

ANALISA KARAKTERISTIK KEUNGGULAN ETHANOL SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA SEKTOR TRANSPORTASI

Endang Suarna

Bidang Perencanaan Energi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Gedung BPPT II, Lantai 20, Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340
E-mail :e_suarna1@yahoo.com

Abstract

As the energy consumption continues to increase, while, the most of the energy consumption is met from oil, and the oil supply is going to limited; energy diversification is needed. Ethanol can be used as an option for the energy diversification. Ethanol is a renewable energy and environmentally friendly fuel which used as an energy alternative in the transportation sector can reduce the gasoline consumption. As gasoline is one of subsidized fuels and imported fuel, reducing gasoline consumption has also impact on reducing oil subsidy and import. As the ethanol has lower greenhouse gas of CO₂, and pollutant emissions of CO, NO_x, SO₂, and particulate matters, ethanol utilization for energy is safe for human health and environment. Ethanol also has higher octane number and oxygen content that lead to better performance of the fuel and vehicle. Ethanol fuel program is also more creating job opportunities.

Kata kunci: ethanol, energy terbarukan, angka oktan, emisi gas buang, unjuk kerja

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat dengan pertumbuhan sekitar 1,75 persen per tahun, sehingga meningkat dari 777,92 juta BOE (*Barrel Oil Equivalent*) pada tahun 2000, menjadi 909,61 juta BOE pada tahun 2009. Kebutuhan energi tersebut sebagian besar atau hampir 37 persen dipenuhi oleh minyak dalam bentuk bahan bakar minyak (BBM), disusul oleh pangsa biomasa hampir 32 persen, sedangkan sisanya dipenuhi oleh gas alam, listrik, batubara, dan LPG (CDIEMR, 2010).

Sebagian besar dari BBM tersebut dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan energi pada sektor transportasi. Dalam periode waktu yang sama, kebutuhan energi pada sektor transportasi meningkat lebih dari satu setengah kali, yaitu dari 139,18 juta BOE pada 2000, menjadi 226,60 juta BOE pada 2009.. BBM untuk transportasi tersebut terdiri atas premium atau bensin, minyak solar atau ADO (*Automobile Diesel Oil*), avgas, avtur, listrik. Namun sebagian besar energi untuk sektor transportasi tersebut dipasok oleh premium dan minyak solar (CDIEMR, 2010).

Besarnya kebutuhan minyak atau BBM tersebut perlu mendapat perhatian, karena cadangan minyak Indonesia semakin terbatas.

Pada tahun 2000, total cadangan minyak Indonesia mencapai 9,61 milyar barel yang terdiri atas 5,12 milyar barel cadangan terbukti (*proven*) dan 4,49 milyar barel cadangan potensial. Namun pada tahun 2009, total cadangan minyak tersebut menurun menjadi 8 milyar barel, yang terdiri atas 4,30 milyar barel cadangan terbukti, dan 3,70 milyar barel cadangan minyak potensial (CDIEMR, 2010). Bila tidak ditemukan cadangan baru, dan hanya cadangan terbukti saja yang dimanfaatkan, berdasarkan tingkat produksi minyak tahun 2009, cadangan minyak Indonesia tersebut akan habis dalam waktu hanya sekitar 12 tahun saja (R/P= 12 tahun).

Dalam periode waktu yang sama, produksi minyak mentah Indonesia juga semakin menurun, yaitu dari 517,49 juta barel pada 2000, menjadi 346,47 juta barel pada 2009. Penurunan produksi minyak mentah tersebut mengakibatkan penurunan ekspor minyak mentah dari 223,50 juta barel menjadi 133,28 juta barel. Sementara itu, import minyak mentah mengalami peningkatan dari 78,62 juta barel menjadi 119,60 juta barel (CDIEMR, 2010) yang menunjukkan semakin beratnya beban penyediaan minyak di Indonesia.

