilkan asam laktat dan methanol. Proses reaksi yang akan terjadi (Narayanan et al., 2004).

1) Penambahan Hidrogen Sianida

$CH_3CHO + HCN \xrightarrow{\text{katalis}} CH_3CHOHCN$

Asetaldehid Hidrogen sianida Lactonitil

2) Hidrolisis H_2SO_4

$CH_3CHOHCN + H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow C_3H_6O_3 + (NH_4)_2SO_4$

Lactonitril Air As.Sulfat As.Laktat Garam Anomonium

3) Esterifikasi

$C_3H_6O_3 + CH_3OH \longrightarrow CH_3CHOHCOOH_3 + H_2O$

Asam laktat metanol metil laktat Air

4) Hidrolisis H_2O

$CH_3CHOHCOOH_3 + H_2O \rightarrow CH_3CHOHCOOH + CH_3OH$

Metil laktat Air Asam laktat metanol

Proses sintesis kimia asam laktat pertama kali di produksi perusaahan luar negeri yaitu Monsanto (Texas, USA) pada tahun 1963. Produksi yang dihasilkan sebesar 40% (4.500 ton) dari asam laktat yang dikonsumsi di Amerika Serikat. Produksi asam laktat melalui proses sintesis kimia membutuhkan biaya yang cukup mahal dan bergantung pada produk samping dari industri lain. Untuk itu produksi asam laktat dapat diatasi dengan menggunakan proses bioteknologi secara fermentasi (Pal et al, 2009).

2.2.2 Seleksi Proses

Pra rancang bangun pabrik asam laktat dari tongkol jagung memiliki beberapa parameter proses, berikut perbandingan parameter proses dari macam – macam proses pembuatan asam laktat diantaranya:

Tabel 2.10 Jenis-jenis proses produksi asam laktat

Parameter	**Fermentasi**	**Fermentasi**
Jenis bakteri	*Lactobacillus delbrueckii*	*Lactobacillus amylovorus*
Fase	Padat – Cair	Padat – Cair
Bahan baku	Tongkol jagung	Tongkol jagung
Kondisi operasi	T = 40 C P = 1 atm t = 68 jam	T = 40 C P = 1 atm t = 36 jam
Yield	88,83%	4,8%
Kebutuhan bahan penunjang	Kalsium hidroksida dan Asam sulfat	Kalsium hidroksida dan Asam sulfat
Kekurangan	-Waktunya lebih lama dibandingkan dengan sintesis kimia	-Waktunya lebih lama dibandingkan dengan sintesis kimia - Harus ditambahkan pepton 1% terlebih dahulu agar konsentrasi asam laktat lebih baik
Kelebihan	– Bahan baku terbarukan – Biaya relatif lebih murah – Energi yang dibutuhkan rendah – Menghasilkan produk yang optimal	- Bahan baku terbarukan - Biaya relatif lebih murah

Sumber : (Winanti dan Masfuchah, 2011)

Berdasarkan proses pembuatan asam laktat yang telah dijelaskan di atas perlu mempertimbangkan kelayakan pemakaian suatu proses, maka dari itu pada pendirian pabrik asam laktat akan menggunakan proses hidrolisis untuk memecah selulosa menjadi glukosa, kemudian dilanjut dengan proses fermentasi. Pada proses fermentasi bahan baku yang digunakan adalah tongkol jagung dan menggunakan bakteri Lactobacillus delbrueckii dikarenakan bakteri Lactobacillus delbrueckii mempunyai produktivitas yang tinggi dibandingkan dengan Lactobacillus amylovorus. Asam laktat dapat diproduksi menggunakan proses fermentasi karena ramah lingkungan, suhu produksi rendah, dan hasil yang didapat besar (Vijayakumar, 2007).

