

## **PROSPEK BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR YANG TERBARUKAN DAN RAMAH LINGKUNGAN**

**Senam, Ph.D.**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta,  
Karangmalang Yogyakarta 55281, Contact person:  
senamkardiwiyono@yahoo.com, HP. 081328233306*

### **ABSTRAK**

*Penulisan makalah ini bertujuan untuk membahas mengenai kelebihan bioetanol yang dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme untuk mengkonversi karbohidrat menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan.. Berdasarkan uraian dalam makalah ini dapat diambil kesimpulan bahwa di bumi Indonesia tersedia melimpah material hayati yang mengandung karbohidrat yang potensial menghasilkan bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan dapat digunakan melalui pencampuran dengan bensin. Bioetanol mampu menaikkan angka oktan bahan bakar serta dapat menurunkan pencemaran lingkungan.*

*Kata kunci : bioetanol, karbohidrat, mikroorganisme, bahan bakar*

### **ABSTRACT**

*The goal of this paper is to discuss about the prospect of bioethanol as a fuel, which is renewable and friendly to the environment. This bioethanol is produced through the activity of the microorganism. The microorganism converts the carbohydrate to bioethanol. Based on this discussion illustrated that Indonesia has enough raw material, which contain carbohydrate. The bioethanol can be mixed by the mineral oil to produce the gasohol (gasoline and alcohol). The quality of gasohol depends on the concentration of gasoline and alcohol. The bioethanol can increase the octane value and also reduce the environmental pollution.*

*Keywords : bioethanol, carbohydrate, microorganism, fuel*

### **PENDAHULUAN**

Persediaan energi yang berupa minyak fosil lambat laun akan mencapai kondisi keterbatasan, karena alam tidak mampu membuat bahan bakar jenis ini dengan waktu yang relatif cepat. Dengan demikian permasalahan energi menjadi topik penting di dunia internasional pada abad 21. Persediaan bahan bakar fosil saat ini masih mencukupi kebutuhan masyarakat, namun beberapa puluh tahun kemudian akan mencapai kondisi kritis. Hingga kini masyarakat dunia masih menggunakan minyak fosil untuk keperluan industri, perkantoran maupun rumah tangga. Begitu pentingnya keberadaan minyak fosil ini hingga menjadi komoditi politik yang cukup manjur oleh negara-negara tertentu. Keberlangsungan operasi dari berbagai industri besar maupun kecil masih sangat tergantung dari ketersediaan minyak fosil ini. Bahkan pembangkit listrikpun tidak luput dari pemanfaatan minyak fosil ini (Anonim, 2008; 2005b).

Amerika Serikat merupakan konsumen minyak mineral terbesar di dunia. Negara tersebut memerlukan sebanyak 25 juta barel setiap hari. Ironisnya negara tersebut hanya memproduksi 33% dari kebutuhan dalam negeri, sehingga yang 67% harus impor dari luar negeri. Hingga kini ketersediaan minyak fosil ini belum tergantikan oleh sumber energi lainnya, walaupun ketersediaan minyak mineral di Indonesia semakin menipis. Indonesia yang semula sebagai pengekspor minyak mineral dan sebagai anggota OPEC, akhirnya mulai tahun 2004 menjadi importer. Tidak tanggung-tanggung jumlah impor minyak mineral Indonesia sebesar 487.000 barel tiap hari. Dalam kondisi harga minyak dunia stabil, tidak akan banyak berpengaruh pada

perekonomian Indonesia, namun ketika harga minyak dunia mengalami naik turun yang tidak teratur, maka akan sangat berpengaruh terhadap perekonomian nasional. Bahkan ketidakstabilan ini mencapai klimaknya pada bulan Oktober 2008 dengan kenaikan harga minyak dunia mencapai di atas 110 dollar (US) tiap barelnya.

