

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif . Banyak macam-macam sumber daya energi terbarukan yang dapat diperbaharui, salah satunya yaitu Biomassa. Biomasa bersifat mudah didapatkan, ramah lingkungan, dan terbarukan, salah satu biomassa yaitu bioetanol. Di indonesia kebutuhan etanol sangat tinggi, karena etanol ,memilik banyak manfaat, salah satunya adalah untuk industri kosmetik, tinta dan percetakan. Selain itu juga karena etanol memiliki sifat tidak beracun sehingga bahan ini digunakan sebagai pelarut dalam industri makanan dan minuman maupun bahan penganti pencampur bensin karena aman terhadap lingkungan dan manusia (sutardi dkk,1984). Etanol yang selama ini digunakan dari seintesa etilen atau sintesis dari gas minyak bumi. Minyak bumi sendiri merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Etanol dapat diproduksi melalui tanaman yang mengung pati , sukrosa atau selulosa dengan metode fermentasi. Salah satu bahan tanaman yang dapat dimanfaatkan menjadi etanol yaitu biji sorgum Salah satu 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 bioetanol 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.

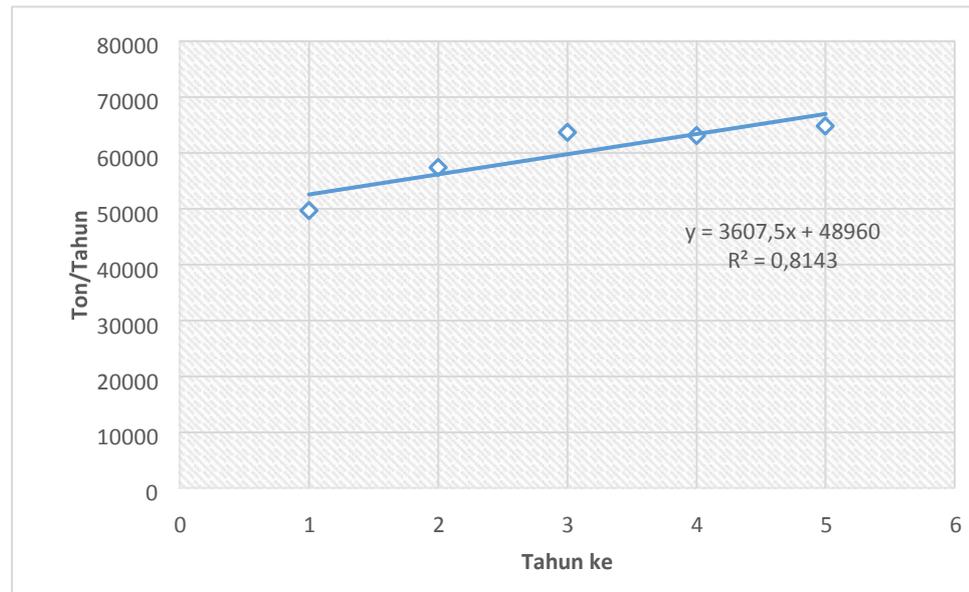
Berikut ini adalah data konsumsi biobioetanol di Indonesia.

Tabel 1.2 Konsumsi biobioetanol 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 biobioetanol pada priode 12 tahun 2024 sebagai fungsi x pada persamaan sebesar 106680 Ton/Tahun. Dari grafik diatas didapatkan kondisi fluktuatif dari beberapa faktor yang menyebabkan kondisi tersebut seperti faktor, sosial, budaya, psikologi, dan faktor pribadi Menurut Kotler (2000).

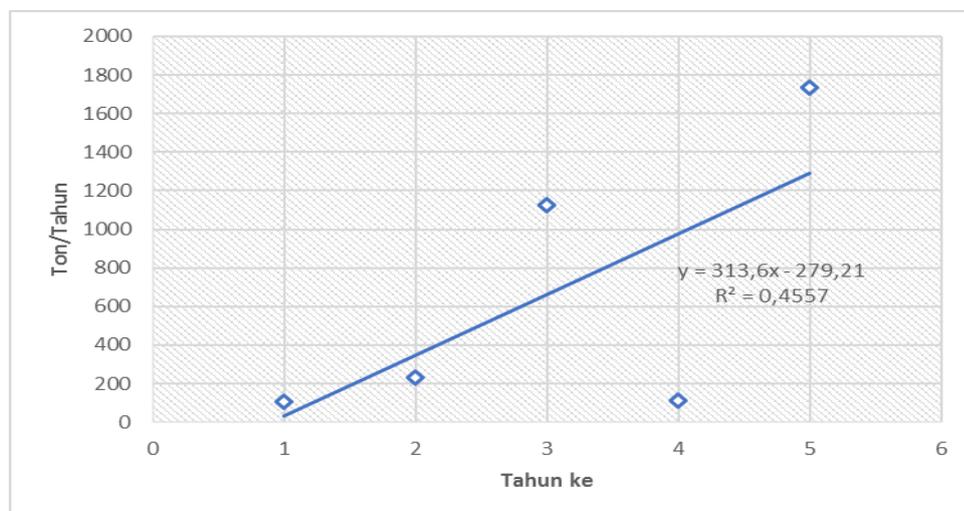
Berikut ini adalah data impor biobioetanol di Indonesia.

