

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Permintaan energi oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber daya energi khususnya cadangan minyak dunia membuat beberapa tahun terakhir energi menjadi persoalan krusial di dunia. Untuk itu setiap negara diberikan tekanan untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan, selain itu minyak mentah di dunia termasuk di Indonesia semakin menurun. Minyak mentah di Indonesia dari 1 dekade terakhir mengalami deflasi atau penurunan, untuk tahun 2006 minyak mentah di Indonesia didapatkan sebanyak 287,30 juta barel/tahun atau 800 ribu barel /hari sedangkan tahun 2015 yaitu 251,87 juta barel/tahun atau 690 ribu barel/hari, Hal tersebut menjadi mengapa perlu dikembangkan pabrik energi alasan yang serius di Indonesia.

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak sebagai bentuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak.

Banyak macam-macam sumber daya energi terbarukan yang dapat diperbaharui, salah satunya yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan

alternatif terbarukan yang berpotensi dikembangkan di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan bioetanol untuk berbagai kebutuhan pada beberapa tahun terakhir membuat pemerintah menargetkan mengganti 1,48 miliar liter bensin dengan bioetanol akibat semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Pada Peraturan Pemerintah No. 5/2006 dalam kurun waktu 2007-2010. Oleh karena itu produksi etanol harus ditingkatkan dengan mencari alternatif lain untuk menghasilkannya. Salah satu sumber daya alam alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah tanaman sorgum (*sorghum bicolor*).



a. Tanaman Sorgum

b. Biji Sorgum

Gambar 1.1 Biji sorgum

Tanaman sorgum di Indonesia sebenarnya sudah sejak lama dikenal tetapi pengembangannya tidak sebaik padi dan jagung. Hal ini dikarenakan masih sedikitnya daerah yang memanfaatkan tanaman sorgum sebagai bahan pangan dimana selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Tanaman ini mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan secara komersial di Indonesia, karena didukung oleh kondisi agroekologis dan ketersediaan lahan yang cukup luas.

Sorgum juga sangat potensial untuk diangkat menjadi komoditas agroindustri karena mempunyai kandungan karbohidrat (pati) yang tinggi (73-81 %), dapat tumbuh di lahan kering dan sawah pada musim kering/ kemarau, resiko kegagalan kecil dan pembiayaan (input) usahatannya relative rendah. Selain budidaya yang mudah, sorgum juga mempunyai manfaat yang sangat luas antara lain untuk pakan ternak, bahan baku industri makanan dan minuman, bahan baku untuk media jamur merang (mushroom), industri alkohol, bahan baku etanol dan sebagainya.

Rata-rata luas tanam dan produktivitas sorgum pada beberapa daerah sentra produksi sorgum di Indonesia cukup bervariasi, variasi tersebut disebabkan oleh perbedaan agroekologi serta teknologi budi daya yang diterapkan oleh petani, terutama varietas dan pupuk. Sumber Pertanian terbesar di Indonesia terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, DI Yogyakarta, serta NTB dan NTT.

Berikut ini adalah Rata-rata luas tanam, produksi, dan produktivitas sorgum di beberapa sentra pengembangan sorgum di Indonesia (berbagai tahun).

Tabel 1.1 Rata-rata luas tanam, produksi, dan produktivitas sorgum di beberapa sentra pengembangan sorgum di Indonesia (berbagai tahun).

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)
2005	3.659	16,7	6.114
2006	2.944	18,3	5.399
2007	2.373	17,9	4.241
2008	2.419	18,8	4.553
2009	2.264	27,3	6.172

2010	2.974	19,2	5.723
2011	3.607	21,3	7.695

Sumber: Direktorat Budidaya Serealia, Ditjen Tanaman Pangan, 2012.

Rata-rata produktivitas dan produksi mulai tahun 2005 hingga 2011 menunjukkan peningkatan setiap tahun sebesar 6,5 dan 6,2 %. Peningkatan produktivitas dan produksi sorgum tertinggi terjadi pada tahun 2009 sebagai akibat dari musim kemarau yang relatif panjang. Badan Litbang Pertanian telah melepas 11 varietas sorgum dengan potensi hasil mencapai 6 t/ha dan dapat beradaptasi pada lahan marjinal (Puslitbangtan, 2009).

Data terkini luas area pertanaman sorgum secara nasional tidak tersedia, baik di BPS maupun Direktorat terkait. Data luas areal, produksi, dan produktivitas yang tersedia sudah sangat lama. Hal ini menunjukkan kurangnya perhatian Kementerian Pertanian dan Badan Pusat Statistik sebagai pusat data nasional, meskipun berbagai wacana pengembangan sorgum sebagai alternatif pangan lokal dalam rangka diversifikasi pangan sering dimunculkan.

