



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Produk Enero

PT. Energi Agro Nusantara merupakan anak perusahaan PTPN X yang menghasilkan produk utama ethanol fuel grade dengan konsentrasi 99,5%, Extra neutral alcohol, alcohol teknis. Sedangkan produk samping yang dihasilkan yaitu Liquid CO₂ Food Grade, Caryz Handsanitizer, Pupuk hayati ENERO.

Tabel 1. Spesifikasi Produk Bioethanol

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
Kadar Ethanol	% volume, min	99.5
Kadar Methanol	% volume	0.5
Kadar Air	% volume	0.7
Kadar denaturan hidrokarbon atau denatonium benzoate	% volume	2-5
Kadar Tembaga (Cu)	Mg/Kg	0.1
Keasaman sebagai asam asetat	Mg/l	30
Tampakan		Jernih, terang, tidak ada endapan dan zat pengotor
Kadar ion klorida (Cl ⁻)	Mg/l	20
Kandungan Belerang (S)	Mg/l	50

II.2 Bioethanol

Bio Ethanol adalah bahan kimia berupa cairan berasal dari hasil fermentasi karbohidrat (pati) dengan bantuan mikroorganisme. Karena pembuatannya melibatkan proses biologis maka produk ethanol yang di hasilkan diberi nama Bioethanol. Bioethanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Etanol atau ethyl alcohol (C₂H₅OH) adalah senyawa organik golongan alkohol yang mengandung gugus hidroksil (OH) dengan rumus kimia CH₃CH₂OH. Etanol dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan baku



yang digunakan, proses, dan pemanfaatannya. Klasifikasi berdasarkan bahan baku serta prosesnya :

A. Etanol nabati

Secara mikrobiologis menggunakan bahan baku berpati (jagung, ubi kayu dan umbi umbian lainnya) serta bahan baku yang mengandung gula (molasses, tebu, sweet sorghum, aren, dan jenis palem lainnya) dan bahan berserat (onggok, jerami, sekam, tongkol jagung, baggas tebu serta kulit kakao dan kopi)

B. Etanol sintesis

Secara sintesis menggunakan bahan baku antara lain minyak mentah, gas. Saat ini produksi etanol sintesis kurang dari 5% dari total produksi Seperti telah disebutkan di atas, klasifikasi etanol secara mikrobiologis dipengaruhi oleh bahan bakunya, yaitu sumber gula, sumber pati, dan sumber serat.

(Huda, 2017)

II.4 Manfaat Bioethanol

Ketersediaan energi (energy supply) merupakan suatu hal yang selalu menjadi perhatian semua negara di dunia dikarenakan tingkat kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern saat ini sangat berhubungan dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Energi fosil yang terdiri atas batubara, minyak bumi, dan gas alam masih menjadi sumber energi yang utama sebagai penggerak roda perekonomian di Indonesia. Dilain pihak keberlangsungan ketersediaan energi fosil dikhawatirkan akan terancam seiring dengan berkurangnya sumber daya alam tak terbarukan. Dalam usaha mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil khususnya bahan bakar minyak yang akan habis karena depositnya terbatas maka sangat diperlukan upaya peningkatan pemanfaatan energi lain terutama pada sektor transportasi, di antaranya dengan penggunaan biofuel, khususnya bioetanol yang merupakan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui juga ramah lingkungan. Penggunaan bioetanol mengurangi emisi gas CO (ramah lingkungan) secara signifikan, Bioetanol bisa dipakai langsung sebagai BBN atau dicampurkan ke dalam premium sebagai aditif dengan perbandingan tertentu (Gasohol atau Gasolin alcohol), jika dicampurkan ke bensin maka bioetanol bisa meningkatkan



angka oktan. Selain itu bioetanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol (Wiratmaja, 2020).

II.3 Proses Produksi Bioethanol

II.3.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu :

1. Molases (60% Sukrosa, 40% komponen lain (garam anorganik, asam organik, komponen yang mengandung nitrogen, rafinnase, kestose)
2. Ammonium Sulfat
3. Urea
4. Anti Foam
5. Yeast (Yeast *S.Cerevisiae* XP & GA)

II.3.2 Proses Fermentasi

Proses pada PT Energo Agro Nusantara dibagi menjadi 2 yaitu Fermentasi dan juga Refinery. Tahapan proses pada proses fermentasi yaitu :

1. Proses Penyediaan Bahan

- a. Lab Propagation

Membiakan Yeast dari biakan murni *Sacharomyces Cerevisiae* XP dan GA untuk kemudian digunakan pada proses fermentasi.