Beratnya beban penyediaan minyak di Indonesia tersebut ditambah lagi oleh semakin meningkatnya harga minyak mentah dunia yang berdampak pada semakin beratnya beban subsidi BBM yang harus ditanggung pemerintah. Sebagai

gambaran, harga rata-rata minyak mentah Indonesia (ICP) dari tahun 2000 sampai 2009 meningkat lebih dari dua kali lipat, yaitu dari US \$28,39/barel menjadi US \$61,58/barel (CDIEMR, 2010). Harga minyak tersebut meningkat terus, sehingga selama bulan November 2011, harga rata-rata minyak mencapai US \$112,94/barel, atau naik sebesar US \$3,69/barel dari harga bulan Oktober 2011, yaitu US \$109,25/barel (ESDM, 2011).

Kenaikan harga ICP tersebut diperkirakan dapat mengakibatkan defisit anggaran hampir 3 triliun. Perhitungan tersebut didasarkan pada setiap kenaikan harga minyak 1 (satu) dollar Amerika (US \$) per barel di atas asumsi harga jual ICP dalam APBN 2011 (US \$ 80/barel), meskipun akan menambah penerimaan minyak dan gas (migas) sekitar Rp2,6 triliun, namun tambahan anggaran belanja untuk subsidi BBM juga akan melonjak Rp2,8 triliun, ditambah lagi tambahan subsidi listrik sekitar Rp0,6 triliun. Oleh karena itu, setiap kenaikan harga minyak mentah 1 dollar Amerika per barel di atas asumsi, akan menambah defisit APBN sebesar Rp0,8 triliun (Tribun Timur, 8 Maret 2011).

Oleh karena itu, dalam rangka mengurangi tekanan beban penyediaan minyak, perlu dilakukan diversifikasi atau penganeka ragam energi terutama pada sektor transportasi. Diversifikasi energi melalui pemanfaatan ethanol untuk sektor transportasi dapat menjadi salah satu pilihan. Pemilihan ethanol sebagai bahan bakar alternatif tersebut bukan saja didasarkan pada besarnya potensi bahan baku di Indonesia, tetapi juga ethanol untuk bahan bakar mempunyai keunggulan-keunggulan lainnya..

Ethanol atau *ethyl alcohol* merupakan senyawa kimia yang dapat dibuat dari bahan baku tanaman, baik tanaman pati-patian, bergula, maupun berselulosa. Ethanol di Indonesia biasanya dibuat dari bahan baku tetes tebu, namun ethanol dapat pula dibuat dengan menggunakan bahan baku lainnya seperti singkong (ubi kayu) dan ubi jalar. Ethanol biasa dimanfaatkan sebagai bahan baku industri seperti minuman, obat-obatan, parfum, desinfektan, dan kosmetika. Akhir-akhir ini, ethanol dipergunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Berdasarkan komposisi, ethanol terdiri atas dua; yaitu ethanol yang mengandung air (*hydrous ethanol*) dan ethanol kering (*anhydrous ethanol*). Ethanol kering atau FGE (*Fuel Grade Ethanol*) merupakan ethanol yang dapat dipergunakan sebagai bahan bakar kendaraan.

Selain besarnya potensi bahan baku di Indonesia, ethanol sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, mempunyai beberapa keunggulan, sehingga pemanfaatan

ethanol untuk bahan bakar kendaraan, selain dapat berdampak pada pengurangan konsumsi dan import BBM, serta beban subsidi; dapat berdampak pula terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca CO₂ dan emisi bahan pencemar seperti emisi-emisi SO_x, dan NO_x. Gas rumahkaca adalah penyebab terjadinya pemanasan global, sedangkan emisi bahan pencemar dapat mencemari lingkungan yang membahayakan kesehatan manusia. Selain itu, ethanol juga mempunyai karakteristik yang dapat meningkatkan mutu bahan bakar dan unjuk kerja kendaraan.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Sumber Bahan Baku dan Karakteristik Ethanol

Ethanol dapat diproduksi dari hidrasi senyawa kimia ethilena maupun proses fermentasi dari tumbuhan. Tumbuhan bahan baku untuk pembuatan ethanol dapat terbagi atas tiga kelompok, yaitu tanaman bergula (sukrosa) seperti tebu, nira aren, nira kelapa, dan sari buah jambu monyet (jambu mete); tanaman berpati (tepung), yaitu bahan yang mengandung pati atau karbohidrat, seperti singkong (ubi kayu), ubi jalar, sagu, sorgum, dan jagung; serta tanaman berselulosa (legnoselulosa) seperti kayu, jerami, dan batang pisang (Wijayanto, D.N. et al., 2009). Berdasarkan ke tiga kelompok tanaman bahan baku ethanol tersebut, tanaman berselulosa merupakan bahan baku yang jarang dipergunakan, karena adanya lignin yang sulit dicerna sehingga proses pembentukan glukosa menjadi lebih sulit dan sedikit (Gusmailina, 2010).