Perhitungan besarnya APBN di Indonesia sangat tergantung dari harga minyak dunia, sehingga menggunakan asumsi-asumsi harga minyak mineral ini. Dengan kenaikan harga minyak ini tentunya juga akan memperberat beban APBN. Pemberian subsidi minyak bagi rakyat, sangat rentan terhadap kenaikan harga minyak dunia. Kondisi yang sangat rentan terhadap perubahan harga minyak adalah harga kebutuhan bahan pokok. Hal ini disebabkan transportasi yang digunakan untuk mengangkut bahan pokok juga memanfaatkan solar. Dengan harga solar naik, pasti akan diikuti oleh naiknya harga barang dan jasa, termasuk juga harga jasa transportasi baik untuk barang maupun penumpang.

Kondisi cadangan minyak mineral diperkirakan tinggal dapat dieksploitasi hingga 18 tahun lagi. Kondisi seperti ini tidak dapat dipecahkan melalui penghematan, namun harus dicari solusi alternatif secara komprehensif. Bahkan tingginya kebutuhan BBM di dalam negeri juga menunjukkan angka yang cukup signifikan. Bila masalah ini tidak segera terpecahkan, maka bisa jadi pada 2-3 tahun mendatang Indonesia sebagai pengimport BBM yang cukup besar. Semakin banyaknya industri di Indonesia akan mempercepat habisnya cadangan minyak mineral ini. Kondisi ini menuntut ditemukannya sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan. Persediaan sumber energi terbarukan ini niscaya dapat mensuplai kebutuhan di dalam negeri, namun juga tidak menutup kemungkinan diekspor ke luar negeri.

Bentuk bahan bakar dapat berupa gas, cair dan padat. Bahan bakar minyak merupakan bahan bakar yang paling banyak dikenal di seluruh lapisan masyarakat di Indonesia. Untuk itu perlu adanya pencarian energi alternatif ini dalam bentuk cair. Banyak peralatan seperti kompor maupun mesin mobil yang kompatibel terhadap bahan bakar bentuk cair. Salah satu bahan bakar cair yang dapat dibentuk dari materi yang dapat ditemukan di lingkungan sekitar adalah bioetanol.

Bioetanol dapat dibuat dari karbohidrat yang berupa gula. Gula ini dengan bantuan mikroorganisme dapat diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi. Berbagai jenis produk pertanian sangat kaya akan sumber karbon yang berupa karbohidrat. Proses fermentasi menggunakan mikroorganisme mampu mengkonversi karbohidrat menjadi bioetanol. Ditinjau dari berbagai segi, bioetanol ini dapat berfungsi untuk menggantikan bensin maupun minyak tanah. Beberapa pertimbangan yang sangat mendesak atas diperlukannya bioetanol ini sebagai bahan bakar, selain karena pertimbangan bahan bakar fosil hampir habis, juga berbagai pertimbangan mengenai pelestarian lingkungan.

## **PEMBAHASAN**

### **1. Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Sumber Energi**

Pada pertengahan abad 20 penggunaan campuran antara etanol dengan bensin telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di Eropa Barat sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Perkembangan eksploitasi minyak fosil yang hanya mempertimbangkan aspek ekonomi, membuat harga minyak merosot tajam, sehingga saat itu harga etanol jauh lebih mahal dibanding dengan harga minyak mineral. Dengan demikian masyarakat mulai meninggalkan etanol sebagai bahan bakar kendaraan. Pada akhir tahun 1990-an, Jerman juga telah memanfaatkan biodiesel yang berasal dari minyak nabati sebagai bahan bakar kendaraan. Harga biodiesel di negara tersebut jauh lebih mahal dibanding dengan harga minyak mineral. Dengan demikian pasar biodiesel di Eropa

kurang menggembirakan. Akibat krisis harga minyak mineral pada akhir tahun 2008 yang mencapai harga lebih dari 120 dollar/barel, menyebabkan masyarakat dunia berusaha untuk mencari alternatif bahan bakar cair yang berasal dari tumbuhan. Dengan harapan tidak akan terjadi krisis bahan bakar lagi karena bahan-bahan yang dapat diolah menjadi etanol sangat beragam jenisnya (Anonim, 2008; 2005a).