2.3 Uraian Proses

Produksi asam laktat dengan metode fermentasi menggunakan bahan baku utamanya adalah tongkol jagung dengan bantuan bakteri *Lactobacillus delbrueckii*. Secara keseluruhan proses beroperasi pada tekanan 1 atm. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

a. Persiapan bahan baku dan bahan pendukung
b. Proses reaksi hidrolisis
c. Fermentasi
d. Pengasaman dan pemurnian

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku tongkol jagung yang berasal dari gudang (F-111) dialirkan menggunakan Belt Conveyor (J-112) menuju menuju Rotary Cutter (C-113) untuk dilakukan proses pemotongan tongkol jagung, kemudian dialirkan ke Ball Mill (C-114) untuk proses pengilingan menjadi tepung. Kemudian tepung jagung dibawa dengan menggunakan screw conveyor (J-115) menuju Ekstraktor (H-110) beserta air proses dari utilitas. Pencampuran di dalam ekstraktor berlangsung selama 30 menit pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Hasil dari ekstraktor dialirkan Rotary Drumb Vacuum Filter (H-122) untuk memisahkan antara cake dengan larutan selulosa. sedangkan larutan selulosa di alirkan dengan menggunakan pompa (L-123) menuju Reaktor Hidrolisis. Bahan penunjang yang pertama berupa Kalsium Hidroksida Ca(OH)2. Kalsium Hidroksida ini disimpan dalam gudang penyimpanan dalam fase padat pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pakai selama tujuh hari. Kemudian akan dialirkan menuju Reaktor-02 dan Reaktor-03.

Bahan penunjang kedua berupa katalis homogen Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan kemurnian 98%. Asam Sulfat (H_2SO_4) ini disimpan dalam Tangki penyimpanan dalam fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pakai selama tujuh hari akan dialirkan dengan Pompa-02 menuju Reaktor-01.

Bahan penunjang ke-tiga berupa katalis Natrium Hidroksida (NaOH) dengan kemurnian 70%. Natrium Hidroksida disimpan dalam Tangki-02 dalam fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pakai selama tujuh hari. Natrium Hidroksida dipompa dengan Pompa-04 dan menuju Netralizer-01. Penggunaan Netralizer ini diperlukan agar katalis asam sulfat tidak merusak alat proses lainnya, kemudian dapat mengganggu pertumbuhan bakteri pada proses fermentasi serta menghasilkan produk samping yang dapat dijual yaitu sodium sulfat.

2. Tahapan Reaksi

Selulosa dicampur bersama dengan air menggunakan Ekstraktor (H-110) pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Kemudian, masuk ke dalam Reaktor-01 (R-120) dan ditambahkan katalis H_2SO_4 yang berasal dari storage penyimpanan (F-124) lalu dipompakan menuju Mixer (M-126) untuk proses pengenceran pada suhu operasi 140°C dan tekanan 2 atm. Fungsi dari Reaktor-01 adalah untuk memecah selulosa menjadi glukosa dengan ditambahkan katalis H_2SO_4 dan mengencerkan glukosa sebesar 20%. Katalis H_2SO_4 digunakan untuk mempercepat reaksi dan memperbesar kereaktifan air.

Reaksi yang terjadi :

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow n(C_6H_{12}O_6)$$

Selulosa Air Glukosa

Selanjutnya output dari Reaktor Hidrolisis yaitu ada selulosa, abu, air, H_2SO_4, dan glukosa masuk ke dalam Netralizer-01 (R-130) dengan konversi 100%. Netralizer digunakan untuk menetralisasi asam sulfat dengan NaOH agar tidak memperburuk perkembangan bakteri, karena bakteri sangat sensitif dan tidak menyebabkan kerusakan pada alat lainnya. Kemudian, glukosa yang sudah diencerkan dialirkan ke Reaktor-02 dan Reaktor-03 (Fermentor).

3. Tahapan Fermentasi

Tahap fermentasi yang pertama dilakukan pada alat Reaktor-02 jenis Reaktor Batch. Komponen keluaran dari Netralizer-01 (R-130) dialirkan dengan Pompa (L-141) menuju Reaktor-02 (R-140). Kemudian proses pengembangbiakan bakteri Lactobacillus delbrueckii dilakukan di dalam Reaktor-02 (R-140) dengan

menambahkan beberapa nutrisi antara lain 0,375% malt sprout dan 0,25% $(NH_4)2HPO_4$. Penambahan Ca(OH)2 berfungsi untuk mempertahankan pH agar tidak berubah-ubah pada saat reaksi, karena bakteri sangat rentan terhadap perubahan pH yang dijaga pada pH optimumnya pada pH 5-6. Reaksi dalam reaktor berlangsung selama 18 jam pada temperatur 40°C dan tekanan 1 atm.