Tebu, jagung, ubi kayu, dan ubi jalar merupakan tanaman bahan baku ethanol yang sudah dibudidayakan di Indonesia, sehingga pengembangan tanaman-tanaman tersebut untuk bahan baku ethanol diperkirakan tidak terkendala teknik budi daya tanaman. Berdasarkan Direktorat Jenderal Perkebunan (2009), produksi tebu nasional mencapai 33 juta ton/tahun, dan terdapat 58 pabrik gula dengan kapasitas giling total 195.622 ton tebu per hari. Selain dari tetes tebu, potensi perolehan ethanol dari pabrik gula juga dapat diperoleh dari ampas tebunya yang dapat mencapai 614.823 kiloliter ethanol/tahun (Hermiati, E. et al., 2010).

Sementara itu, ubi kayu, ubi jalar, dan jagung dapat merupakan tanaman bahan baku ethanol yang mudah tumbuh dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Produksi rata-rata ubi kayu di Indonesia sekitar 17 ton/hektar, sedangkan produksi rata-rata ubi jalar adalah 11 ton/hektar, dan produksi rata-rata jagung adalah 4 ton/hektar

(BPS, 2008). Kebutuhan bahan baku tanaman untuk produksi ethanol adalah setiap liter ethanol dapat diproduksi dari 5 kilogram jagung, atau 8 kilogram ubi jalar, atau 6,5 kilogram ubi kayu (Suarna, E. 2006).

Bahan baku lainnya yang cukup potensial adalah sagu. Luas areal tanaman sagu di Indonesia tak diketahui secara pasti, diperkirakan sekitar 1,2 juta hektar yang tersebar antara lain di wilayah-wilayah Sumatera, Sulawesi, Maluku dan Papua, namun sebagian besar atau lebih 90% areal tanaman sagu berada di Papua dan Maluku. Setiap hektar tegakan sagu per tahun, paling sedikit dapat dihasilkan 2,5 ton pati sagu. Pembuatan ethanol dengan bahan baku pati sagu diperkirakan memerlukan 2 kilogram sagu untuk membuat setiap liter ethanol. Meskipun sagu dimanfaatkan sebagai sumber pangan oleh penduduk Papua, namun potensi sagu yang belum dimanfaatkan di wilayah tersebut masih sangat besar (Gusmailina, 2010).

2.2 Analisa Karakteristik Ethanol sebagai Bahan Bakar

Dampak pemanfaatan ethanol sebagai sumber energi alternatif pengganti premium, bukan saja berupa dampak ekonomi seperti pengurangan konsumsi BBM, pengurangan impor BBM dan pengurangan subsidi BBM yang akan berakibat pada peningkatan ketahanan energi nasional. Namun pemanfaatan ethanol juga mempunyai dampak teknis, lingkungan, dan sosial yang menguntungkan. Berdasarkan beberapa penelitian dan uji coba, ethanol sebagai bahan bakar mempunyai karakteristik sebagai berikut:

2.2.1 Unjuk Kerja

Salah satu indikator unjuk kerja bahan bakar dapat ditunjukkan oleh angka atau bilangan oktan. Angka oktan adalah angka yang menyatakan kandungan molekul iso oktan yang terdapat pada bahan bakar kendaraan. Angka oktan tersebut terdiri atas angka oktan riset atau *Risearch Octane Number* (RON) dan angka oktan motor atau *Motor Octane Number* (MON). RON diperoleh dari simulasi kinerja bahan bakar saat mesin dioperasikan dalam kondisi standar, sedangkan MON menunjukkan kinerja bahan bakar pada saat mesin dioperasikan dalam kondisi lebih berat. Perbandingan angka oktan antara ethanol dengan premium dapat dilihat pada tabel 1.

