

PEMILIHAN PRIORITAS BAHAN BAKU BIOAVTUR DI INDONESIA DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARKHI PROCESS (AHP)

Agung Siswahyu¹⁾ dan Tri Yuni Hendrawati²⁾

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi Al Kamal, Jakarta¹⁾
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta²⁾
E-mail: adzuma@yahoo.com

ABSTRAK

Bioavtur merupakan bahan bakar alternative untuk pesawat terbang bermesin turbin. Penggunaan bioavtur bertujuan untuk mengurangi emisi gas buang dari mesin pesawat terbang. IATA sejak tahun 2005 sudah memiliki strategi untuk mengurangi emisi gas buang. Salah satu program yang dilakukan adalah dengan menggunakan bioavtur sebagai bahan bakar. Indonesia sebagai anggota IATA juga memiliki kewajiban untuk melakukan hal tersebut. Oleh karena itu pemenuhan kebutuhan bioavtur di Indonesia sebagai bahan bakar pesawat memiliki peran penting dan strategis. Bioavtur dihasilkan oleh serangkaian proses konversi biomassa berupa serat, gula, tepung dan minyak nabati. Proses konversi bahan tersebut bisa melalui proses transesterifikasi, perlakuan panas (pyrolisis dan hydrothermal), perlakuan hidrolisis oleh enzim, fermentasi, dan fischertrrops. Indonesia memiliki potensi bahan baku yang melimpah, produksi minyak kelapa sawit Indonesia tahun 2014 mencapai 29,41 juta ton, minyak kelapa 3,38 juta ton dan 4.6 Ton minyak inti sawit ditahun 2014. Tujuan penelitian ini adalah memilih prioritas bahan baku bioavtur dengan metode Analytical Hierarkhi Process (AHP). Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa minyak sawit adalah bahan baku yang paling potensial dengan bobot 0,361, kemudian urutan kedua adalah biomassa bobot nilai 0,327 sedangkan minyak intisawit dan kelapa berbobot 0,156. Berdasarkan analisis AHP maka pemanfaatan bahan baku terbarukan (renewable resourcess) berbasis minyak nabati seperti minyak kelapa sawit untuk produksi bioavtur menjadi salah satu solusi yang potensial.

Kata Kunci: Bioavtur, Analytical Hierarkhi Process (AHP), Minyak Sawit

ABSTRACT

Bioavtur an alternative fuel for aircraft turbine engine. Uses bioavtur aims for reducing emissions of dispose gas from Aircraft engines. IATA since 2005 already has a development strategy for reducing gas emissions dispose stock. One of the programe done by using bioavtur as fuel. Indonesia as members of IATA also have the obligation to do so. To Fulfillment bioavtur in Indonesia as fuel aircraft has an important role and strategis. Posted Bioavtur produced a series of biomass conversion process the form of fiber, sugar, flour and vegetable oil. The material conversion process can be done through a transesterification process, heat treatment (pyrolysis and hydrothermal), treatment posted enzyme hydrolysis, fermentation, and fischertrrops. Indonesia has the potential of abundant raw materials, Production of palm oil Indonesia 2014 reached 29.41 million tons, 3.38 million tons of coconut oil and palm kernel oil 4.6 tons in 2014. Goal of this Research is to choose priority of raw materials that will use in bioavtur industry using Analytical hierarchy process (AHP) methods. AHP analysis results showed that palm oil is the most potential raw material with score 0.361, then the second raw material is biomass with score 0.327 and the third is coconut oil and palm kernel oil with score 0.156. Based on AHP analysis, Utilization of renewable raw materials vegetable-based oils such as palm oil for bioavtur production become one of potential solution.

Keywords: Bioavtur, Analytical Hierarchy Process (AHP), Palm Oil

PENDAHULUAN

Peningkatan ketahanan energi merupakan aspek penting dan strategis dalam upaya penyuksesan pembangunan nasional. Ketahanan energi adalah suatu upaya pemerintah menjamin seluruh masyarakat memiliki akses energi. Akses energi disini lebih ditekankan kepada kemampuan masyarakat memperoleh energi disetiap saat dalam berbagai bentuk, cukup kuantitasnya, harga terjangkau, dan tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Konsumsi *avtur* Indonesia sejak tahun 2005 sampai dengan 2011 hampir selalu lebih tinggi dibandingkan dengan produksinya, kecuali untuk tahun 2009 dan 2010. Menurut Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi (2012), konsumsi *avtur* Indonesia pada tahun 2011 mencapai 20.900 barrel, sedangkan produksinya hanya 18.200 barrel. Kekurangan *avtur* ini terpaksa dipenuhi dari impor yang pada tahun 2011 mencapai 5.130 barrel. Sumber energi minyak bumi yang semakin menyusut (*depleted*) sejalan dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Energi alternatif selain minyak bumi yang diharapkan dapat menjadi pelengkap (*complement*) maupun menjadi pengganti minyak bumi.