Data dan informasi terkini yang tersedia dari beberapa referensi masih bersifat parsial di wilayah-wilayah tertentu, tidak secara nasional. Di Sidrap, Sulawesi Selatan, terdapat area sorgum seluas 3,200 ha, dimana produksinya digunakan untuk pakan, sirup, dan tepung. Di Kendari, hasil sorgum dari area seluas 6,000 ha digunakan untuk pakan dan sirup. Di Wayngapu, Sumba, NTT, hasil sorgum dari area seluas 4,000 ha digunakan untuk pakan, sirup, dan tepung. Di

Purwakarta, Jawa Barat dan Pasuruan, Jawa Timur, produksi sorgum, masing-masing dari area seluas 3.000 ha, digunakan untuk sirup dan tepung.

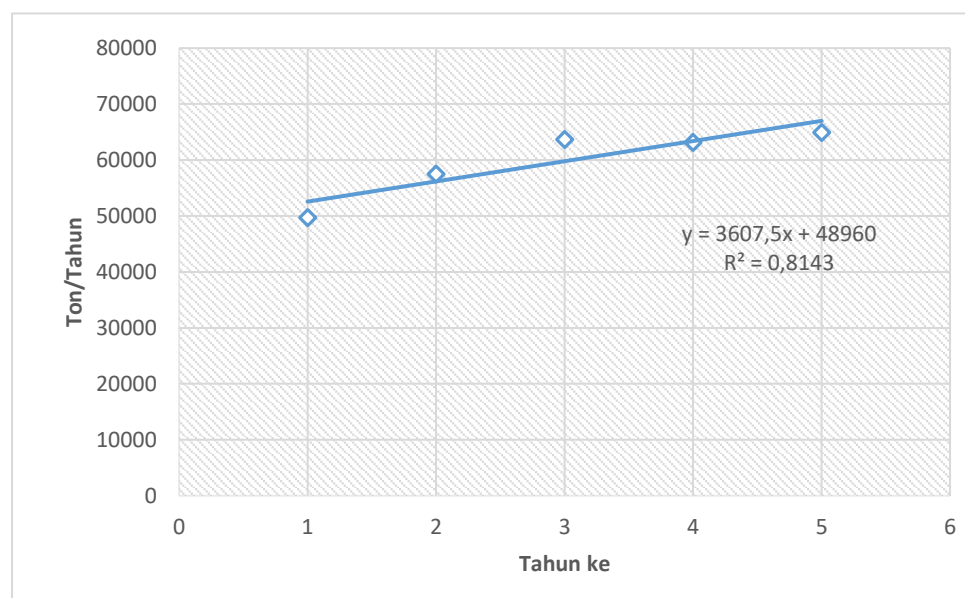
Berikut ini adalah data konsumsi bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.2 Konsumsi bioetanol di Indonesia

Tahun ke	Tahun	Impor (ton/tahun)
1	2008	49700
2	2009	57473
3	2010	63698
4	2011	63137
5	2012	64905

Sumber: <https://indexmundi.com>, 2017

Dari data diatas dapat diketahui fungsi persamaan jumlah konsumsi Periode ke n melalui grafik, dibawah ini :



Gambar 1.2. fungsi persamaan jumlah konsumsi

diperkirakan konsumsi bioetanol pada tahun 2023 sebagai fungsi x pada persamaan sebesar 106680 Ton/Tahun

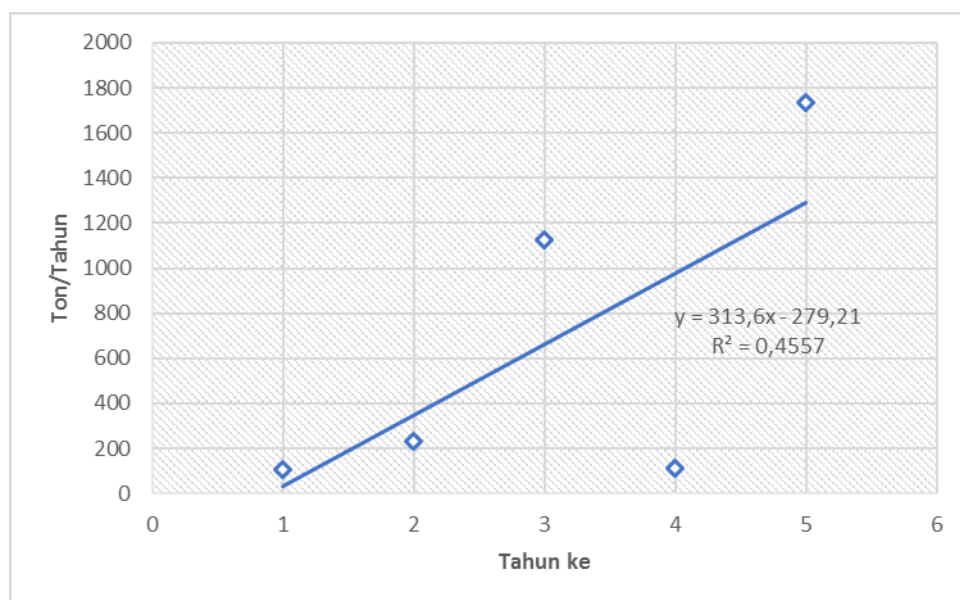
Berikut ini adalah data impor bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.3. Impor bioetanol di Indonesia