Beberapa kelebihan bioetanol dibanding bensin, antara lain lebih aman, memiliki titik nyala tiga kali lebih tinggi dibanding bensin, dan menghasilkan emisi gas hidrokarbon lebih sedikit. Di balik itu juga terdapat berbagai kekurangan bioetanol bila dibanding dengan bensin, antara lain mesin kendaraan akan mengalami kesulitan untuk dihidupkan bila dalam keadaan suhu dingin, serta mampu bereaksi dengan logam tertentu seperti aluminium, sehingga dapat merusak komponen kendaraan yang terbuat dari logam tersebut.

Untuk meningkatkan kualitas bioetanol sebagai bahan bakar dapat dilakukan pencampuran dengan bensin. Bioetanol yang dicampur harus tidak mengandung air sama sekali, sehingga harus mengalami proses pemurnian secara berulang. Campuran yang kini lebih dikenal sebagai gasohol ini banyak memberikan keuntungan bagi pengguna. Selain itu juga dapat menghemat bensin yang keberadaannya tidak dapat diandalkan lagi. Gasohol merupakan kependekan dari gasolin (bensin) dengan alkohol (etanol). Gasohol dapat berupa campuran etanol : bensin dengan komposisi yang berbeda-beda. Gasohol yang merupakan hasil pencampuran 10% etanol dengan 90% bensin dikenal dengan sebutan gasohol E-10. Gasohol jenis ini memiliki angka oktan sebesar 92. Angka ini setara dengan angka oktan yang dimiliki oleh Pertamina. Perlu diketahui bahwa etanol absolut memiliki angka oktan sebesar 117, sedangkan bensin premium memiliki angka oktan 87-88. Campuran keduanya menghasilkan gasohol yang memiliki angka oktan di antara kedua komponen campuran itu. Karena etanol mampu meningkatkan angka oktan bensin, maka dalam kasus ini etanol berperan sebagai octan enhancer. Penggunaan etanol sebagai octan enhancer ini sangat menarik perhatian dunia, karena ramah lingkungan dan mudah diperbaharui. Dengan digunakannya etanol ini lambat laun akan mengurangi emisi timbal yang dikeluarkan dari asap kendaraan bermotor selama pembakaran. Untuk mengurangi ketukan, biasanya bensin ditambah dengan zat aditif bernama tetra ethyl lead (TEL). Bila bensin mengalami pembakaran, maka TEL juga ikut terbakar dan akan keluar bersama asap, yang akan ikut andil dalam proses pencemaran udara (Anonim, 2005a; 2005c).

Gasohol yang mengandung etanol hingga 24% masih dapat digunakan sebagai bahan bakar mobil pada umumnya. Kadar etanol yang lebih tinggi akan memerlukan modifikasi lebih lanjut pada mobil yang dipakai. Hingga kini telah dikembangkan mobil yang dilengkapi dengan sensor yang mampu mengatur komposisi bensin dan etanol yang akan masuk dalam proses pembakaran, sehingga dengan campuran di atas 25%, mobil tersebut mampu menggunakan dengan baik.

Berbagai macam bahan dapat dikonversi menjadi etanol dengan bantuan mikroorganisme. Bahan yang mengandung pati seperti jagung, ubi kayu, gandum, tapioka dan kentang merupakan sumber utama bioetanol. Dua jenis yang disebut permulaan itu sangat produktif untuk menghasilkan etanol. Sebanyak 11,7 Kg tepung jagung dapat dikonversi menghasilkan alkohol sebanyak 7 liter. Jumlah ini merupakan angka yang cukup tinggi. Selain itu bahan yang mengandung gula juga sangat mudah dikonversi untuk menghasilkan etanol. Molasses tebu merupakan sumber etanol yang sangat potensial. Selain itu juga tapioka, ketela rambat, dan bahan lain yang berkarbohidrat dapat dikonversi menghasilkan etanol. Bahan yang mengandung selulosa juga sangat potensial untuk diubah menjadi etanol.

Bahan yang termasuk dalam kelompok ini antara lain berbagai limbah pertanian dan berbagai hasil hutan yang berupa kayu. Kelemahan dari bahan ini hanya akan menghasilkan alkohol dalam jumlah sedikit, karena belum ditemukan mikroorganisme yang secara efektif dan efisien mampu mengkonversi pentosa mejadi etanol (Anonim, 2008; 2005b; Lawrence, 1991).