Pengertian “energi terbarukan” menurut Undang-Undang 30 tahun 2007 tentang Energi, Pasal 1 dinyatakan bahwa “Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber-sumber energi terbarukan (ayat 7).” Sementara itu, pada ayat 6 dinyatakan bahwa “Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumberdaya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut”. Penelitian ini memilih prioritas biomassa yang menjadi potensi bahan baku bagi industri bioavtur di dalam negeri.

Tujuan penelitian ini memilih prioritas bahan baku bioavtur dengan metode Analytical Hierarkhi Process (AHP). Avtur merupakan bahan bakar beberapa jenis pesawat komersial seperti Jet A, Jet A-1, Jet B, JP-4, JP-5, JP-7 atau JP-8 dengan komponen utama berupa hidrokarbon paraffin $C_{10}-C_{14}$. Bioavtur

memiliki peranan penting dalam perkembangan ketahanan energi dunia dikarenakan sebagian besar kebutuhan avtur belum sepenuhnya dapat dipenuhi dari produksi energi fosil. Perkembangan bioavtur sendiri saat ini masih terhambat dengan pemenuhan kualifikasi teknis bahan bakar pesawat yang sangat ketat. *American Society for Testing Material* (ASTM) menetapkan dua kriteria spesifikasi yang menjadi standar bahan bakar pesawat yaitu Jet A dan Jet A-1. Jet A adalah spesifikasi bahan bakar yang digunakan di Amerika Serikat, sedangkan Jet A-1 merupakan spesifikasi bahan bakar pesawat yang ditetapkan untuk wilayah di luar Amerika Utara. Kedua spesifikasi memiliki kriteria yang sama untuk densitas, titik pemanasan (kandungan energi), akan tetapi Jet-A1 memiliki titik beku sedikit lebih rendah dari Jet-A (Kinder dan Rahmes, 2009).

Bioavtur dihasilkan oleh serangkaian proses konversi biomassa berupa **serat, gula, tepung dan minyak nabati**. Proses konversi bahan tersebut bisa melalui proses transesterifikasi, perlakuan panas (*pyrolysis* dan *hydrothermal*), perlakuan hidrolisis oleh enzim, fermentasi, dan *fischertrops*

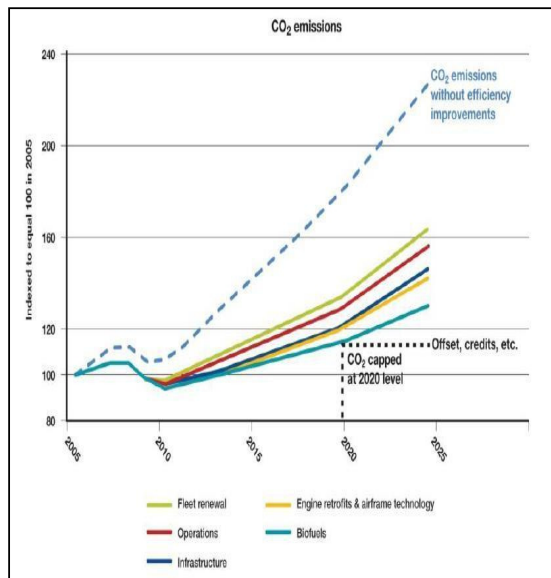
American Society for Testing Material (ASTM) menetapkan dua kriteria spesifikasi yang menjadi standar bahan bakar pesawat yaitu Jet A dan Jet A-1. Jet A adalah spesifikasi bahan bakar yang digunakan di Amerika Serikat, sedangkan Jet A-1 merupakan spesifikasi bahan bakar pesawat yang ditetapkan untuk wilayah di luar Amerika Utara. Kedua spesifikasi memiliki kriteria yang sama untuk densitas, titik pemanasan (kandungan energi), akan tetapi Jet-A1 memiliki titik beku sedikit lebih rendah dari Jet-A (Kinder and Rahmes 2009). Avtur yang diproduksi harus memenuhi standar yang mengacu kepada ASTM D1655 - 09 tentang *Standard Specification for Aviation Turbine Fuels*. Parameter yang harus di penuhi oleh Avtur yang dihasilkan dari proses apapun harus memenuhi parameter-parameter seperti yang tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Avtur