Tahun ke	Tahun	Impor (ton/tahun)
1	2012	106,438
2	2013	229,44
3	2014	1126,159
4	2015	113,453
5	2016	1732,411

Sumber: BPS. 2017

Dari data diatas dapat diketahui fungsi persamaan jumlah impor Periode ke n melalui grafik, dibawah ini :



Gambar 1.3. fungsi persamaan jumlah impor

diperkirakan jumlah ekspor pada periode 12 tahun 2023 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 1732,411 Ton/Tahun.

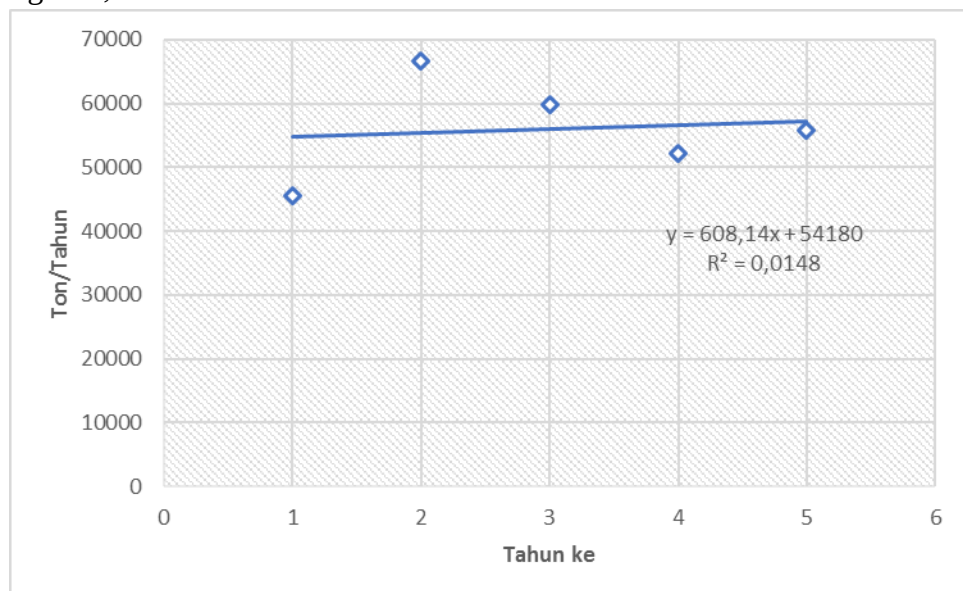
Berikut ini adalah data Ekspor bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.4 Ekspor bioetanol di Indonesia

Periode ke	Tahun	Ekspor (ton/tahun)
1	2012	45575
2	2013	66659
3	2014	59726
4	2015	52232
5	2016	55829

Sumber: BPS, 2017

Dari data diatas dapat diketahui fungsi persamaan jumlah ekspor Periode ke n melalui grafik, dibawah ini :



Gambar 1.4. fungsi persamaan jumlah ekspor

diperkirakan jumlah ekspor pada periode 12 tahun 2023 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 61477,68 Ton/Tahun.

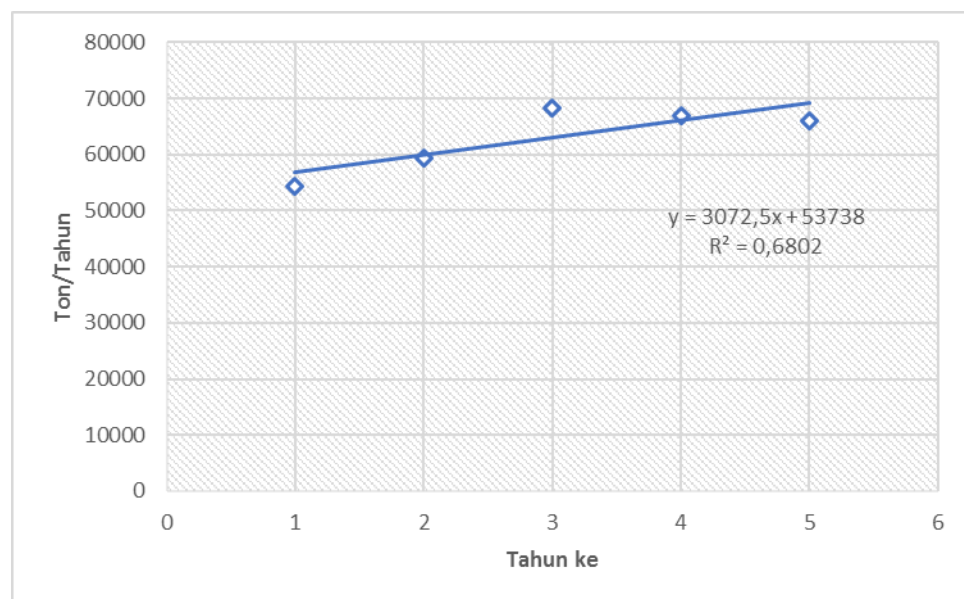
Berikut ini adalah kapasitas produksi bioetanol di Indonesia

