

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

I.1.1. Sejarah Produksi Bioetanol

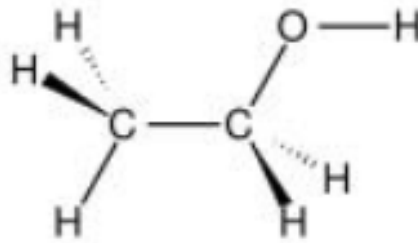
Pada zaman prasejarah, orang menggunakan bioetanol sebagai bahan dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari China utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik.

Campuran bioetanol mencapai kemurnian untuk pertama kalinya ditemukan oleh Kimiawan Muslim yang mengembangkan proses penyulingan pada masa Kalifah Abbasiid dengan peneliti yang terkenal pada masa itu adalah Jabir Ibn Hayyan (Geber), Al-Kindi (Alkindus) dan Al-Razi (Rhazes). Catatan yang disusun oleh Jabir Ibn Hayyan (721-815) menyebutkan bahwa uap dari alkohol yang mendidih mudah terbakar. Al-Kindi (801-873) dengan tegas menjelaskan proses penyulingan. Sementara bioetanol absolut diperoleh oleh Johann Tobias Lowitz pada tahun 1796, dengan distilasi pada filter karbon.

Antoine Lavoisier menjelaskan bahwa bioetanol adalah suatu senyawa yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808, Nicolas-Théodore de Saussure mampu menentukan rumus kimia etanol. Lima puluh tahun kemudian (1858), Archibald Scott Couper menerbitkan rumus bangun etanol. Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus bangunnya. Etanol pertama kali diproduksi secara sintetik pada tahun 1829 di Inggris oleh Henry Hennel dan S.G.Serullas di Perancis. Michael Faraday memproduksi etanol dengan menggunakan hidrasi yang dikatalis asam pada etilen pada tahun 1845 yang digunakan pada proses produksi etanol sintetik hingga saat ini.

Pada tahun 1840, etanol menjadi bahan bakar lampu di Amerika Serikat. Pada tahun 1880-an Henry Ford membuat kendaraan kecil beroda empat yang disebutnya "Quadrycycle" dan dari tahun 1908 mobil Ford Model T dapat menggunakan bioetanol sebagai bahan bakar. Namun pada tahun 1920-an, bahan bakar minyak bumi yang lebih murah menjadi dominan, membuat etanol kurang mendapatkan perhatian. Baru-baru ini, dengan kenaikan harga minyak bumi, dan menipisnya cadangan bioetanol menarik perhatian dan telah menjadi sumber energi alternatif yang terus dikembangkan.

Bioetanol dengan rumus molekul C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O atau rumus bangunnya CH_3-CH_2-OH . Bioetanol adalah bagian dari kelompok metil (CH_3^-) yang terangkai pada kelompok metilen ($-CH_2-$) dan kelompok hidroksil ($-OH$). Senyawa ini tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman.



Gambar I.1. Rumus Molekul Bioetanol

I.1.2. Alasan Pendirian Industri Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, dapat diperbaharui dan diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil lainnya (Komarayati dan Gusmailina, 2010). Saat ini, keberadaan sumber energi berupa minyak bumi dan gas alam semakin terbatas, sedangkan kebutuhan energi tidak mungkin tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Kemajuan zaman dan teknologi menyebabkan meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, khususnya kendaraan bermotor yang berbahan bakar premium. Konsumsi premium nasional setiap tahunnya meningkat seiring dengan kenaikan permintaan akan kendaraan bermotor (Fitri, 2013).

Pengembangan bioetanol oleh Pemerintah Indonesia masih dalam tahap awal focus pada bahan baku ubi kayu. Namun, dengan semakin banyaknya produk yang menggunakan ubi kayu, tidak menutup kemungkinan pasokan ubi kayu akan berkurang. Perlu dipertimbangkan pengembangan lebih lanjut untuk menggunakan bahan baku lain yang lebih murah dan mudah ditemukan, termasuk umbi lainnya yaitu ubi jalar, gayong, dan lengkuas. Bahan baku sumber gula, seperti nira aren, gula tebu, sorgum dan sebagainya. Dari bahan baku seperti jerami padi, singkong, bonggol dan jerami nangka. Pemilihan lokasi pabrik bioetanol akan didirikan di provinsi Jawa Timur.