Tabel 1.3. Impor biobioetanol 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 2024 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 1732,411 Ton/Tahun. Dari grafik diatas didapatkan kondisi fluktuatif dari beberapa faktor yang menyebabkan kondisi tersebut seperti faktor, sosial, budaya, psikologi, dan faktor pribadi Menurut Kotler (2000).

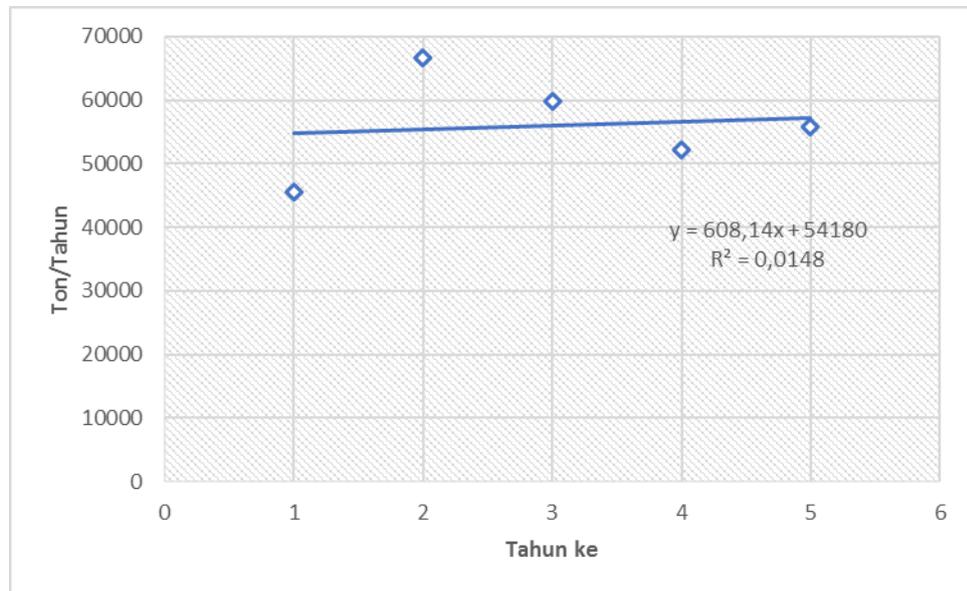
Berikut ini adalah data Ekspor biobioetanol di Indonesia.

Tabel 1.4 Ekspor biobioetanol 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. Grafik persamaan jumlah ekspor

diperkirakan jumlah ekspor pada periode 12 tahun 2024 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 61477,68 Ton/Tahun. Dari grafik diatas didapatkan kondisi fluktuatif dari beberapa faktor yang menyebabkan kondisi tersebut seperti faktor, sosial, budaya, psikologi, dan faktor pribadi Menurut Kotler (2000).

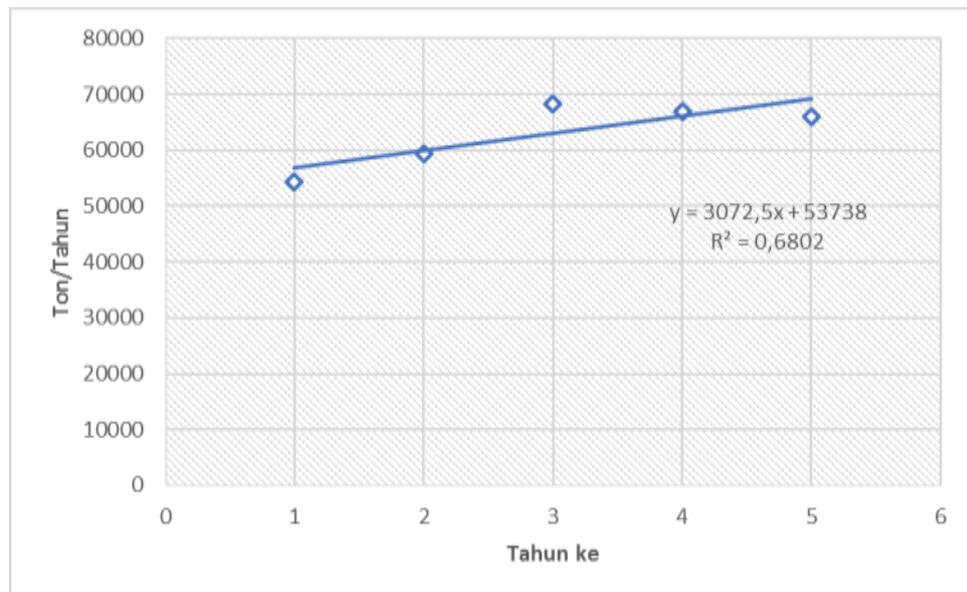
Berikut ini adalah kapasitas produksi biobioetanol di Indonesia