Tabel 1.5 Kapasitas Produksi Pabrik Bioetanol di Indonesia

Tahun ke	Tahun	Produksi (ton/tahun)
1	2008	54381
2	2009	59331
3	2010	68218
4	2011	66871
5	2012	65974

Sumber : Sumber: <https://indexmundi.com>, 2017

Dari data diatas dapat diketahui fungsi persamaan jumlah Produksi tahun ke n melalui grafik, dibawah ini :



Gambar 1.5. fungsi persamaan jumlah Produksi

diperkirakan jumlah Produksi pada periode 16 tahun 2023 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 102898 Ton/Tahun.

Dari data informasi diatas digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan bioetanol sebagai perhitungan lanjutan didalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kebutuhan} &= (\text{Konsumsi} - \text{Produksi}) + (\text{Ekspor} - \text{Import}) \\ &= (106680 - 102898) + (61477,68 - 1732,411) \text{ ton/tahun} \\ &= 63527 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan bioetanol di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 42.887,5 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku molase di Indonesia dan persaingan industri bioetanol pada tahun 2023, maka kapasitas pabrik bioetanol yang akan didirikan diputuskan sebesar 15% dari kebutuhan bioetanol nasional, yakni 10.000 ton/tahun.

Pendirian pabrik etanol memiliki beberapa keuntungan diantaranya, mengurangi impor etanol, mengurangi jumlah pengangguran, menambah devisa Negara, dan menjadikan etanol sebagai alternatif pengganti bahan bakar bebas polusi.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Etanol

Etanol atau etil alkohol yang di pasaran lebih dikenal sebagai alkohol merupakan senyawa organik dengan rumus kimia C_2H_5OH . Dalam kondisi kamar, etanol berwujud cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar,

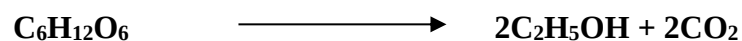
mudah larut dalam air dan tembus cahaya. Etanol adalah senyawa organik golongan alkohol primer. Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Reaksi yang dapat terjadi pada etanol antara lain dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi (Rizani, 2000).

Etanol termasuk kelompok hidroksil yang memberikan polaritas pada molekul dan mengakibatkan meningkatnya ikatan hidrogen intermolekuler. Etanol memiliki massa jenis 0.7893 g/mL. Titik didih etanol pada tekanan atmosfer adalah 78.32 °C. Indeks bias dan viskositas pada temperatur 20 °C adalah 1.36143 dan 1.17 cP (Kirkand Othmer,1965)Etanol digunakan pada berbagai produk meliputi campuran bahan bakar, produk minuman, penambah rasa, industri farmasi, dan bahan-bahan kimia. Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat dijadikan sebagai energi alternatif dari bahan bakar nabati (BBN)

Etanol mempunyai beberapa kelebihan dari pada bahan bakar lain seperti premium antara lain sifat etanol yang dapat diperbaharui, menghasilkan gas buangan yang ramah lingkungan karena gas CO₂ yang dihasilkan rendah.

Campuran dari etanol yang mendekati kemurnian untuk pertama kali ditemukan oleh Kimiawan Muslim, Jabir ibn Hayyan (721-815) yang mengembangkan proses distilasi. Catatan yang dibuatnya menyebutkan bahwa uap dari wine yang mendidih memiliki sifat mudah terbakar. Al-Kindi (801-873) dengan tegas menjelaskan tentang proses distilasi wine. Sedangkan etanol absolut didapatkan pada tahun 1796 oleh Johann Tobias Lowitz, dengan menggunakan distilasi saringan arang.