Iso oktan tersebut bersifat tahan terhadap kompresi, sehingga semakin tinggi nilai angka oktan semakin baik pula mutu atau unjuk kerja daya dari bahan bakar tersebut. Tabel 1

memperlihatkan MON maupun RON ethanol lebih tinggi, daripada MON ataupun RON premium. Lebih tingginya angka oktan dari ethanol tersebut terlihat pula pada hasil pengujian lainnya yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik antara Ethanol dan Premium

No.	Keterangan	Unit	Ethanol	Premium
1	Nilai Panas	(K cal/liter)	5023.30	8308.00
2	Panas laten pada penguapan	(K cal/liter)	160.80	62.7-95.9
3	Panas penguapan pada 20° C	(K cal/liter)	6.40	1.80
4	Tekanan uap pada 38° C	(Bar)	0.20	0.80
5	Angka Oktan Motor	(MON)	94.00	82.00
6	Angka Oktan Riset	(RON)	111.00	91.00
7	Index Cetan		3.00	10.00
8	Analisa berat:			
	C	(%)	52.10	87.00
	H	(%)	13.10	13.00
	O	(%)	34.70	0.00
	C/H		4.00	6.70

Sumber: Djojonegoro, W. (1981).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa FGE (*Fuel Grade Ethanol*) mempunyai angka oktan lebih tinggi daripada premium atau bensin. Tingginya angka oktan ethanol tersebut menyebabkan penggunaan ethanol sebagai campuran bahan bakar, dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar tersebut, dan unjuk kerja bahan bakar ethanol lebih baik daripada premium. Peningkatan angka oktan tersebut bergantung pada angka oktan bahan bakar yang bersangkutan dan proporsi pencampuran ethanol.

Tabel 2. Pengujian Karakteristik Bahan Bakar Ethanol, Gasohol dengan Premium.

No.	Parameter	FGE	Gasohol E10	Gasohol E20	Premium
1	Angka Oktan	100*			87
2	Specific gravity 50/ 50° F	0.794	0.7545	0.758	0.7524
3	Kadar gum, mg/100 ml	5.0	3.2	6.4	1.8
4	TEL content, ml/gal		1.09	0.90	1.22
5	Oksigen, % berat	31.7			0
6	Nilai kalor, kJ/kg	27000			43000
7	Udara/Bahan Bakar	9.0			14.7

Sumber: Reksowardoyo, I.K, Dr. (2006).

Menurut Murdiyatmo, U, Ph.D (2006); ethanol memiliki angka oktan 118, sedangkan premium angka oktannya lebih rendah, yaitu 88, bila dicampur dengan premium dengan volume campuran ethanol 10% dan premium 90%, bilangan oktan yang dihasilkan adalah (0,9

$x88)+(0,1 \times 118) = 91$, yaitu bilangan oktan yang mendekati bilangan oktan Pertamina, yaitu 91,5. Harga gasohol (campuran ethanol dan premium) beroktan tinggi tersebut sekitar Rp6000,-/liter atau jauh lebih rendah daripada harga Pertamina, sehingga pemanfaatan ethanol tersebut dapat meningkatkan daya jual atau saing ekonomi dari bahan bakar.

Ethanol juga cocok dipergunakan sebagai aditif, karena kandungan oksigennya yang tinggi, yaitu mencapai 35%, sehingga pembakarannya lebih sempurna (Murdiyato, U, Ph.D, 2006). Lebih tingginya kandungan oksigen dari ethanol tersebut dapat dilihat pula dari hasil pengujian yang terdapat di tabel 1 maupun tabel 2. Berdasarkan pengujian BPPT juga menunjukkan bahwa kendaraan berbahan bakar gasohol E10 (campuran volume ethanol 10% dan premium 90%) mempunyai akselerasi dan tenaga yang lebih baik daripada kendaraan berbahan bakar premium. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kendaraan berbahan bakar gasohol E10 berkekuatan 92,3 HP/5500 rpm, sedangkan kendaraan berbahan bakar premium berkekuatan lebih rendah, yaitu 88,1 HP/5500 rpm (Reksowardoyo, I.K. Dr., 2006).