Typical chemical composition of petroleum jet fuel		Typical physical properties for Jet A and Jet A-1	
Component of jet fuel	Composition, %	Physical properties	Jet A-1 Jet A
Linear and isoparaffins	55	Flash point, °C	42 51.1
Monocycloparaffins	17	Auto-ignition temperature, °C	210
Dicycloparaffins	8	Freezing point, °C	-47 -40
Tricycloparaffins	0.6	Open air burning temperatures, °C	260-315
Alkyl benzenes	13	Density at 15°C, kg/L	0.804 0.820
Indans and tetralins	5	Specific energy, MJ/kg	43.15 43.02
Naphthalene	<0.2	Energy density, MJ/kg	34.7 35.3
Substituted naphthalenes	1.3		

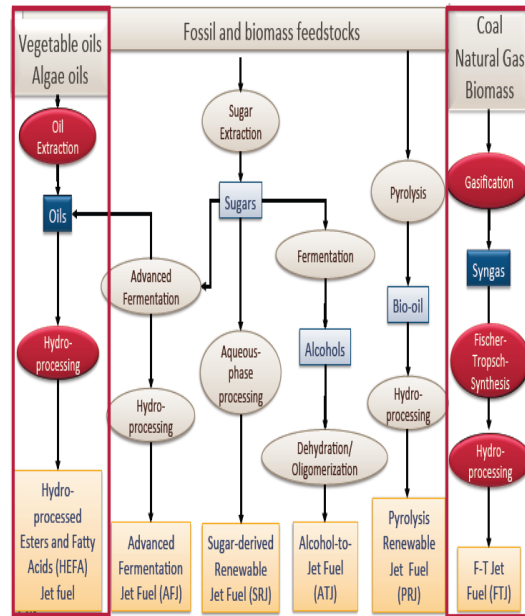
*(J.K. SATYARTHI. Et al, 2013)

Selain Indonesia, Industri penerbangan global juga memiliki target untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) sebesar 50% dibandingkan dengan tingkat (CO₂) ditahun 2005 pada tahun 2050 (IATA, 2009). Oleh karena itu untuk mencapai tujuannya IATA menerapkan beberapa strategi diantaranya yaitu dengan mengurangi emisi dari sumbernya yaitu pada mesin turbine pesawat dimana efisiensi bahan bakar ditingkatkan serta bahan bakar juga dikurangi emisi buangnya. Salah satu cara mengurangi emisi gas buang dari mesin pesawat adalah dengan menggunakan *Bioavtur Scenario* tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Strategi Pengurangan Emisi Gas Buang Industri Penerbangan *(IATA, 2009)

Teknologi proses Bioavtur merupakan proses kimia yang memiliki beberapa jalur diantaranya jalur *Hydro-processed Ester dan Fatty Acid (HEFA)*, *Advance Fermentation Jet Fuel (AFJ)*, *Sugar Derived Renewable Jet Fuel (SRJ)*, *Alcohol to Jet Fuel (ATJ)*, *Pyrolysis Renewable Jet Fuel (PRJ)* dan *FT Jet Fuel (FTJ)*. Dari semua proses yang saat ini ada baru proses produksi Bioavtur menggunakan metode HEFA dan FT saja yang produknya sudah terstandar dan digunakan pada mesin turbine untuk penerbangan komersial.



Gambar 2. Jalur Produksi Bioavtur (Robert Malina, 2012)

METODE

Metodologi terdiri atas tata cara untuk memperoleh data yang terkait. Untuk menghasilkan dan tercapainya tujuan dalam kegiatan ini, tentunya memerlukan data. Jenis data yang digunakan dalam kajian ini adalah data primer dan sekunder. Tahapan pengumpulan data/survey dalam studi ini meliputi pengumpulan data baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif terhadap aspek-aspek yang berhubungan dengan pemilihan prioritas bahan baku bioavtur di Indonesia. Pengumpulan data yang akan dilakukan dalam survey ini meliputi data sekunder (instansional) dan primer (wawancara dan kuesioner, data publikasi dan rujukan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia memiliki potensi bahan baku sebagai bahan bakar alternatif yang cukup beragam, seperti minyak kelapa sawit, minyak inti sawit, minyak kelapa kelapa dan biomassa. Tantangan utama yang dihadapi suatu industri adalah jaminan ketersediaan bahan baku secara berkelanjutan. Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit dan minyak inti sawit terbesar di dunia, sementara pemanfaatannya di dalam negeri terutama di industri hilir belum optimal. Jenis bahan baku potensial yang akan dipilih menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* antara lain minyak kelapa sawit, minyak inti sawit, minyak kelapa dan Biomassa berupa kayu. Kriteria yang dipertimbangkan dalam memilih bahan baku yang potensial dikembangkan akan dibagi menjadi 2 level. Pada level pertama terdiri dari beberapa aspek diantaranya adalah aspek budidaya, aspek teknis proses, aspek komersil dan kebijakan pemerintah. Pada level kedua, setiap aspek di level pertama kemudian dilengkapi kriterianya menjadi parameter yang dapat dibuat penilaiannya terhadap pilihan bahan baku yang ada.