## 2. Peran Mikroorganisme

Ragi *S. cerevisiae* memegang peranan yang sangat penting di dalam industri fermentasi di Indonesia. Ragi ini mampu menghasilkan alkohol di dalam proses fermentasi karbohidrat. Akibat dari kemampuannya itu ragi *S. cerevisiae* memiliki tingkat komersial yang tinggi. Ragi ini merupakan mikroorganisme yang pertama kali dikembangkan untuk memproduksi minuman beralkohol serta banyak dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi. Kemajuan di bidang biologi molekular membawa ragi ini menjadi model organisme eukariot yang paling sederhana untuk mempelajari proses yang terjadi di dalam organisme tingkat tinggi. Ragi *S. cerevisiae* tidak lagi dimanfaatkan oleh manusia dalam bidang bioteknologi tradisional, namun telah merambah ke berbagai sektor komersial yang sangat vital. Teknologi di bidang minuman, makanan, industri enzim, farmasi, pertanian, lingkungan, serta pembuatan biofuel telah memanfaatkan jasa dari mikroorganisme ini (Lawrence, 1991; Benetzen and Hall, 1982; Rose and Horrison, 1969).

Ragi *S. cerevisiae* merupakan mikroorganisme eukariot bersel tunggal yang telah dimanfaatkan untuk membuat minuman, anggur, serta bir. Pemanfaatan ragi ini di Indonesia telah dilakukan sejak nenek moyang. Mereka memanfaatkannya untuk membuat tape, tempe, dan tuak. Ragi ini telah dimanfaatkan untuk mensintesis vaksin hepatitis B rekombinan yang pertama dan mampu menghasilkan enzim *chymosin* yang dimanfaatkan dalam pembuatan keju. Langkah spektakuler yang dilakukan oleh para ahli biologi molekular yaitu dengan keberhasilannya dalam mensekuen DNA genom ragi serta menganalisis gen yang terkandung di dalamnya. Hasil analisis genom ini dimanfaatkan untuk mempelajari genom manusia, walaupun *human genom project* juga telah berhasil menentukan urutan DNA genom manusia. Dari segi bioekonomi tidak diragukan lagi bahwa penggunaan mikroorganisme ini di masa mendatang akan semakin terbuka lebar (Lawrence, 1991; Chakraburty and Kamath, 1988; Kingsman; Kingsman; and Mellor, 1987).

Akibat perkembangan teknologi DNA rekombinan memposisikan ragi *S. cerevisiae* pada tingkat yang strategis untuk mengekspresikan berbagai macam gen yang berasal dari organisme eukariot. Untuk itu peran ragi ini sebagai sel inang pada proses ekspresi gen memberi harapan yang cerah. Protein rekombinan telah banyak dimanfaatkan baik untuk proses industri maupun penelitian dalam bidang biokimia dan biologi molekular. Produk dari perkembangbiakan ragi ini telah menghasilkan 30 juta ton anggur, 60 juta ton bir, 600.000 ton sel ragi, serta 800.000 ton protein sel tunggal (*single cell protein*). Produk dari ragi ini dimanfaatkan untuk konsumsi manusia maupun hewan ternak, sehingga memposisikan ragi ini menjadi penghasil produk fermentasi terbesar di dunia (Lawrence, 1991; Muller and Trachsel, 1990; Rose and Horrison, 1969).