2.2.2. Emisi Gas Buang.

Ethanol selain mempunyai tenaga oktan yang lebih tinggi daripada bensin atau premium, sehingga mempunyai unjuk kerja yang lebih baik; penggunaan ethanol sebagai bahan bakar dapat pula mengurangi emisi CO dan partikel-partikel yang merugikan (Morgan, Dan. 2005). Ethanol sebagai bahan bakar dapat merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, karena selain tak beracun, mengeluarkan gas buang karbon monoksida (CO) yang lebih rendah, yaitu 19% :25% dibandingkan CO pada BBM (Murdiyato, U. Ph.D, 2006).

Hasil uji emisi gas buang yang dilakukan BPPT pada tahun 2004-2005 (Reksowardoyo, I.K, Dr., 2006) juga menunjukkan bahwa penggunaan gasohol E10, mengeluarkan gas buang CO yang lebih rendah seperti diperlihatkan tabel 3. Ethanol juga tidak mengandung bahan beracun seperti TEL (*Tetra Ethyl Lead*), MTBE (*Methyl Tertiary Buthyl Ether*), dan ETBE (*Ethyl Tertiary Buthyl Ether*) yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Murdiyato, U. Ph.D, 2006).

Lebih rendahnya emisi gas buang CO dari gasohol E10 dibandingkan dari premium menunjukkan bahwa gasohol lebih ramah lingkungan dibandingkan premium, karena mengandung lebih sedikit zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. CO merupakan zat yang apabila terhisap ke dalam paru paru akan ikut ke

dalam peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh.

Tabel 3. Hasil Uji Emisi Gas Buang Premium dengan Gasohol E10

Parameter	Premium	Gasohol E10
CO	5.53	3.65
HC	0.14	0.07
NOx	0.01	0.14
HC+NOx	0.15	0.21

Sumber: Reksowardoyo, I.K, Dr. (2006).

Menurut EPA (*Environmental Protection Agency*), Amerika Serikat dalam *EPA Fact Sheet EPA420-F-00-035*, penggunaan bahan bakar ethanol, selain dapat mengurangi emisi CO, dapat pula mengurangi emisi gas rumah kaca CO₂ dan polutan lainnya seperti NOx, SO₂ dan partikel debu seperti diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Pengurangan Bahan Pencemar dari Gasohol dibandingkan Premium.

Jenis Emisi	E10	E85
Carbon Monoksida (CO)	Berkurang 25-30%	Berkurang 40%
Carbon Doksida (CO ₂)	Berkurang 10%	Berkurang 14% lebih
Nitrogen Oksida (NOx)	Berkurang 5%	Berkurang 30%
Volatile Organic Compound (VOCs)	Berkurang 7%	Berkurang 30% lebih
Sulfur Doksida (SO ₂)	Beberapa pengurangan	Berkurang 80%
Particulate	Beberapa pengurangan	Berkurang 20%
Aromatic (benzene dan butadiene)	Beberapa pengurangan	Berkurang lebih 50%

Sumber: Renewable Energy Partners of New Mexico, 2003

CO₂ merupakan gas rumah kaca yang dipersalahkan sebagai salah satu penyebab terjadinya pemanasan global, sedangkan NOx diperkirakan dapat mengakibatkan resiko penyakit paru dan bronchitis. Sementara itu, SO₂ dan partikel debu antara lain dapat menyebabkan penyakit yang berhubungan dengan pernafasan (BPPT-KFA, 1993).

Laporan EPA tersebut menunjukkan bahwa penggunaan E10 (campuran volume ethanol 10% dengan premium 90%) ataupun E85 (campuran volume ethanol 85% dengan premium 15%) dapat mengurangi emisi-emisi CO, CO₂, NOx, SO₂, dan partikel debu secara proporsional bergantung besarnya persentase volume campuran. Oleh karena itu, ethanol dapat dikatakan sebagai bahan bakar yang lebih ramah lingkungan daripada bahan bakar premium, karena semakin besar persentase kandungan ethanol, semakin

besar pula pengurangan emisi bahan pencemar yang membahayakan kesehatan manusia pada bahan bakar tersebut.