Sejak abad ke – 17 manusia sudah memanfaatkan proses fermentasi alkohol untuk memperoleh etanol, tetapi belum bisa mendapatkan etanol dengan kemurnian yang cukup tinggi. Dengan ditemukannya mikroskop pada abad ke – 19 maka mekanisme proses fermentasi yang menggunakan mikroorganisme yang terdapat didalam ragi dapat dijelaskan secara ilmiah. Louis Pasteur (1822 – 1895) memperkenalkan teori yang menerangkan bahwa mikroorganisme tersebut dapat mengubah karbohidrat menjadi alkohol dengan reaksi :



1.2.2 Jenis Proses Pembuatan

Menurut Kirk dan Othmer, proses pembuatan etanol secara umum terbagi dalam dua jenis yaitu :

- 1) Proses fermentasi
- 2) Proses sintesa etilen

1.2.2.1 Proses Fermentasi

Proses fermentasi bertujuan untuk mengubah monosakarida (glukosa, sukrosa dan fruktosa) menjadi etanol dengan menggunakan bantuan mikroorganisme berupa *yeast* maupun bakteri. Etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi oleh *yeast* (ragi) biasanya berkadar antara 8-12 persen volume. Monosakarida dapat diperoleh dari bahan-bahan yang dapat digunakan antara lain:

- a) Bahan-bahan yang mengandung gula (substansi sakarin) seperti gula tebu, molase, dan sari buah-buahan yang secara langsung difermentasikan menjadi etanol.

- b) Bahan-bahan yang mengandung pati misalnya sorgum, jagung, kentang, ubi kayu, padi-padian, akar tumbuhan, alga dan lain lain. Bahan jenis ini harus dihidrolisa terlebih dahulu dengan enzim atau katalis asam agar dapat menjadi gula yang dapat difermentasikan untuk menghasilkan etanol.
- c) Bahan-bahan yang mengandung selulosa seperti kayu, tandan kosong kelapa sawit, ampas tebu, *waste sulfite liquor* pabrik pulp dan kertas, dan bahan yang mengandung selulosa lainnya. Bahan jenis ini juga harus dihidrolisa terlebih dahulu dengan asam mineral untuk memperoleh monosakarida barulah kemudian difermentasi.

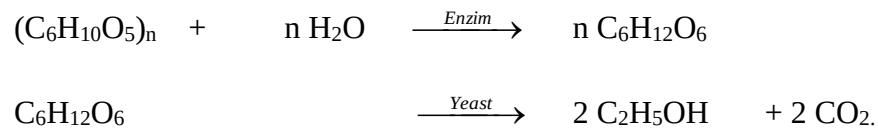
Produksi etanol dengan menggunakan fermentasi harus melalui beberapa tahap perlakuan bahan baku dan bahan pembantu terlebih dahulu. Perlakuan terhadap bahan baku tergantung dengan karakteristik bahan baku tersebut. Misalnya pada bahan baku pati-patian harus di hidrolisis terlebih dahulu menjadi gula. Sedangkan bahan yang sudah berbentuk gula bisa langsung difermentasi tanpa ada *pretreatment* sebelumnya.

Namun semua bahan baku tersebut harus disterilisasi dengan cara melakukan pemasakan atau pemanasan dengan suhu antara 100 -120 °C bahkan ada yang mencapai 130 °C. Hal ini dilakukan karena proses fermentasi harus bebas dari kontaminasi dari mikroorganisme lainnya. Apabila terkontaminasi maka hasil dari proses fermentasi tidak maksimal bahkan gagal.

Etanol hasil fermentasi kemudian dimurnikan melalui destilasi. Untuk mendapatkan etanol dengan kemurniaan 95% harus menggunakan destilasi azeotrop. Jika menggunakan destilasi biner biasa, maka harus dilanjutkan pada

proses dehidrasi. Proses dehidrasi bisa dengan menggunakan membran maupun molekuler sieve (secara adsorpsi).

Reaksi yang terjadi pada proses fermentasi yaitu :



Kata “fermentasi” berasal dari bahasa latin ”ferfere” yang artinya mendidihkan, deskripsi ini muncul karena aksi dari khamir pada ekstrak buah atau gandum yang direndam (Stanbury et al. 2003). Fermentasi adalah proses metabolik dengan bantuan enzim dari mikroba (jasad renik) untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa dan reaksi kimia lainnya, sehingga terjadi perubahan kimia pada suatu substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu dan menyebabkan terjadinya perubahan sifat bahan tersebut. Steinkraus (2002) menjelaskan juga bahwa, makanan fermentasi adalah substrat makanan yang ditumbuhi oleh mikroba penghasil enzim terutama amilase, protease, lipase yang menghidrolisis polisakarida, protein dan lemak menjadi produk dengan flavor, aroma dan tekstur menyenangkan dan menarik bagi konsumen.

Pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dapat dikendalikan dengan proses fermentasi, karena mikroorganisme yang berguna secara selekti dapat tumbuh 10 selama proses fermentasi. Hal itu dapat dicapai dengan menciptakan kondisi yang cocok bagi pertumbuhan mikroorganisme tersebut, dengan mengatur kondisi lingkungan seperti suhu, oksigen dan pH.