Tabel 1.5 Kapasitas Produksi Pabrik Biobioetanol 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 2024 sebagai fungsi x pada persamaan yang terdapat dalam grafik tersebut sebesar, sebesar 102898 Ton/Tahun. Dari grafik diatas didapatkan kondisi fluktuatif dari beberapa faktor yang menyebabkan kondisi tersebut seperti faktor, sosial, budaya, psikologi, dan faktor pribadi Menurut Kotler (2000).

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 Dunia pada tahun 2024 sebesar 63527 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku molase di Indonesia dan persaingan industri bioetanol pada tahun 2024, maka kapasitas pabrik bioetanol yang akan didirikan diputuskan sebesar 15% dari kebutuhan bioetanol nasional, yakni 10.000 ton/tahun.

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

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Bioetanol

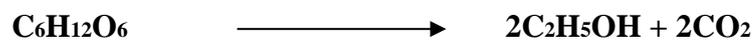
Bioetanol atau etil alkohol yang di pasaran lebih dikenal sebagai alkohol merupakan senyawa organik dengan rumus kimia C_2H_5OH . Dalam kondisi kamar, bioetanol berwujud cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, mudah larut dalam air dan tembus cahaya. Bioetanol adalah senyawa organik golongan alkohol primer. Sifat fisik dan kimia bioetanol bergantung pada gugus hidroksil. Reaksi yang dapat terjadi pada bioetanol antara lain dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi (Rizani, 2000).

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

Bioetanol mempunyai beberapa kelebihan dari pada bahan bakar lain seperti premium antara lain sifat bioetanol yang dapat diperbaharui, menghasilkan gas buangan yang ramah lingkungan karena gas CO_2 yang dihasilkan rendah.

Campuran dari bioetanol 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 bioetanol 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 bioetanol, tetapi belum bisa mendapatkan bioetanol 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 bioetanol 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 bioetanol dengan menggunakan bantuan mikroorganisme berupa *yeast* maupun bakteri. Bioetanol 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 bioetanol.
- 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 bioetanol.
- 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.

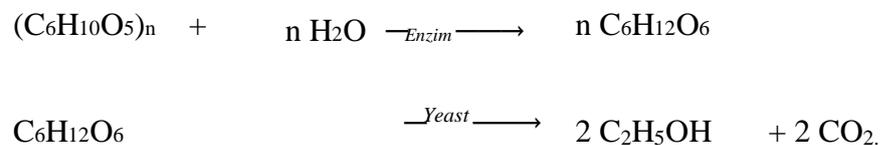
Produksi bioetanol dengan menggunakan fermentasi harus melalui beberapa tahap perlakuan bahan baku dan bahan pembantu terlebih dahulu. Perlakuan terhadap bahan baku tergantung dengan karakteristik bahan baku

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.

Bioetanol hasil fermentasi kemudian dimurnikan melalui destilasi. Untuk mendapatkan bioetanol 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 selektif 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 biobioetanol 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 biobioetanol 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 bioetanol, serta waktu proses lebih pendek.

Produksi biobioetanol 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 bioetanol 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 bioetanol sebesar 11% (b/v) dan efisiensi 40% (b/v) dibandingkan mono kultur *Saccharomyces cerevisiae*.