I.1.3. Limbah Nangka

Jerami nangka yang terbuang mengandung kadar karbohidrat dan gula yang tinggi. Air merupakan komponen yang paling umum dari jerami nangka, sisanya adalah bahan kering yang terdiri dari karbohidrat. Karbohidrat menurut Widyastuti (1993) termasuk glukosa, fruktosa, sukrosa, pati, serat dan pectin. Kemudian Nisa (1998) menambahkan, kandungan gula dalam limbah nangka yaitu gula reduksi 10,97% dan gula terlarut 49,21%. Oleh karena itu, dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol dengan memfermentasi limbah nangka sehingga dapat menghasilkan minyak bahan bakar ramah lingkungan. Memproduksi bioetanol dari limbah nangka dapat diperoleh dari fermentasi. Fermentasi adalah proses perubahan kimia pada substrat organik, termasuk karbohidrat, protein, lemak, atau zat lain oleh bakteri atau mikroba tertentu (Prescott dan Dunn, 1981).

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Sifat Fisika dan Kimia Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*)

Sifat fisika dan kimia dari Nangka dapat dilihat pada Tabel I.1 dan Tabel I.2.

Tabel I.1. Komposisi Kimia Nangka (TKPI Kemenkes, 2019)

Komponen	Kandungan massa
Abu (<i>Ash</i>)	0,9 gram
Air	85,4 gram
Besi (Fe), Ferrum , Iron	0,5 miligram
β -Karoten (Carotenes)	21 mikrogram
Energi (Energy)	57 kalori
Fosfor (P), Phosphorus	29 miligram
Kalium (K), Potassium	246,5 miligram
Kalsium (Ca), Calcium	45 miligram
Karbohidrat (CHO)	11,3 gram
Karoten total (Re)	25 mikrogram
Lemak (Fat)	0,4 gram
Natrium (Na), Sodium	1 miligram
Niasin, C ₆ H ₅ NO ₂ , Niacin	0,7 miligram
Protein	2,0 gram
Retinol (vit A), C ₂₀ H ₃₀ O	-

Riboflavin (vitamin B2)	0,06 miligram
Seng (Zn), Zinc	0,1 miligram
Serat (Fiber)	8,3 gram
Tembaga (Cu), Copper	0,04 miligram
Tiamina (vitamin B1)	0,07 miligram
Vitamin C	9 miligram

Tabel I.2. Komposisi Fisika Nangka (Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem)

Sifat fisik	Maksimum	Minimum	Rata-rata
Massa (gr)	23.000	12.000	18.000
Volume (cm ³)	24.000	10.700	17.655
Rata-rata diameter geometric (m)	0,026	0,006	0,016
<i>Sphericity</i>	5.400	2.217	3.493
Luas permukaan (m ²)	0,0021	0,0004	0,0009
Elastisitas kulit (N)	15,334	0,456	4,802
Elastisitas jantung (N)	6,74	0,462	2,15
Elastisitas dami (N)	6,894	0,67	3,218
Elastisitas daging (N)	6,672	0,014	2,498

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Bioetanol yang dihasilkan dari proses limbah buah Nangka akan digunakan untuk bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yang mulai menipis ketersediaannya. Sebagai bahan bakar alternatif, bioetanol memiliki bilangan oktan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bilangan oktan dari bahan bakar fosil. Bilangan oktan bioetanol dapat mencapai hingga angka 99 sedangkan dari fosil memiliki bilangan oktan 88. Bilangan oktan yang tinggi tersebut dapat meminimalkan terjadinya knocking pada mesin dan dapat menghemat bahan bakar fosil serta meningkatkan efisiensi dalam mesin (Warker, 2010).

Etanol merupakan salah satu bahan aditif yang dapat meningkatkan bilangan oktan dan mengurangi kandungan air bebas. Hal tersebut mengakibatkan bahan bakar ini dapat digunakan di iklim dingin (Lang, dkk., 2001). Kendaraan yang menggunakan bioetanol murni dapat

menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 10- 20% bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar fosil. Selain itu, bioetanol sendiri merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarukan (Warker, 2010). Sampai saat ini Indonesia belum dapat memanfaatkan etanol sebagai campuran bahan bakar fosil. Sehingga Indonesia mulai merencanakan penggunaan etanol sebanyak 5% sebagai campuran bahan bakar fosil pada tahun 2015 untuk mengurangi ketersediaan bahan baku fosil.