Pada level pertama aspek budidaya merupakan hal yang harus kita pertimbangkan dalam pengadaan bahan baku bioavtur, hal ini disebabkan jangan sampai industri bioavtur yang akan kita dirikan, kebutuhan bahan bakunya berkompetisi dengan pasar yang sudah ada, hal ini akan meningkatkan persaingan perolehan bahan baku yang pada akhirnya akan menyebabkan tingginya harga bahan baku tersebut. Untuk menghindari hal ini diperlukan langkah budidaya. Penilaian terhadap aspek budidaya ini dapat kita ketahui dari kriteria ketersediaan lahan, kita akan membandingkan bahan baku mana yang memerlukan lahan yang lebih luas untuk budidayanya. Bahan baku yang memerlukan lahan paling sedikit dan karakteristik lahan yang diperlukan sesuai dengan lahan di Indonesia akan memperoleh nilai besar dalam penilaian ini. Selain itu kriteria produktivitas menjadi pertimbangan dimana bahan baku yang memiliki produktivitas yang tinggi akan mendapatkan nilai yang besar dalam penilaian ini. Kemudian budidaya juga menjadi kriteria yang dimasukkan dalam penilaian ini. Semakin mudah bahan baku dengan budidayakan akan

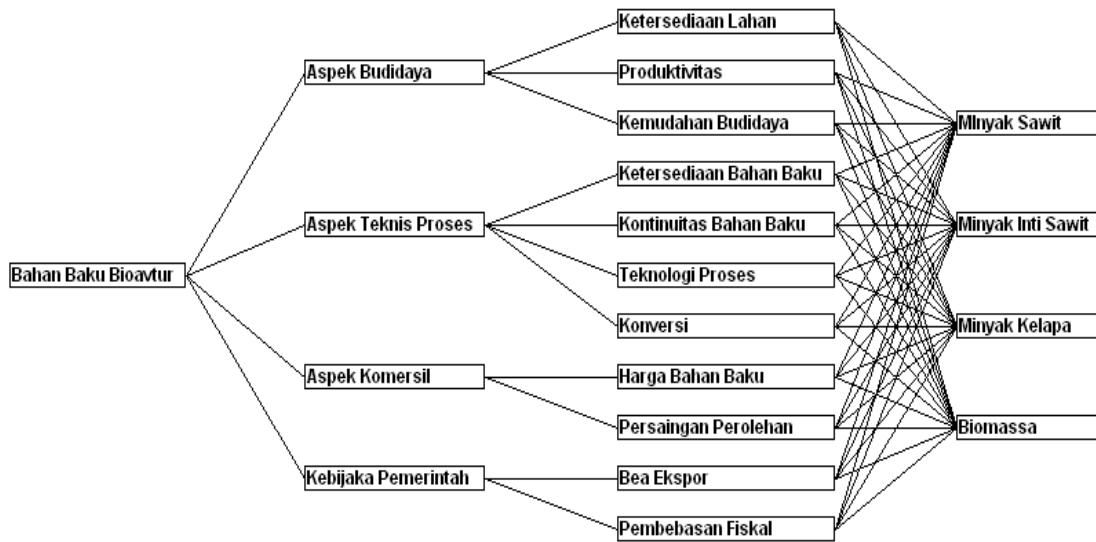
semakin menguntungkan untuk dikembangkan.

Aspek teknis proses, kriteria ketersediaan bahan baku dalam jumlah yang melimpah menjadi pertimbangan dimana bahan baku dengan ketersediaan yang melimpah serta ketersediannya yang menerus menjadi satu keuntungan dalam penentuan bahan baku mana yang akan dipilih. Ketersediaan teknologi proses terutama kerumitan dalam pengolahan dari bahan baku menjadi bioavtur menjadi pertimbangan dalam pemilihan baku yang akan digunakan pada industri bioavtur. Jumlah bahan yang digunakan untuk memproduksi bioavtur atau disebut dengan konversi juga dimasukkan pada kriteria penilaian. Bahan baku dengan kebutuhan yang kecil untuk memproduksi bioavtur dalam jumlah yang sama akan mendapatkan penilaian tinggi dalam pemilihan jenis bahan baku industri bioavtur.