Hasil keluaran Reaktor-02 akan dipompakan menuju Reaktor-03 yang kemudian akan difermentasi dengan menambahkan 10% Ca(OH)2 0,25%, $(NH_4)2HPO_4$, dan air. Reaktor-03 berfungsi untuk memfermentasikan glukosa menjadi kalsium laktat dengan penambahan bakteri. Reaksi pada Reaktor-03 diperoleh konversi sebesar 99% asam laktat. Proses fermentasi berlangsung selama 24 jam pada suhu 40°C, dan tekanan 1 atm.

Reaksi fermentasi :

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Bakteri Lactobacillus}} 2C_3H_6O_3$$

Glukosa — Asam Laktat

Produk hasil fermentasi akan diumpankan kedalam Rotary Drum Vacuum Filter-01 berfungsi untuk menyaring dan memisahkan cake dengan abu, H2O, C3H6O3 yang akan masuk kedalam tahap pemurnian dengan menambahkan air sebagai pencuci. Selanjutnya filtrat Rotary Drum Vacuum Filter-01 akan dipompakan dengan Pompa-08 dimasukkan ke dalam.

4. Tahap Pengasaman

Pada tahap pemurnian, Kalsium Laktat dipisahkan dari impurities nya menggunakan Rotary Vacuum Filter II. Larutan Kalsium Laktat yang telah dipisahkan di tambahkan H2SO4 pada Reaktor Sulfuric (Acidifier) untuk membentuk asam laktat dan CaSO4 (gypsum) yang memiliki kelarutan yang kecil dalam air.

Reaksi yang terjadi :

$$(C_3H_5O_3)_2Ca + H_2SO_4 \longrightarrow 2C_6H_3O_6 + CaSO_4$$

Ka. Laktat Asam sulfat Asam laktat Ka. Sulfat

5. Pemurnian

Kemudian, asam laktat dan $CaSO_4$ yang terbentuk dalam proses pengasaman akan masuk ke *Rotary Vacuum Filter III* (H-320) untuk memisahkan $CaSO_4$ dengan asam laktat. Asam laktat selanjutnya akan masuk ke Tangki *Bleaching* (H-332) untuk menyerap warna pada asam laktat dengan menambah karbon aktif pada temperatur

80℃. Kemudian dialirkan ke *Filter Press* (H-333) untuk memisahkan karbon aktif dari asam laktat, sehingga menghasilkan asam laktat yang diinginkan. Kemudian Asam laktat selanjutnya akan masuk ke *Evaporator* untuk memekatkan larutan asam laktat dari 19% menjadi 87%.

2.4 Instrumen, K3 dan Utilitas

2.4.1 Instrumen

Instrumentasi adalah bagian yang sangat penting dalam menyiapkan peralatan control otomatis yang digunakan untuk menghasilkan produk dan pabrik terbaik. Instrumentasi adalah indikator, perekam, dan pengontrol. Penggunaan instrumen ini juga untuk mengurangi tenaga kerja. Instrumen pra rancang pabrik pada asam laktat ini bertujuan untuk:

1. Kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman
2. Rate produksi diatur dalam batas batas yang direncanakan
3. Membantu mempermudah pengoperasian dan pengontrolan alat
4. Lebih menjamin efisiensi dan keselamatan kerja

Instrumen yang digunakan pada peralatan pra rancangan pabrik asam laktat dari ampas tebu yaitu: Peralatan control yang sering digunakan pada pabrik adalah (Considine,1985):

Tabel 2.11 Pemasangan alat kontrol

Instrumen	Alat	Fungsi
TC(*TemperatureControl*)	Reakor Hidrolisis, Tangki Bleaching, Cooler, Fermentor, Double Evaporator, Heater, Culture Tank, Evaporator.	Untuk mengontrol temperatur operasi suatu unit proses.
PC(*Pressure Control*)	Evaporator dan Double Evaporator	Mengendalikan atau mengatur tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.
FC (*Flow Control*)	Tangki Fermentor, Culture Tank	Untuk mengontrol laju aliran yang ada di dalam alat selama proses berlangsung.
LC (*Level Control*)	Acidifier, TangkiFermentor, Tangki Hidrolisis	Untuk mengontrol dan mengatur ketinggian cairan pada suatu unit cairan.
LI(*Level Indikator*)	Culture Tank, Tangki Fermentor	Menunjukkan tinggi permukaan fluida pada suatu *vessel*.