Manfaat penggunaan bioetanol untuk kendaraan umum dapat mengurangi emisi gas CO₂, memiliki titik nyala lebih tinggi dibandingkan bahan bakar komersil (Harukasari, 2018). Etanol memiliki kandungan oksigen sebesar 35% serta memiliki nilai oktan yang tinggi dibandingkan dengan bahan bakar premium. Tetapi etanol juga memiliki efek samping yaitu bersifat korosif dan membuat mesin lebih sulit untuk dinyalakan. Sifat korosif ini dapat merusak tangki bahan bakar, perpipaan, dan karburator oleh karena itu penggunaan campuran bioetanol dalam bensin dibatasi antara 5 – 10 % (Setyadi, 2016). Berdasarkan peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 untuk campuran etanol dalam bensin 5%.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

Indonesia terkenal sebagai negara tropis yang memiliki keanekaragaman tanaman hortikultura. Buah-buahan tropis banyak dijumpai di seluruh wilayah Nusantara. Potensi ini berpeluang besar untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat. Produk yang berkualitas dan aman dikonsumsi akan memiliki daya saing yang tinggi untuk berkompetisi di era pasar global seperti sekarang ini. Provinsi Jawa Timur memiliki potensi buah-buahan cukup banyak di antara lainnya yaitu buah Nangka. Produksi buah Nangka yang dihasilkan pertahunnya mencapai angka 176.077 ton/pertahun, dengan tingginya produksi Nangka di Indonesia maka limbah nangka sangatlah banyak pula. Selain itu, ketersediaan bahan baku didapatkan dari kerja sama antara pabrik keripik nangka sehingga mampu mencukupi kebutuhan bahan baku untuk diolah. Dalam prarencana pabrik bioetanol ini, pabrik direncanakan akan berdiri di Kecamatan Manyar Kabupaten Kota Gresik.

Tabel I.3. Produksi Perkebunan Nangka Tiap Provinsi di Indonesia (Badan Pusat Statistik, Hortikultura, Produksi Tanaman Buah-buahan 2022)

Provinsi	2022 (Ton)
Aceh	15.106
Sumatera Utara	16.178
Sumatera Barat	13.266
Riau	18.467
Jambi	14.128
Sumatera Selatan	12.576
Bengkulu	5.593
Lampung	53.373
Kep. Bangka Belitung	2.318
Kep. Riau	1.094
DKI Jakarta	558
Jawa Barat	73.714
Jawa Timur	176.077
Jawa Tengah	153.633
DI Yogyakarta	15.010
Banten	6.629
Bali	22.393
Nusa Tenggara Barat	64.486
Nusa Tenggara Timur	26.890
Kalimantan Barat	8,610
Kalimantan Timur	8.364
Kalimantan Tengah	9.308
Kalimantan Selatan	13.930

Analisis Pasar

Bioetanol yang dihasilkan dari prarencana pabrik ini akan digunakan untuk bahan bakar alternatif menggantikan bensin. Konsumsi premium nasional diprediksi akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan karena meningkatnya permintaan akan

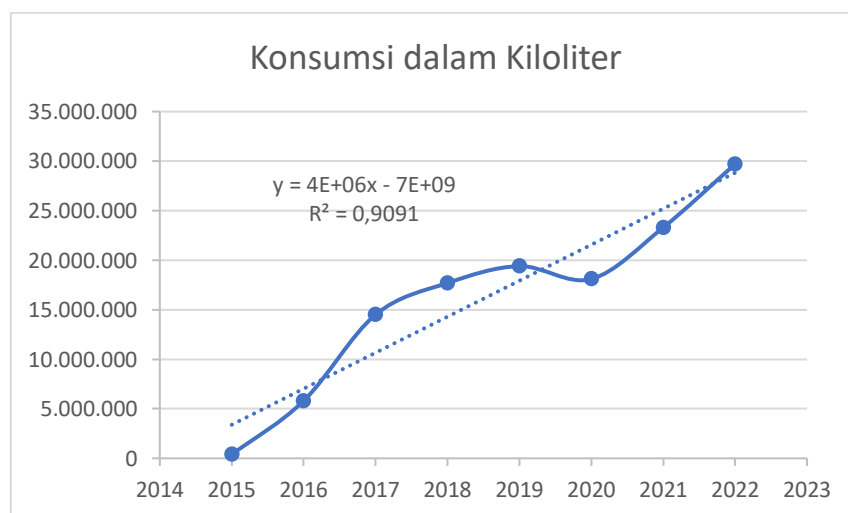
kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya. Prarencana pabrik bioetanol berbahan baku limbah buah Nangka ini akan mulai beroperasi pada tahun 2024 dengan waktu konstruksi selama dua tahun yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol dengan memanfaatkan bahan tersebut di Indonesia. Prarencana pabrik bioetanol berbahan baku nangka ini direncanakan akan mulai beroperasi secara kontinyu pada tahun 2027 dengan waktu konstruksi selama tiga tahun dan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol di Indonesia.