Produksi bioetanol sebelumnya menggunakan teknik sakarifikasi dan fermentasi terpisah atau Separated Hydrolysis and Fermentation (SHF). Namun teknik ini memiliki banyak kekurangan yaitu, rentan terkena kontaminasi, membutuhkan sterilisasi terpisah dan waktu proses yang lebih lama serta proses hidrolisis kurang efisien karena akumulasi gula dapat menghambat kerja enzim. Seiring dengan semakin berkembangnya produksi bioetanol salah satu solusi mengatasi kekurangan teknologi sebelumnya yaitu dengan menerapkan teknologi sakarifikasi dan fermentasi simultan atau Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). Zhang et al. (2011) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa kelebihan metode SSF yaitu, dapat meningkatkan kecepatan hidrolisis dan konversi gula, mengurangi kebutuhan enzim, meningkatkan rendemen produk, dapat mengurangi kebutuhan sterilisasi karena glukosa langsung dikonversi menjadi etanol, serta waktu proses lebih pendek.

Produksi bioetanol dari pati diawali dengan proses sakarifikasi menggunakan enzim amilase dan enzim amiloglukosidase untuk mengubah pati menjadi gula sederhana, kemudian fermentasi oleh khamir. Sakarifikasi dengan menggunakan enzim amilase dan enzim amiloglukosidase lebih efisien dibandingkan menggunakan asam karena ramah lingkungan, dapat dilakukan pada suhu ruang dan tekanan rendah, serta produk yang dihasilkan lebih spesifik. Pada hidrolisis pati dengan asam, molekul pati akan dipecah secara acak oleh asam dan gula yang dihasilkan sebagian besar merupakan gula pereduksi. Proses hidrolisis menggunakan katalis asam juga memerlukan suhu yang sangat tinggi yaitu 120-160 0C. Kelemahan dari hidrolisis pati secara asam antara lain yaitu diperlukan

peralatan yang tahan korosi dan waktu produksi lebih lama, karena proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan terpisah. Penggunaan enzim komersil untuk menghidrolisis pati menjadi gula kurang efisien karena harga enzim yang mahal akan menjadi beban biaya produksi. Rosita (2008), *Aspergillus niger* spp. dapat menghasilkan enzim kasar amiloglukosidase sebesar 470,02 U/ml dan aktivitas enzim kasar amilase 385,14 U/ml sehingga kapang *A. niger* dapat dijadikan mikroba penghasil enzim penghidrolisis pati.

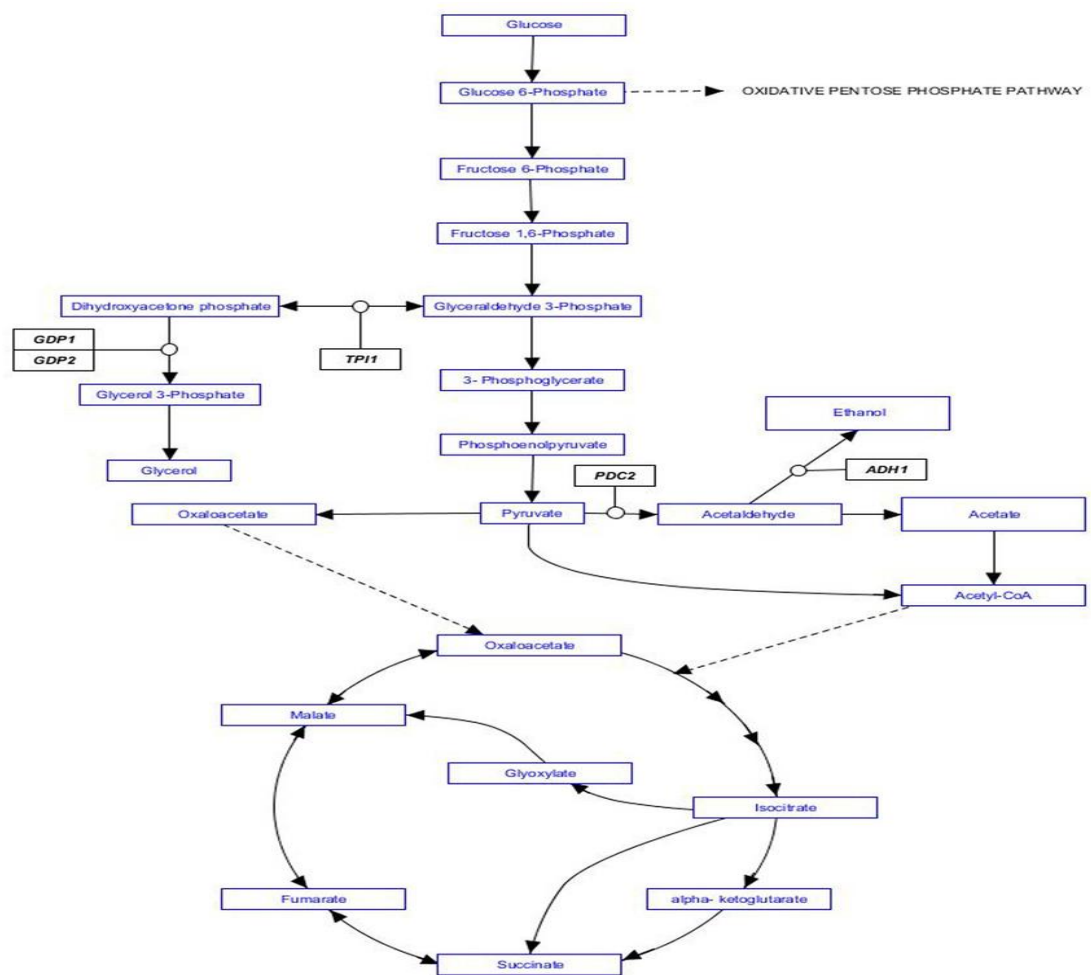
Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi glukosa menjadi etanol adalah khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Keunggulan *S. cerevisiae* yaitu tahan terhadap alkohol dari hasil fermentasi yang cukup tinggi (12-18% v/v) dan kadar gula yang tinggi serta tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu tinggi yaitu 30-38°C (Zhang et al. 2011). Khamir *S. cerevisiae* tidak mampu menghasilkan enzim penghidrolisis pati sehingga perlu dilakukan ko-kultur dengan mikroorganisme lain membentuk konsorsium mikroba. Dalam penelitian Arnata et al. (2009) menggunakan konsorsium mikroba yang meliputi *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., *S. cerevisiae* yang ditambahkan bersama di awal kultivasi dalam media pati ubi kayu dapat meningkatkan kadar etanol sebesar 11% (b/v) dan efisiensi 40 % (b/v) dibandingkan mono kultur *Saccharomyces cerevisiae*.