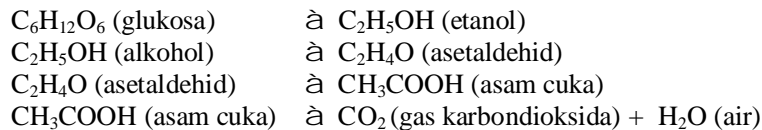
Selain berkembang untuk memproduksi bahan makan dan minuman, akhir-akhir ini peranan ragi diperluas untuk memproduksi sumber energi yang terbarukan. Ragi ini telah mengambil peran penting dalam memproduksi sumber energi alternatif yang berupa bioetanol. Beberapa negara seperti Brasil, Amerika Serikat dan Afrika telah mengembangkan teknologi bioetanol ini. Berbagai bahan berkarbohidrat yang mudah didapat di lingkungan dengan bantuan ragi ini mampu menghasilkan etanol dengan jumlah produksi yang semakin meningkat. Produksi bioetanol telah banyak diminati, karena diharapkan mampu menggantikan minyak mineral dengan sumber bahan yang

mudah dikembangkan dan dapat diperbaharui serta hasilnya bersifat ramah lingkungan. Saat ini masih perlu pengembangan secara berkelanjutan terhadap *low cost technology* untuk menghindari terjadinya krisis energi akibat terbatasnya minyak mineral. Perlu adanya langkah rekayasa terhadap ragi agar mampu menghasilkan etanol dalam jumlah yang optimum. Modifikasi proses metabolisme di dalam ragi memungkinkan ragi ini mampu memproduksi etanol dalam jumlah lebih besar. Berbagai negara agraris yang harus mengimpor minyak mineral dari luar negeri, memilih bioetanol sebagai solusi yang paling tepat. Sumber energi yang terjamin sustainabilitasnya dan bersifat ramah lingkungan ini menjadi harapan masa depan di era globalisasi (Tuite, 1992; Rose and Horison, 1969).

### 3. Proses Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses untuk mengubah molekul glukosa menjadi etanol atau lebih dikenal sebagai bioetanol (alkohol) dengan menggunakan mikroorganisme ragi. Proses fermentasi ini berlangsung beberapa hari tergantung dari banyaknya *starter* kultur sel ragi yang digunakan. Semakin banyak jumlah *starter*, semakin cepat pula proses fermentasi berlangsung. Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi ini berkisar antara 8- 10% v/v. Proses pembentukan bioetanol berlangsung lebih cepat bila menggunakan *molases*. *Molases* ini merupakan bahan baku untuk membuat gula tebu. Keuntungan penggunaan *molases* dalam memproduksi bioetanol adalah memerlukan bak fermentasi yang lebih kecil. Fermentasi ini selain menghasilkan etanol juga zat lain, termasuk di antaranya adalah air. Untuk meningkatkan kualitas bioetanol harus dihilangkan zat yang tidak dikehendaki. Salah satu ukuran kualitas bioetanol adalah kandungan airnya. Semakin rendah kadar airnya, kualitas bioetanol itu semakin baik (Tuite, 1992; Rose and Horison, 1969).

Selama proses fermentasi, terjadi proses oksidasi karbohidrat menjadi molekul organik lain. Tahapan proses oksidasi karbohidrat digambarkan pada persamaan reaksi sesuai Gambar 1.



**Gambar 1. Persamaan reaksi oksidasi glukosa**

Berdasarkan Gambar 1 memberi ilustrasi bahwa bioetanol bercampur dengan hasil samping fermentasi antara lain aldehid, asam cuka, gas karbondioksida dan air. Gas karbondioksida yang diproduksi selama fermentasi dapat mencapai 35% v/v. Bioetanol yang berkualitas baik harus mengandung aldehid maupun gas karbondioksida seminimal mungkin. Proses penghilangan gas karbondioksida ini dikenal sebagai proses *washing*. Proses ini dilakukan dengan cara menyaring bioetanol yang terikat oleh gas karbondioksida. Melalui proses ini akan dihasilkan bioetanol yang terbebas dari gas karbondioksida (Anonim, 2005b; 2005c; Rose and Horison, 1969).

Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan kadar rendah, sehingga untuk memperoleh bioetanol dengan kadar hingga mencapai 95% dapat dilakukan melalui proses pemekatan. Proses pemekatan biasanya dilakukan melalui proses destilasi. Proses ini dilakukan melalui proses dua tingkat. Proses pada tingkat pertama menggunakan *beer column*, sedangkan pada tingkat ke dua menggunakan *rectifying column*. Pengertian kadar bioetanol (% v/v) merupakan banyaknya volume bioetanol pada suhu 15°C dalam 100 satuan volume larutan etanol pada temperatur pengukuran. Berdasarkan standar pengukuran pada temperatur 27,5° C dengan kadar 95,5% adalah identik dengan kadar 96,2% pada temperatur 15°C. Bioetanol dengan

kadar 30-40% belum dapat diklasifikasikan ke dalam *fuel based ethanol*, namun kadar itu harus dipekatkan hingga mencapai 95%.