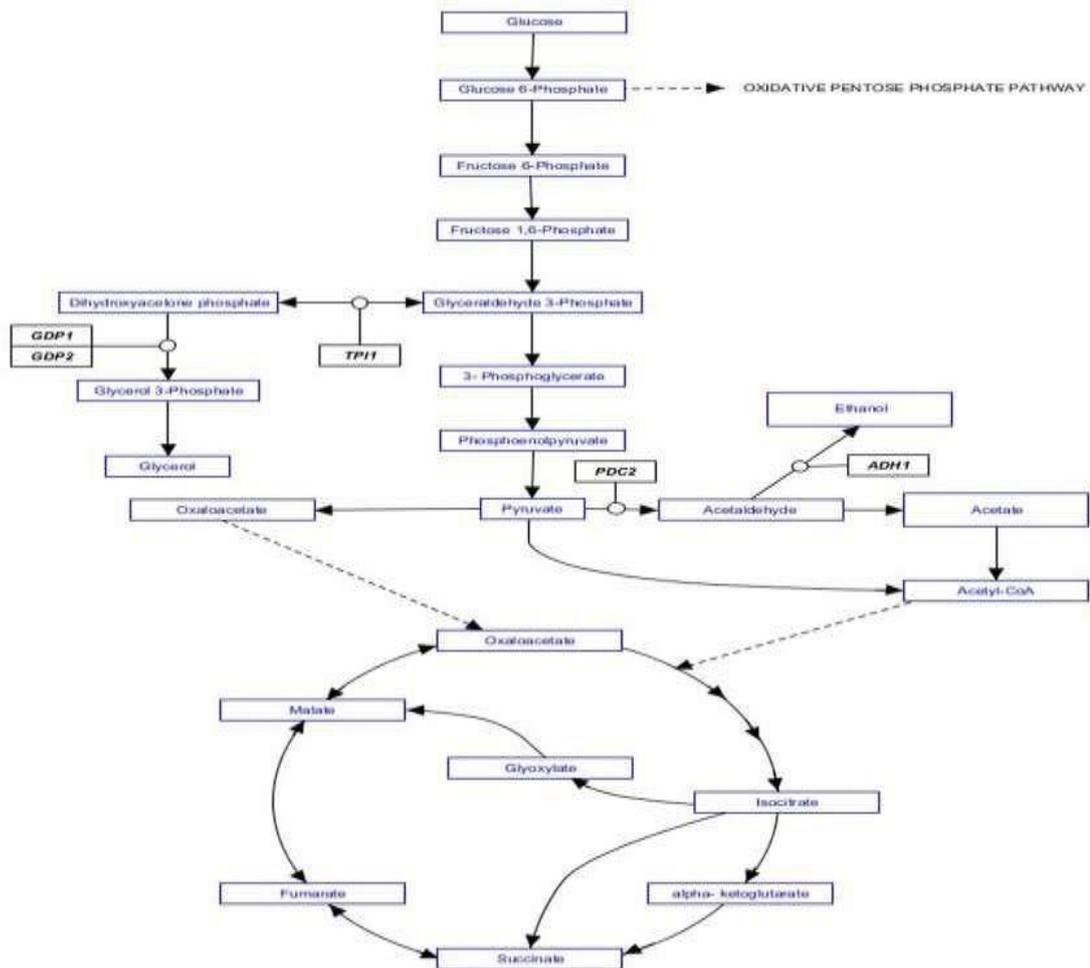
Teknik sakarifikasi dan fermentasi simultan (SSF) terekayasa dalam fermentasi bertujuan untuk mendapatkan produksi bioetanol yang lebih tinggi sehingga dilakukan penghentian aerasi sebagai upaya pengalihan dari kondisi aerobik menjadi anaerobik. Penggunaan konsorsium mikroba yang terdiri dari *Aspergillus 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 bioetanol. Bila terdapat udara pada proses fermentasi maka bioetanol 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 biobioetanol. Pada saat biomassa 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 bioetanol pada kondisi anaerobik melalui jalur fermentasi. Kelebihan penelitian ini selain menambah potensi limbah ampas tahu sebagai media produksi biobioetanol 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 bioetanol



Gambar 1.6. *Pathway* bakteri *saccharomyces cerevisiae*

1.2.2.2 Proses Sintesa Etilen

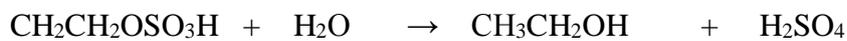
Pembuatan ethanol dengan cara ini menggunakan gas etilen yang terkandung di dalam gas alam sebagai bahan bakunya. Jenis – jenis proses yang ada yaitu :

- a) Hidrasi katalitik langsung dari gas etilen

Pada proses ini bioetanol 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 bioetanol. Bioetanol yang telah terbentuk kemudian dipisahkan dari gas *stripping* di separator dan didapat produk bioetanol.

b) Hidrasi katalitik tak langsung dari gas etilen

Proses ini dikenal dengan proses *Shall*. Reaktornya menggunakan katalis asam fosfat 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 serealia 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 Bioetanol

1.2.3.1 Pembuatan Tepung Sorgum

Biji sorgum diolah menjadi tepung terlebih dahulu sebelum di fermentasikan untuk menghasilkan bioetanol. 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 terbangun, 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.