Teknik sakarifikasi dan fermentasi simultan (SSF) terakayasa dalam fermentasi bertujuan untuk mendapatkan produksi etanol yang lebih tinggi sehingga dilakukan penghentian aerasi sebagai upaya pengalihan dari kondisi aerobik menjadi anaerobik. Penggunaan konsorsium mikroba yang terdiri dari *Aspergillus niger* sebagai agen sakarifikasi membentuk gula dari pati pada kondisi

aerobik, sedangkan *Saccharomyces cerevisiae* bersifat anaerobik fakultatif. *Saccharomyces cerevisiae* akan terus melakukan respirasi sehingga mengurangi kadar gula dan menurunkan produksi etanol. Bila terdapat udara pada proses fermentasi maka etanol yang dihasilkan lebih sedikit karena terjadi respirasi yang menyebabkan konversi gula menjadi sel, karbondioksida dan air.

Sinergisme antara *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* dengan menerapkan teknik SSF terekayasa pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas bioetanol. Pada saat biomasa mencapai fase akhir eksponensial dan produksi gula mencapai jumlah tertinggi akibat enzim penghidrolisis pati yang diproduksi oleh *Aspergillus niger*, kemudian aerasi dihentikan. Penghentian aerasi merupakan upaya pengalihan dari kondisi aerobik menjadi anaerobik. Hal tersebut untuk memaksimalkan kerja konsorsium mikroba. *Aspergillus niger* sebagai agen sakarifikasi membentuk gula dari pati pada kondisi aerobik, sedangkan *Saccharomyces cerevisiae* akan lebih banyak memanfaatkan gula menjadi etanol pada kondisi anaerobik melalui jalur fermentasi. Kelebihan penelitian ini selain menambah potensi limbah ampas tahu sebagai media produksi bioetanol juga menerapkan teknik SSF terekayasa dengan menggunakan *Aspergillus niger* sebagai agen sakarifikasi dan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai agen fermentasi.

Berikut *pathway* bakteri *saccharomyces cerevisiae* pada pembentukan glukosa menjadi etanol



Gambar 1.6. *Pathway* bakteri *saccharomyces cerevisiae*

1.2.2.2 Proses Sintesa Etilen

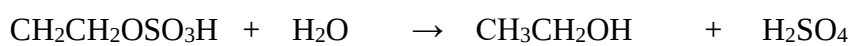
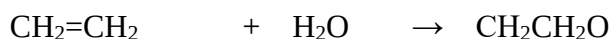
Pembuatan ethanol dengan cara ini menggunakan gas etilen yang terkandung di dalam gas alam sebagai bahan bakunya. Jenis – jenis proses yang ada yaitu :

a) Hidrasi katalitik langsung dari gas etilen

Pada proses ini etanol diperoleh dengan beberapa tahapan proses yaitu proses penyerapan (absorpsi) dengan etil hidrogen sulfat sehingga terbentuk dietil sulfat dan menghidrolisa etil hidrogen sulfat dengan menyemprotkan campuran air dan gas *stripping* pada *bottom* reaktor sehingga terbentuk produk etanol. Etanol yang telah terbentuk kemudian dipisahkan dari gas *stripping* di separator dan didapat produk etanol.

b) Hidrasi katalitik tak langsung dari gas etilen

Proses ini dikenal dengan proses *Shall*. Reaktornya menggunakan katalis asam phospat dengan *support relite diatomite*. Reaksi hidrasi etilen adalah eksotermis dengan tekanan $P = 1000$ psi dan temperatur $T = 300 - 400$ °C pada fase gas. Karena konversi etilen yang rendah, maka dilakukan *recycle* etilen ke reaktor.