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam memilih instrumentasi adalah harus merencanakan pemilihan alat dan lokasi pemasangan agar alat setelah pemasangan dapat dihindari dan sifat-sifat instrumen harus diingat dan harus dipilih dengan kriteria reabilitas dan maintenanbility. Perlu dicatat bahwa jika reabilitas lebih tinggi, biaya instrumen material akan lebih rendah.

2.4.2 Keselamatan kerja

Upaya pencegahan atau pengurangan bahaya yang terjadi di pabrik adalah dengan pengendalian keselamatan kerja. Pengendalian keselamatan kerja didasarkan pada kecelakaan atau bahaya pekerjaan yang berpotensi terjadi dalam pra-desain dan harus ditunjukkan dalam perencanaan, yaitu bahaya kebakaran atau ledakan, bahaya mekanis dan bahaya bagi kesehatan.

Selain itu juga, harus adanya alat pelindung diri untuk menjaga diri dari bahaya kecelakaan kerja yang mungkin terjadi, antara lain seperti:

Tabel 2.12 Peralatan dan Perlindungan diri

No.	Peralatan Pelindung Diri	Area
1.	*Safety helmet*	Semua unit proses
2.	Masker	Gudang bahan baku dan bagian proses
3.	Sarung tangan	Semua unit proses
4.	Sepatu karet (*boot*)	Semua unit proses
5.	Pemadam kebakaran	Gudang, bagian proses dan stroge
6.	Kaca pengaman (*safety glasses*)	Bengkel

Selain itu, perusahaan juga melakukan upaya untuk mendukung memastikan keselamatan kerja karyawan dengan tindakan seperti memasang pencahayaan dan ventilasi yang baik, sistem perpipaan reguler dan menutup motor yang bergerak, memasang rambu bahaya dan instruksi keselamatan kerja di tempat yang aman, serta menyediakan fasilitas pemadam kebakaran yang mudah diakses dan pengaturan peralatan yang baik sehingga pekerja dapat mengoperasikan peralatan dengan baik.

2.4.3 Utilitas

Unit utilitas adalah unit pendukung untuk unit lain di pabrik atau fasilitas pendukung untuk menjalankan pabrik dari tahap awal hingga produk akhir. Unit utilitas yang digunakan dalam pra-desain pabrik asam laktat ampas tebu terdiri dari:

1. Unit penyediaan air

Air bersih adalah air yang memiliki karakteristik: fisik, yaitu tidak berwarna (bening), tidak berbau dan tidak berasa, bahan kimia yang tidak memiliki senyawa beracun, dan biologis, yaitu tidak mengandung kuman atau bakteri patogen. Proses pengolahan air bersih diawali dengan penyaringan air sungai pada filter untuk

menghilangkan kotoran besar seperti sampah plastik, daun, ranting, dan lain-lain. Air bersih berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dari segi kualitas air menyangkut kebutuhan air yang telah dipenuhi, sedangkan dari segi kuantitas airlah yang harus dipenuhi kebutuhan air.

1. Air Proses

   Sebagian air bersih dari tandon dialirkan oleh pompa air ke peralatan proses yang membutuhkannya. Air proses adalah air yang digunakan sebagai bahan baku dan bahan penolong dalam proses pembuatan asam laktat.

2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan karyawan seperti MCK (mandi, mencuci, dan jamban) dan lain-lain, laboratorium, taman, petugas pemadam kebakaran dan sebagai cadangan air. Persyaratan air sanitasi meliputi suhu di bawah suhu kamar dan warnanya jernih,

tidak mengandung bahan kimia beracun dan bakteri atau kuman, terutama bakteri *E.coli* dan patogen.