3. PEMBAHASAN

3.1. Dampak Ekonomi

Diversifikasi energi melalui pemanfaatan ethanol sebagai sumber energi atau bahan bakar alternatif pada sektor transportasi diperkirakan dapat berdampak pada pengurangan beban ekonomi dari penyediaan minyak melalui pengurangan biaya import minyak dan BBM. Pemanfaatan ethanol sebagai bahan bakar tersebut antara lain berdampak terhadap bengkurnya volume BBM yang disubsidi, sehingga dapat mengurangi anggaran belanja untuk subsidi BBM. Pada saat meningkatnya harga minyak mentah yang merupakan bahan baku kilang BBM, pengurangan anggaran subsidi BBM akibat pemanfaatan bahan bakar ethanol tersebut dapat lebih besar lagi.

Penggunaan ethanol dalam bentuk campuran bahan bakar dapat meningkatkan angka atau bilangan oktan, sehingga dapat meningkatkan mutu atau kualitas bahan bakar yang berakibat pada peningkatan harga jual ekonomi dari bahan bakar tersebut. Sebagai contoh, bahan bakar campuran ethanol (angka oktan 118) 10% dan premium (angka oktan 88) 90%, diperkirakan dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar menjadi 91, yang mendekati angka oktan Pertamina yang 91,5. Harga bahan bakar campuran tersebut adalah sekitar Rp6.000,-/liter (Murdiyatmo, U.Ph.D., 2006), sedangkan harga Pertamina jauh lebih mahal lagi. Oleh karena itu, pemanfaatan ethanol dapat meningkatkan harga jual atau daya saing ekonomi bahan bakar.

3.2. Dampak Teknis

Pemanfaatan ethanol untuk bahan bakar juga mempunyai dampak teknis yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas bahan bakar, sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin kendaraan. Peningkatan kinerja mesin kendaraan berbahan bakar ethanol tersebut diperoleh antara lain melalui tingginya kandungan oksigen (35%) dari ethanol, sehingga pembakaran lebih sempurna; serta lebih besarnya *Horse Power* (HP) atau kekuatan dari kendaraan berbahan bakar gasohol (92,3 HP/5500 rpm), dibandingkan kendaraan berbahan bakar premium (88,1 HP/5500 rpm), sehingga penggunaan ethanol dapat meningkatkan tenaga atau daya kendaraan.

Selain itu peningkatan kinerja mesin kendaraan berbahan bakar ethanol tersebut juga diperoleh dari peningkatan angka oktan. Angka oktan tersebut menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar, semakin lama bahan bakar tersebut terbakar spontan; dan semakin rendah angka oktan bahan bakar, semakin cepat bahan bakar tersebut terbakar spontan. Cepatnya pembakaran spontan tersebut dapat menimbulkan ketukan di dalam mesin yang biasa disebut ngelitik atau *knocking*. Oleh karena itu pemanfaatan ethanol sebagai bahan bakar tersebut dapat meningkatkan angka oktan, sehingga dapat menghindari pembakaran spontan atau terjadinya ngelitik pada mesin kendaraan.

3.3. Dampak Lingkungan

Ethanol merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, karena selain sebagai sumber energi terbarukan tak beracun (tak mengandung bahan beracun seperti TEL, MTBE, dan ETBE), ethanol juga mengeluarkan sedikit (rendah) emisi gas buang seperti CO, NO_x, SO₂, dan partikel debu yang berbahaya bagi manusia dan lingkungannya. Oleh karena itu, pemanfaatan ethanol sebagai bahan bakar dapat berdampak terhadap pengurangan resiko penyakit yang disebabkan oleh emisi gas buang tersebut. Resiko penyakit oleh gas buang tersebut antara lain; CO bila terhisap ke dalam paru-paru akan menghalangi masuknya oksigen ke dalam darah; NO_x dapat menyebabkan penyakit iritasi paru-paru, bronchitis, dan pneumonia; SO₂ dan partikel debu dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan, memperparah asthma dan bronchitis (BPPT-KFA, 1993).