1.2.2 Biji Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) termasuk tanaman jenis sereal yang dari Afrika. Sorgum yang dibudidayakan di Indonesia mempunyai nama ilmiah *Sorghum bicolor* L Moench (Alamsyah, 2007). Secara taksonomi sorgum merupakan tanaman yang termasuk ke dalam kerajaan Plantae, famili Poales, ordo Poaceae, divisi Magnoliophyta, kelas Liliopsida, genus *Sorghum*, species *Sorghum bicolor* L (Farabi, 2011). Sorgum yang dibudidayakan di Indonesia mempunyai nama ilmiah *Sorghum bicolor* L Moench (Alamsyah, 2007).

Kulit biji dan daging pada biji sorgum dilapisi oleh lapisan testa dan aleuron. Lapisan testa termasuk pada bagian kulit biji, dan lapisan aleuron termasuk pada bagian dari endosperm. Jaringan kulit biji terikat oleh daging biji, melalui lapisan tipis yang disebut lapisan semen. Komposisi bagian biji sorgum terdiri atas kulit luar 8%, lembaga 10% dan endosperm 82%.

Protein biji sorgum dapat dikelompokkan menjadi 4 fraksi, berdasarkan kelarutannya yaitu albumin (larut air), globulin (larut dalam larutan garam), prolamin (larut dalam alkohol), dan glutenin (larut dalam larutan alkali) (FAO 2010). Prolamin merupakan fraksi protein terbesar (27-43.1%), diikuti glutenin (26.1-39.6) kemudian globulin (12.9-16%) dan albumin (2-9%). Dijelaskan juga bahwa kandungan tertinggi fraksi albumin dan globulin adalah lisin dan triptofan, sedangkan prolamin mengandung prolin, glutamat, dan leusin. Lemak pada biji sorgum kaya akan asam lemak tidak jenuh. Komposisi asam lemak pada lemak

sorgum yaitu linoleat (49%), oleat (31%), palmitat (14%), linolenat (2.7%) dan stearat (2.1%) (FAO 2010).

1.2.3 Pengolahan Biji Sorgum Menjadi Etanol

1.2.3.1 Pembuatan Tepung Sorgum

Biji sorgum diolah menjadi tepung terlebih dahulu sebelum di fermentasikan untuk menghasilkan etanol. Tepung sorgum merupakan produk yang dihasilkan dari biji sorgum melalui proses penggilingan industri yang dapat menghilangkan sebagian besar kulit biji dan bagian lembaga (germ) sedangkan bagian endosperm dihaluskan sampai pada derajat kehalusan yang diinginkan (Codex 1989).

Tahapan pembuatan tepung sorgum meliputi penyosohan yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan 8 perikarp dan testa dari bagian endosperm, pencucian untuk memisahkan kotoran yang terikut saat penyosohan, penirisan untuk memisahkan air pencucian dan biji sorgum, pengeringan untuk menurunkan kadar air biji sehingga memudahkan proses selanjutnya, penepungan untuk mengecilkan ukuran biji dan pengayakan untuk menyeragamkan ukuran butiran tepung (Dewi 2000).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap hasil sosohan yaitu varietas, jumlah bahan saat penyosohan, waktu penyosohan, dan kadar air biji saat penyosohan. Varietas sorgum memiliki bentuk dan ukuran biji yang berbeda-beda satu dengan lainnya. Jumlah bahan optimum biji sorgum saat penyosohan tergantung pada tipe mesin

penyosoh. Sementara, lamanya waktu penyosohan dipengaruhi oleh varietas sorgum

dan tipe mesin penyosoh. Waktu penyosohan berpengaruh terhadap banyaknya lapisan kulit luar biji yang terbang, warna biji sosoh, rendemen tersosoh, dan keutuhan biji. Kadar air biji saat penyosohan dipengaruhi oleh metode pengeringan biji setelah panen dan kondisi penyimpanan biji sebelum disosoh. Kadar air biji sorgum saat disosoh berpengaruh terhadap keliatan dan kekuatan dari sorgum sosoh yang dihasilkan. Semakin meningkat kadar air saat penyosohan maka akan menghasilkan sorgum sosoh yang liat dan tidak mudah patah, selain itu juga menyebabkan endosperm menjadi lunak dan lengket.