- Dengan propagasi maka dapat dihasilkan sekitar 250 biakan dari 1 biakan murni, dimana 1 biakan digunakan untuk 1 kali proses fermentasi.
- Yeast yang digunakan di PT Energi Agro Nusantara memiliki ciri khas yaitu dapat melakukan 1 kali fermentasi. Dalam 1 fermentasi terdapat 10x batch.
- Propagasi lab dilakukan kurang lebih dalam 6 bulan hingga 1 tahun sekali tergantung dari ketersediaan biakan.

- b. Mollases Dilution

Mollases dilution adalah proses pengenceran untuk menyesuaikan kondisi sebelum memasuki Propagation Tank. Pada mollases dilution juga dilakukan penambahan Ammonium Sulfat untuk nutrisi yang



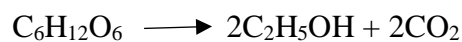
nantinya akan membantu pertumbuhan Yeast pada proses Propagation (winarno, 1995).

2. Proses Fermentasi

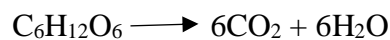
a. Fermentasi

Proses Fermentasi adalah proses yang mengubah glukosa, fruktosa, dan juga sukrosa menjadi alkohol dengan bantuan *saccharomyces cerevisiae*.

Reaksi 1 Anaerobik Respirasi



Reaksi 2 Aerobik Respirasi



Fermentasi membutuhkan kondisi anaerob untuk dapat menghasilkan ethanol, bila fermentasi dilakukan dengan kondisi aerob maka bukan ethanol yang terjadi namun pengembang biakan yeast (Said, 1991).

- Pada saat fermentasi kondisi operasi dijaga pada pH 4-5, dan suhu 32-35°C. Indikasi yang digunakan untuk mengukur fermentasi sudah berlangsung atau sudah optimal dengan melihat penurunan nilai brix.
- Karena pada proses fermentasi merupakan reaksi eksotermis maka dibutuhkan pendinginan untuk menjaga suhu tetap pada suhu optimal.
- Proses pendinginan menggunakan plate heat exchanger dimana molasses dialirkan menuju heat exchanger, pada proses ini juga terjadi proses sirkulasi sehingga fermentasi yang terjadi lebih optimal.
- Anti foam dibutuhkan untuk mengurangi jumlah foam yang terakumulasi didalam tank karena selama proses fermentasi akan terbentuk gelembung dan bila gelembung tidak dikontrol maka akan mengganggu proses serta dapat menyebabkan tanki overflow.



II.3.3 Proses Refinery

Proses Refinery merupakan proses pemurnian dari hasil fermentasi yang masih mengandung 10-15% ethanol.

1. Proses Evaporasi

Jenis evaporator yang digunakan oleh PT. Enero adalah falling film evaporator yang bekerja pada tekanan vakum dengan feed berupa hasil fermentasi (MBR) dengan konsentrasi ethanol 9-11%. Falling film evaporator dengan operasi backward dan feed multiple effect. Stage yang digunakan 4, Falling film evaporator digunakan karena memiliki aplikasi waktu tinggal yang singkat dan digunakan untuk fluida sensitif terhadap panas, hanya memiliki ruang yang kecil untuk penempatannya, koefisien perpindahan panas yang tinggi, serta tidak ada kenaikan titik didih karena perbedaan tekanan. Mollases Broth dirubah dari 9%-11% menjadi ethanol dengan kadar 25% vol. Hasil dari evaporator selanjutnya didestilasi.