Ethanol juga merupakan bahan bakar yang rendah emisi CO₂ sebagai salah satu gas rumah kaca penyebab terjadinya pemanasan global, sehingga pemanfaatannya dapat berdampak terhadap pengurangan gas rumah kaca tersebut di atmosfer atau pengurangan dampak pemanasan global atau perubahan iklim. Dampak lingkungan lebih lanjut dari pemanasan global tersebut antara lain naiknya permukaan air laut yang dapat berakibat terhadap berkurangnya luas daratan, banjir, dan terganggunya keanekaragaman hayati (*biodiversity*).

3.4. Dampak Sosial

Program pengembangan ethanol selain lebih membuka pasar bagi produksi pertanian, diperkirakan dapat pula menciptakan lapangan

kerja yang luas, baik di wilayah yang belum berkembang (berbasis pertanian), maupun di wilayah yang telah berkembang (berbasis industri), sehingga industri ethanol merupakan sistem pertanian yang terpadu. Sebagai contoh, sebuah pabrik ethanol yang berkapasitas sekitar 50 juta liter per tahun, diperkirakan akan membutuhkan bahan baku yang berasal dari 10.000 hektar lahan. Sementara itu kebutuhan tenaga kerja untuk setiap hektar lahan pertanian diperkirakan 2 orang, sehingga pabrik tersebut memerlukan sekitar 20.000 orang tenaga kerja untuk mengolah lahan pertanian (Murdiyatmo, U. Ph.D, 2006).

Program ethanol di Brazil diperkirakan telah menciptakan 700.000 lapangan kerja yang melibatkan kualitas pekerjaan yang paling rendah sampai tinggi. Sebagai contoh, sekitar 60 persen produksi tebu Brazil, berasal dari negara bagian Sao Paulo yang mempunyai tingkat teknologi produksi paling tinggi. Setiap juta ton pemrosesan tebu setiap tahun memerlukan 2.200 pekerjaan langsung yang terdiri atas 1.600 di bidang pertanian dan 600 di industri. Selain itu diperlukan sekitar 660 pekerjaan tidak langsung yang meliputi manufaktur peralatan, engineering, perbaikan, dan pemeliharaan di luar bengkel, serta manufaktur bahan kimia (Macedo, I.C. 2004).

3.5. Kendala dan Tantangan

Pengembangan ethanol sebagai bahan bakar alternatif terkendala oleh masih disubsidinya BBM, sehingga menghambat daya saing ekonomi ethanol tersebut.

Perlu insentif kemudahan mendapatkan modal dari pemerintah untuk membangun pabrik ethanol yang besar yang memenuhi skala ekonomi, sehingga harga produknya dapat lebih bersaing.

Kesinambungan ketersediaan bahan baku ethanol yang musiman dan dalam jumlah yang besar, karena bahan baku ethanol dipergunakan pula untuk keperluan lainnya yang non ethanol. Oleh karena itu, pengembangan bioethanol harus disertai pengembangan lahan yang khusus diperuntukkan untuk bahan baku.

Ketersediaan lahan untuk bahan baku juga dapat merupakan kendala pengembangan ethanol, terutama di Jawa, sehingga dalam mengatasi kendala ini pengembangan lahan ethanol a (dan pabriknya) dapat dilakukan di luar Jawa. Jenis bahan baku untuk pembuatan ethanol tersebut dapat disesuaikan dengan potensi sumberdaya alam masing-masing daerah, seperti misalnya penggunaan sagu untuk bahan baku ethanol di Papua dan Maluku

Produksi rata-rata per hektar tanaman bahan baku ethanol di Indonesia relatif rendah, sehingga untuk meningkatkan produksi tersebut perlu peningkatan penelitian teknologi budi daya tanaman bahan baku tersebut, sehingga dapat meningkatkan efektifitas penggunaan lahan.