#### 4. Proses Gelatinasi

Proses fermentasi bahan baku menjadi bioetanol dapat berjalan efektif bila substrat berwujud bubur. Kondisi ini memberikan keleluasaan bagi mikroorganisme maupun enzim untuk beraktivitas secara optimum pada proses hidrolisis pati. Proses gelatinasi dilakukan bila bahan baku yang berupa jagung, ubi kayu maupun ubi jalar dihancurkan hingga lembut dan dicampur dengan air hingga membentuk bubur. Bubur yang dihasilkan mengandung pati sebesar 27-30%. Bubur pati selanjutnya dipanaskan selama 2 jam. Hasil pemanasan ini membentuk gel. Proses gelatinasi itu dapat dilakukan melalui dua cara. Cara pertama yaitu dengan memanaskan bubur pati selama 30 menit pada suhu 130°C. Bubur didinginkan hingga mencapai 95°C. Proses pendinginan ini memerlukan waktu sekitar 15 menit. Kondisi bubur dengan suhu 95°C ini dipertahankan sekitar 75 menit. Dengan demikian proses gelatinasi memerlukan waktu 120 menit. Cara gelatinasi yang kedua yaitu menambah bubur pati dengan enzim termamyl, kemudian dipanaskan hingga mencapai temperatur 130°C. Proses pemanasan ini berlangsung selama dua jam (Anonim, 2005c).

Proses gelatinasi menggunakan enzim memiliki keuntungan, karena aktivitas enzim termamyl mencapai optimum pada temperatur 95°C. Kondisi ini memberikan suasana karena ragi yang digunakan cepat berkembang dan aktif. Pemanasan bubur pati pada proses gelatinasi cara pertama bertujuan untuk memecah pati, agar lebih mudah dihidrolisis oleh enzim. Keuntungan lain bekerja pada suhu tinggi yaitu dapat berperan untuk mensterilkan bahan pati dari keberadaan mikroorganisme yang tidak dikehendaki.

Proses gelatinasi dengan cara kedua memberikan hasil yang kurang baik, karena pertumbuhan ragi terganggu. Proses gelatinasi menggunakan enzim pada suhu tinggi akan membentuk molekul trifenil furan yang bersifat racun terhadap sel ragi. Proses yang berlangsung pada suhu tinggi juga mempengaruhi aktivitas enzim termamyl. Aktivitas enzim ini mengalami kenaikan hingga suhu 95°C, namun seiring dengan kenaikan suhu berikutnya akan mengalami penurunan. Suhu yang tinggi tersebut selain menurunkan aktivitas enzim termamyl, juga mampu menurunkan waktu hidup (*half life*) enzim. Sebagai ilustrasi *half life* enzim termamyl pada suhu 93°C adalah 1.500 menit, sedangkan pada suhu 107°C enzim tersebut hanya memiliki *half life* selama 40 menit (Anonim, 2005<sup>a</sup>; 2005b). Penurunan suhu pada proses gelatinasi dilanjutkan hingga mencapai 55°C. Untuk selanjutnya dilakukan proses sakarifikasi, kemudian difermentasi menggunakan ragi *S. cerevisiae* dan *Y. lipolytica* di dalam tabung fermentor.