2. Proses Distilasi

a. Distilasi

Kolom distilasi yang digunakan ialah continous distillation yang memiliki 60 tray . Tipe tray yang ada didalam kolom distilasi ialah slit tray dengan kapasitas 45,3 m³. Pada proses distilasi, ethanol dipekatkan dari 25% menjadi 96%. Pemanas yang digunakan adalah steam dan by product ialah fusel oil. Fusel oil terdiri dari 60–70 persen amyl alcohol, sejumlah kecil of n-propyl and isobutyl alcohols, dan sejumlah kecil komponen lain. Bottom product disebut stillage memiliki konsentrasi ethanol 0,03% yang selanjutnya akan diolah pada unit Waste water treatment. Pada unit distilasi ethanol hanya bisa dimurnikan hingga 96% karena campuran ethanol-air memiliki titik azeotrop sehingga sudah tidak dapat dipisahkan lagi jika hanya menggunakan kolom distilasi sehingga untuk memurnikan ethanol diperlukan unit proses Dehidrasi.

b. Proses Dehidrasi

Dehidrasi merupakan proses untuk mengadsorbsi impurities yang terdapat pada ethanol sehingga konsentrasi yang didapatkan bisa lebih



dari 99.5%. Adsorpsi yang digunakan ialah adsorpsi fisika, sehingga tidak terjadi reaksi selama adsorpsi sehingga adsorben dapat diregenerasi dengan mudah dan digunakan untuk adsorpsi kembali. Bahan yang digunakan sebagai adsorben ialah Alumina aktif. Pada unit dehidrasi terdapat 2 unit yang berjalan secara bergantian dimana 1 unit untuk melakukan dehidrasi sedangkan unit yang lain melakukan regenerasi adsorben sehingga proses dehidrasi dapat berjalan secara kontinyu. Waktu untuk melakukan Adsorpsi/regenerasi selama 300 detik, setelah 300 detik maka akan berganti secara otomatis antara 2 unit. Kondisi saat dehidrasi ialah suhu 118-122°C, tekanan pada saat adsorpsi adalah 1.65 bar dan saat melakukan regenerasi 0,14 bar. Bila konsentrasi ethanol yang dihasilkan dari proses dehidrasi dianggap masih kurang maka dilakukan proses rectification.

c. Proses Rectification

Proses Rectification hanya dilakukan bila hasil dari dehidrasi masih dianggap kurang sehingga perlu proses lanjutan untuk menaikkan kadar dari bioethanol. Proses rectification adalah proses yang memisahkan antara ethanol (produk) dengan methanol yang masih terkandung didalam feed. Karena methanol tidak dapat dipisahkan dengan menggunakan proses distilasi maupun dehidrasi karena methanol memiliki titik didih dibawah ethanol dan unit dehidrasi ditujukan untuk menghilangkan kadar air. Proses ini sekarang sedang tidak berjalan karena produk yang dihasilkan pada unit dehidrasi sudah memenuhi standard untuk bioethanol fuel grade. Bila proses ini tetap dilakukan maka pada by product akan terdapat ethanol dalam jumlah yang cukup besar.

II.4 Pengolahan Limbah Pabrik

Sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang industri kimia PT.Enero memiliki tanggung jawab untuk memperhatikan kondisi lingkungan baik yang bersifat teknis maupun sosial, sehingga keberadaan perusahaan ini tidak



menimbulkan dampak negative terhadap lingkungan di sekitarnya. Salah satu upaya yang dilakukan dalam pengelolaan lingkungan adalah program minimalisasi limbah, yaitu usaha untuk mengurangi volume, konsentrasi, toksinitas dan tingkat bahaya limbah yang akan keluar ke lingkungan serta pencegahan langsung ke sumber pencemar. Limbah yang diolah ada beberapa jenis, yaitu spent lees dan stillage. Spent lees merupakan bottom product dari unit distilasi dan spent wash adalah bottom product dari unit evaporator. Spent wash ini akan diproses selanjutnya dalam unit pengolah limbah atau Waste Water Treatment Process (WWTP). Untuk menangani limbah, unit WWTP meliputi : Lamella Clarifier, Kolam Pre Settling, Anaerob Digester, Degassing Pond, Lagoon, Unit Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.

1. Lamella Clarifier

Lamella Clarifier digunakan untuk memisahkan pengotor padatan dengan air limbah. Pemisahan terjadi secara fisis dan juga ditambahkan koagulan agar padatan lebih mudah dipisahkan. Pada WWTP PT Enero digunakan 4 lamella clarifier, 2 unit digunakan sebelum kolam pre settling dan 2 unit yang lainnya digunakan setelah keluar degassing pond. Pada Lamella Clarifier 3 dan 4 juga ditambahkan juga larutan fosfat yang merupakan antifoam.