4. KESIMPULAN

- a. Ethanol merupakan bahan tidak beracun yang ramah lingkungan yang dapat dipergunakan sebagai energi alternatif pada sektor transportasi. Bahan baku ethanol juga merupakan sumber yang dapat diperbarui yang tumbuh di Indonesia.
- b. Pemanfaatan ethanol sebagai sumber energi alternatif pengganti maupun campuran premium (dalam bentuk gasohol), selain dapat mengurangi tekanan terhadap penyediaan BBM, import BBM, dan subsidi BBM; dapat pula mengurangi emisi gas rumahkaca CO₂, emisi gas buang CO, NO_x, SO₂, dan partikel debu atau emisi-emisi yang berbahaya bagi manusia dan lingkungannya.
- c. Ethanol juga dapat berfungsi sebagai aditif yang dapat meningkatkan angka atau bilangan oktan yang berakibat pada peningkatan mutu bahan bakar, sehingga dapat meningkatkan daya saing ekonomi bahan bakar ethanol.
- d. Tingginya kandungan oksigen pada ethanol dapat meningkatkan unjuk kerja mesin kendaraan, karena pembakarannya lebih sempurna.
- e. Kendaraan yang menggunakan gasohol (campuran ethanol dengan premium atau bensin) sebagai bahan bakar mempunyai akselerasi dan tenaga HP (*Horse Power*) yang lebih tinggi daripada kendaraan yang menggunakan premium saja.
- f. Program pengembangan ethanol untuk bahan bakar selain dapat lebih membuka peluang pasar hasil pertanian, dapat pula membuka peluang kesempatan kerja, bagi tenaga kerja, baik tenaga kerja tidak trampil, maupun tenaga kerja trampil. Oleh karena itu pengembangan industri ethanol di daerah diperkirakan selain dapat mengurangi arus urbanisasi, dapat pula mempertinggi ketersediaan energi dengan harga yang lebih terjangkau di daerah (dapat mengurangi biaya transportasi BBM).

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT-KFA., 1993. Environmental Impacts of Energy Strategies for Indonesia. Final Summary Report. May 1993.
- BPS., 2008. Statistik Indonesia 2008. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- CDIEMR., 2010. Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2010. Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources (CDIEMR). Ministry of Energy and Mineral Resources. www.esdm.go.id.
- Djojonegoro, W., 1981. Program Alkohol di Indonesia. Hasil-hasil Seminar Energi Nasional II. Jakarta, 9-12 Juni 1981.
- ESDM., 5 Des., 2011. ICP November 2011 US \$112,94 per barel. www.esdm.go.id
- Gusmailina., 2010. Prospek Bioethanol sebagai Pengganti Minyak Tanah. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor. <http://www.indobioethanol.com>
- Hermiati, E., et al., 2010. Pemanfaatan Ligno-selulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioethanol. Jurnal Litbang Pertanian, 29 (4), 2010.
- Macedo,I.C., 2004. Energy as an Instrument for Socio-Economic Development. Energy & Athmosphere Programme (EAP). <http://www.undp.org/seed/energy/policy/ch10.htm>.
- Morgan, D., Brazil biofuel strategy pays off as gas price. The Washington Post, June 18, 2005.
- Murdiyatmo,U. Ph.D., 2006. Pengembangan Industri Ethanol: Prospek, Kendala, dan Tantangan. Assosiasi Spiritus dan Etanol Indonesia. Workshop Nasional Bisnis Biodiesel dan Bioethanol di Indonesia. Jakarta, 21 November 2006.
- Reksowardoyo, I.K.Dr., 2006. Pemanfaatan Biodiesel dan Bioethanol untuk Transportasi. Laboratorium Motor Bakar dan Sistem Propulsi, ITB. Workshop Nasional Bisnis Biodiesel dan Bioethanol di Indonesia. Jakarta, 21 Nov. 2006.
- Renewable Energy Partners of New Mexico., 2003. EthanolInfo.<http://Renewableenergypartners.org/ethanol.html>.
- Suarna, E., 2006. Prospek dan Tantangan Pemanfaatan Biofuel sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak di Indonesia. Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Subsidi Bahan Bakar Minyak. P2TKKE-BPPT.
- Tribun Timur., 8 Maret 2011. Harga Minyak Dunia Terus Melambung.
- Wijayanto, D.N. et al. 2009. Application of Ethanol as an Alternative Fuel a Technical Review. Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan. 17 Desember 20