Data konsumsi BBM RON 90 skala nasional di sektor transportasi Indonesia yang diperoleh dari Kementerian ESDM untuk tahun 2015-2022 dapat dilihat pada table I.4. berikut:

Tabel I.4. Konsumsi BBM RON 90 di Sektor Transportasi (2015-2022)

Tahun	Konsumsi (dalam Kilo Liter)
2015	379.959
2016	5.800.000
2017	14.500.000
2018	17.700.000
2019	19.400.000
2020	18.100.000
2021	23.300.000
2022	29.700.000

Grafik hubungan antara konsumsi BBM RON 90 di sektor transportasi Indonesia untuk tahun 2015-2022 dapat dilihat pada gambar I.2. berikut:



Gambar I.2. Grafik Hubungan antara konsumsi BBM RON 90

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah:

$$\begin{aligned} \text{dimana: } y &= 4.000.000 - 7.000.000.000 & y = y_0 + a.x \\ y_0 &= 4.000.000 \\ a &= 7.000.000.000 \\ R^2 &= 0,9091 \end{aligned}$$

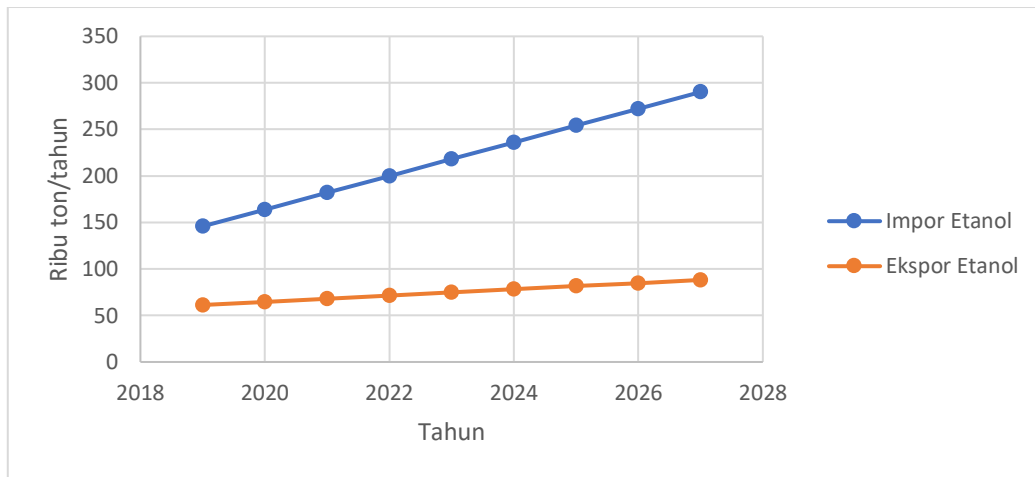
Untuk mendapatkan data konsumsi BBM RON 90 di sektor transportasi Indonesia pada tahun 2023, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke-x yaitu 2023 akan didapatkan harga y sebesar 1.092.000.000 kiloliter. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa prediksi konsumsi BBM RON 90 pada tahun 2023 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Penentuan Kapasitas Produksi

Untuk menentukan kapasitas produksi, dapat diambil dari data impor dan ekspor dalam beberapa tahun terakhir, dapat dihitung dan direncanakan pabrik ini beroperasi pada tahun 2027. Maka: jumlah bioetanol yang harus disuplai pada tahun 2027 = kebutuhan bioetanol sebagai bahan baku + ekspor – kapasitas pabrik bioetanol yang sudah ada – impor

Tabel I.5. Data Impor Etanol dan Ekspor Etanol (2019-2027)

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
2019	145.817	61.264
2020	163.860	64.630
2021	181.903	67.997
2022	199.946	71.363
2023	217.989	74.730
2024	236,032	78,096
2025	254,075	81,463
2026	272,118	84,829
2027	290,161	88,196



Gambar I.3. Grafik Hubungan Impor Etanol dan Ekspor Etanol (2019-2027)

Setelah mendapatkan data impor dan ekspor tersebut sehingga kami dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan memproduksi bioetanol dengan kapasitas bahan baku jerami nangka sebanyak 35176,58 kg/hari menghasilkan bioetanol sebesar 1000,05 kg/jam. Maka penentuan kapasitas selama per tahun (300 hari) dengan cara:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Bioetanol per tahun} &= (1000,05 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam}) \times 300 \text{ hari} \\
 &= 24001,20 \text{ kg/hari} \times 300 \text{ hari} \\
 &= 7.200 \text{ Ton/tahun}
 \end{aligned}$$