2. Kolam Pre Settling

Pada bagian ini air limbah di alirkan ke sebuah kolam untuk memisahkan dari pengotor yang belum bisa di pisahkan oleh Lamella Clarifier. Hasil dari proses ini dialirkan ke anaerob digester dan juga diambil sebagian untuk nutrisi bakteri pada biological scrubber pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.

3. Anaerob Digester

Kondisi tangki dalam keadaan anaerob atau tanpa ada oksigen bebas yang masuk. Reduksi oleh mikroorganisme ini dapat menguraikan senyawa organik sehingga COD dari air limbah turun. Penguraian senyawa organik ini terdiri dari 3 tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis, dan methanogenesis. Hasil akhir dari proses ini adalah air limbah yang berupa sludge yang telah



tereduksi dan biogas. Feed 5 m³/jam dengan volume tangki 22.000 dapat menghasilkan biogas dengan rate 500 m³/jam. PT Enero menggunakan 2 Digester berukuran identik, sehingga produksi biogas dapat mencapai 1000 m³/jam. Biogas pada bagian ini mengandung sekitar 55% CH₄, CO₂ 44% dan gas-gas lain seperti H₂S. Biogas ini dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk gas engine. Namun, karena masih mengandung impurities berbahaya seperti H₂S maka biogas harus dibersihkan dengan Biological Scrubber. Unit yang mengolah pembersihan biogas hingga menjadi energi listrik adalah Unit Pembangkit Listrik Tenaga Biogas yang bekerja sama dengan PT Medco.

4. Degassing Pond

Alat ini digunakan untuk memecah foam sehingga ketika sludge sisa proses di Anaerob Digester memiliki sedikit foam. Tujuan pengurangan foam ini agar proses pemisahan pengotor pada lamella clarifier setelahnya bisa berjalan optimal. Jika foam berlebihan maka overflow dari lamella clarifier lebih banyak mengandung foam dan foam akan tumpah ke plant. Dari degassing pond, overflow air limbah akan di alirkan lamella clarifier 3 dan 4. Sludge yang menjadi bottom product di recycle kembali ke anaerob digester, sementara overflow akan dialirkan ke lagoon (Schievano, 2012).

5. Lagoon

Lagoon adalah kolam buatan untuk menampung hasil overflow lamella clarifier berupa vinnase. Vinnase ini masih mengandung COD sekitar 7.000 – 10.000 mg/l. Limbah ini belum bisa memenuhi syarat untuk bisa dibuang ke sungai. Oleh karena itu, limbah yang tertampung pada lagoon diolah untuk menghasilkan pupuk cair hayati.

6. Unit Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

Unit ini dikelola oleh PT Medco, kemudian hasilnya disalurkan ke PT Enero kembali. Unit ini memiliki 3 bagian utama yaitu :

a. Biological Scrubber

Tujuan dari unit ini adalah penghilangan gas H₂S. Gas ini harus dihilangkan karena merupakan penyebab korosi pada gas engine. Proses



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG PT. ENERGI AGRO NUSANTARA

ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Thiobacillus* sp, Feed gas masuk dari bagian atas scrubber dan keluar dari lubang keluaran di bagian tengah scrubber. Keluarnya gas ini dibantu dengan menggunakan blower. Keuntungan dari sistem ini adalah ekonomis karena penyerap H_2S adalah bakteri. Bakteri ini bisa meregenerasi diri mereka sendiri dengan adanya nutrisi dari air limbah yang diambil dari kolam pre settling.

a. Dehumidifier

Unit ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan uap air pada gas. Uap air harus dihilangkan karena dapat merusak gas engine. Hasil dari unit ini adalah gas dengan kandungan hanya metana dan karbondioksida. Batas kandungan metana yang diharapkan masuk ke gas engine adalah lebih dari 55%.

b. Gas Engine

Unit ini digunakan untuk membakar gas metana, dan hasil pembakaran ini digunakan untuk memutar turbin. Dari turbin dapat dihasilkan energi listrik. Gas engine ini dirancang untuk menghasilkan listrik sebesar 2 MW (Airlangga, 2015).