#### 5. Destilasi Sebagai Proses Pemekatan Bioetanol

Untuk meningkatkan kadar bioetanol hingga mencapai 95% dilakukan dengan memisahkan antara bioetanol dengan air melalui sebuah proses berdasarkan perbedaan titik didihnya. Bioetanol memiliki titik didih yang jauh lebih rendah dibanding dengan air. Bioetanol yang menjadi uap akibat pemanasan akan diperoleh kembali melalui proses pengembunan. Dengan pemanasan pada suhu sesuai titik didihnya, maka bioetanol akan menguap dan akan mengalami pengembunan setelah melewati saluran pendingin. Untuk memperoleh *fuel based ethanol* harus diperoleh kadar bioetanol hingga mencapai 99,5%. Cara yang dapat ditempuh untuk memperoleh kadar bioetanol seperti ini mengalami kesulitan bila melalui proses destilasi biasa, karena kesulitan untuk memisahkan hidrogen yang terikat dalam struktur kimia bioetanol. Untuk itu bioetanol dengan kadar 95% harus mengalami perlakuan selanjutnya dengan proses destilasi *Azeotropic* untuk menghasilkan *fuel based ethanol*.

## **6. Industri Bioetanol**

Gula atau glukosa merupakan bahan utama pembentuk bioetanol. Proses produksi gula berjalan sejak sebelum merdeka. Berbagai pabrik gula bahkan didirikan oleh pemerintah Belanda. Hingga kini produksi gula tebu oleh pabrik gula dimanfaatkan untuk konsumsi masyarakat. Munculnya krisis energi saat ini perlu adanya perubahan peran dari pabrik gula menjadi pabrik berbasis tebu. Banyak produk lain dari gula tebu yang dapat dihasilkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dengan harapan keuntungan yang diperoleh pabrik gula semakin meningkat (Anonim, 2005a; 2005b).

Pabrik tebu banyak yang menyewa lahan milik masyarakat maupun pemerintah untuk ditanami tebu sebagai bahan baku. Pabrik gula hingga kini masih mengalami kekurangan suplai tebu yang diperoleh dari masyarakat. Untuk itu produksi bioetanol berbahan baku gula tebu merupakan usaha yang kurang bernilai ekonomis. Dengan demikian sebagai jalan keluar adalah pemanfaatan tetes tebu sebagai bahan baku bioetanol merupakan langkah yang lebih realistis dan bernilai lebih ekonomis. Berdasarkan data dari berbagai pabrik gula menunjukkan bahwa setiap ton tebu akan menghasilkan tetes tebu sebesar 40-45 Kg. Tetes tebu ini hingga kini banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan aditif makanan yang berupa monosodium glutamat (MSG) dan asam cuka. Solusi alternatif pemanfaatan bahan baku lain untuk memproduksi bioetanol juga telah dilakukan, yaitu memanfaatkan ubi kayu. Budi daya ubi kayu tidak memerlukan lokasi yang subur. Tumbuhan ini mampu hidup dengan baik di berbagai tempat. Bahkan penanaman ubi kayu ini merupakan salah satu usaha masyarakat untuk meningkatkan produktivitas lahan tandus atau lahan kosong. Untuk menanam ubi kayu harus menghindari tanah yang berair, karena umbi yang dihasilkan akan membusuk bila terendam air. Dengan demikian perlu adanya langkah konkrit pemerintah untuk melihat potensi daerah yang dapat digunakan sebagai lokasi industri bioetanol (Anonim, 2005a; 2005b).

Untuk mencari pemecahan masalah secara komprehensif dalam proses produksi bioetanol ini diharapkan melibatkan semua komponen terkait, antara lain pemerintah, perusahaan, lembaga riset maupun petani. Bila pemerintah daerah mampu mengoptimalkan wilayahnya untuk memproduksi bioetanol diharapkan konsep "*daerah mandiri energi*" akan segera terwujud melalui pemberdayaan masyarakat. Bioetanol yang merupakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan ini dalam waktu dekat dapat menggantikan minyak fosil yang ketersediaannya di Indonesia semakin menipis.