3. Air Pendingin

Air pendingin berfungsi sebagai media pendingin pada unit perpindahan panas. Air dingin diperoleh dari proses *cooling tower*. Pemilihan air sebagai media pendingin adalah karena air banyak bahannya dan mudah didapat, mudah dikendalikan dan diproses, dapat menyerap panas dalam jumlah besar, tidak mudah menyusut karena pendinginan dan tidak mudah terkondensasi.

4. Air Umpan Boiler (*Demin Water*)

umpan boiler atau *demin water* adalah air bersih yang bebas dari kekerasan. Hal yang dilakukan untuk menghilangkan kesadahan air adalah melalui proses pelunakan (*softening*) pada unit *cation exchanger* dan *anion exchanger*. Air umpan boiler merupakan air baku untuk menghasilkan uap yang sebelumnya telah dilunakkan menjadi kandungan mineral di dalamnya. Air pakan diperoleh dari air yang telah diolah menggunakan alat tukar.

2. Unit penyedian steam

Steam atau uap diperoleh dari hasil memasak air dari boiler. Boiler adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap air, sumber daya atau sumber pemanas (Chattopadhyay 2011: 1). Ketel berfungsi sebagai alat perebus (memasak) air untuk menghasilkan uap (steam).

3. Unit Penyediaan Air Dingin (*Cooling Tower*)

Menara pendingin (cooling tower) adalah peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air dengan mengekstraksi panas dari air dan memasukkannya ke atmosfer.

4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Solar digunakan untuk menjalankan genset dengan pertimbangan antara lain karena harganya yang relatif murah, mudah didapat, viskositas relatif rendah, nilai pemanasan relatif rendah dan tidak menimbulkan kerusakan pada alat.

5. Unit penyedian listrik

Pasokan listrik di pembangkit asam laktat yang telah dirancang sebelumnya bersumber dari pembangkit listrik nasional (PLN), dan generator juga disiapkan sebagai sumber cadangan jika terjadi pemadaman/ gangguan arus listrik dari PLN. Tenaga listrik digunakan untuk menggerakkan motor unit proses, unit utilitas, penerangan, instrumentasi dan lain-lain.

6. Unit Penyediaan H2SO4

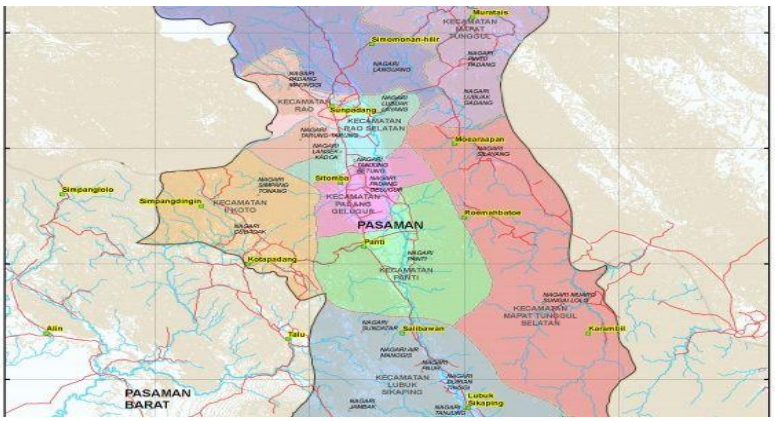
Unit penyediaan H_2SO_4 diperlukan untuk proses hidrolisis dan pengasaman.

2.5 Lokasi Pabrik

Lokasi pra rancang pembuatan asam laktat dari Tongkol jagung terletak di Provinsi Sumatera Barat tepatnya di pasaman, Kabupaten Pasaman dengan pertimbangan sebagai berikut yaitu kedekatan dengan sumber bahan baku dan bahan penunjang lainnya, lingkungan masyarakat, tenaga kerja, fasilitas dan biaya transportasi, sumber air.



Gambar 2.5 Peta Negara Republik Indonesia



Gambar 2.6 Peta Wilayah Pasaman, Kab. Pasaman

UNIVERSITAS TRIBHUWANA TUNGGADEWI
MALANG