## **7. Bioenergi Etanol dan Biodiesel**

Dua macam sumber energi yang terbarukan yang banyak dikembangkan saat ini berupa bioetanol dan biodiesel. Sebagian masyarakat hingga kini masih memiliki persepsi bahwa minyak fosil merupakan sumber energi yang tidak tergantikan. Cara berfikir seperti ini lebih diperparah dengan tingkat pendidikan masyarakat di negara berkembang yang masih relatif rendah. Eksploitasi sumber daya alam di negara berkembang dilakukan secara membabi buta tanpa mempertimbangkan kelestarian lingkungan. Hutan yang berperan sebagai penyangga lingkungan dibabat habis karena dieksploitasi hasil hutan dan bahannya. Industri kecil hingga industri besar sampai saat ini masih memanfaatkan minyak fosil sebagai bahan bakar utamanya. Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui ini akan semakin berkurang. Hasil pembakaran minyak fosil ini berupa gas karbon dioksida, gas karbon monoksida, gas nitrogen oksida, logam timbal, serta logam berat lainnya. Sisa pembakaran ini berperan sebagai bahan pencemar terhadap udara, air, dan tanah. Semakin menipisnya lapisan ozon menyebabkan terjadinya pemanasan global, gangguan kesehatan seperti infeksi saluran pernafasan, kanker kulit, serta kerusakan lingkungan (Sutijastoto, 2005).

Peran minyak fosil harus digantikan oleh sumber energi yang dapat diperbaharui agar krisis energi dapat teratasi. Untuk itu telah berkembang secara cepat teknologi bioetanol dan biodiesel. Bioetanol maupun biodiesel yang dihasilkan dengan perlakuan tertentu mampu menggantikan solar dan bensin. Kedua jenis sumber energi ini bersifat terbarukan, *biodegradable*, dan ramah lingkungan. Dengan demikian perkembangan teknologi permesinan juga mengikuti tren perkembangan energi saat ini. Mesin dimodifikasi agar mampu memanfaatkan bioetanol dan biodiesel sebagai sumber energi. Perkembangan teknologi terbarukan ini memunculkan teknologi biodiesel, bioetanol, bioelektrik, dan biogas. Penggunaan energi hayati ini dapat menekan pencemaran lingkungan hingga 50%.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan : Bioetanol merupakan bahan bakar yang terbarukan dan ramah lingkungan dapat dihasilkan dari konversi karbohidrat menghasilkan zat tersebut. Indonesia memiliki berbagai macam produk pertanian yang potensial menghasilkan bioetanol karena mengandung karbohidrat dengan kadar tinggi. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar dapat dicampur dengan bensin menghasilkan gasohol. Kelebihan bioetanol adalah mampu menaikkan angka oktan bahan bakar serta dapat menurunkan pencemaran lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2008). Biodiesel als Alternative. Sachsen: Sachsiche Zeitung
- \_\_\_\_\_ (2005a). *Kajian Lengkap Prospek Pemanfaatan Biodiesel dan Bioethanol Pada Sektor Transportasi Di Indonesia*. Jakarta: BPPT
- (2005b) *Kelayakan Tekno-Ekonomi Bio-Ethanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan*, Jakarta: Balai Besar Teknologi Pati-BPPT.
- (2005c) Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, *Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025, Pola Pikir Pengelolaan Energi Nasional*. Jakarta: DepESDM.
- Benetzen, J. And Hall, BD (1982). Codon selection in yeast. *J. Biol Chem* 257: 3026-3031.
- Chakraborty, K. and Kamath, A. (1988). Protein synthesis in yeast. *J Biochem* 20: 581-590.
- Kingsman, S.M.; Kingsman, A.J.; and Mellor, J. (1987). The production of mammalian protein in *Saccharomyces cerevisiae*. *Tibtech* 5: 53-57.
- Lawrence, W.C. (1991). Classical mutagenesis technique, dalam *Guide to yeast genetics and molecular biology*. *Meth Enzimology* 194: 273-281.
- Muller, P.P.; and Trachsel, H. (1990). Translation and regulation of translation in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Eur J Biochem* 191: 257-261.
- Rose, A.H. and Horison, J.S. (1969). *The yeast vol 1*. London: Academic Press.
- Sutijastoto (2005). *Kebijakan Energi Mix*, Jakarta: BPPT.
- Tuite, M.F. (1992). Strategies for the genetic manipulation of *Saccharomyces cerevisiae*. *Rev Biotech* 12: 157-188.