Aspek komersil berupa harga bahan baku dan tingkat persaingan memperoleh bahan baku juga dijadikan kriteria dalam pemilihan jenis bahan baku yang akan digunakan pada industri bioavtu. Bahan baku dengan harga yang stabil dan murah akan memberikan keuntungan pada pembangunan industri bioavtur, sehingga apabila suatu bahan memiliki karakteristik ini akan diberikan penilaian yang tinggi. Tingkat persaingan perolehan bahan baku yang rendah lebih dipilih dan mendapatkan penilaian yang tinggi untuk pengembangan industri ini.

Karakteristik industri bahan bakar alternatif adalah biaya yang lebih tinggi dari industri energi berbasis petrokimia. Kebijakan pemerintah dibidang bea ekspor dan kebijakan fiskal akan memberikan tingkat keunggulan lebih. Jenis bahan baku yang sudah memiliki keterkaitan kebijakan bea ekspor dan kebijakan fiskal akan menentukan penilaian dalam rangka mendukung pengembangan industri bioavtur.

Secara keseluruhan gambaran penilaian menggunakan AHP, mulai dari aspek serta kriteria yang dinilai dari semua jenis bahan baku yang akan kita pilih menggunakan *software* ini selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut:



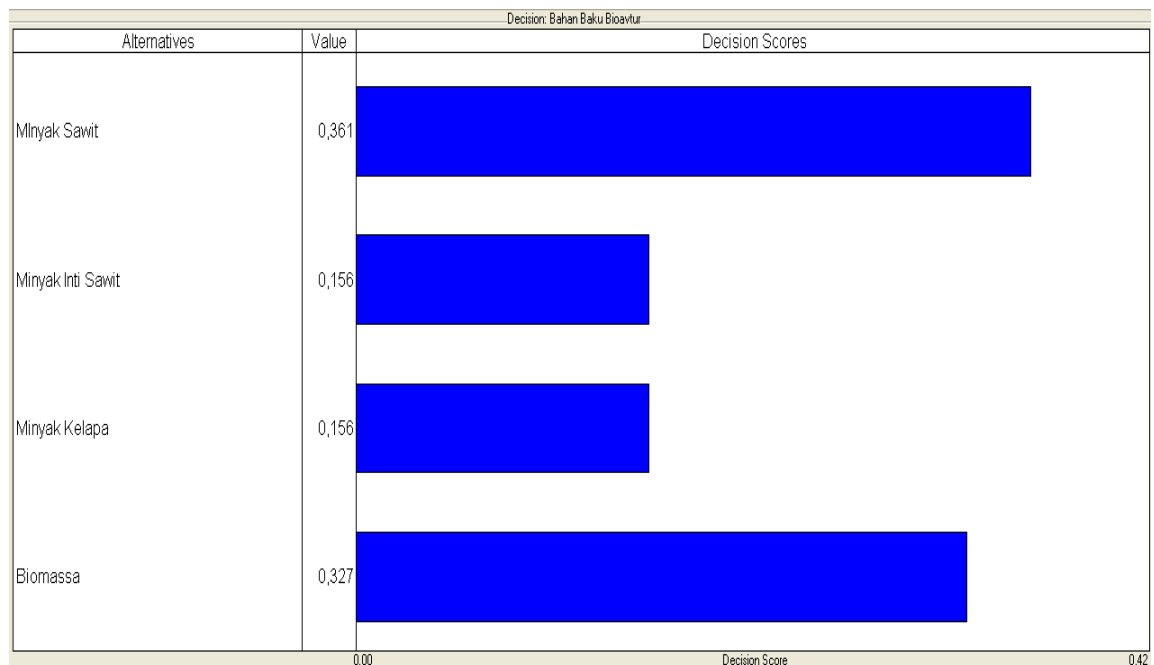
Gambar 3. Hirarki pemilihan Industri Bahan Baku Industri Bioavtur

Semua aspek dan kriteria tadi pada saat pengumpulan data primer kita meminta pendapat pakar untuk dapat memberikan penilaian terhadap aspek dan kriteria yang kita uji. Kemudian data penilaian ini kita olah menjadi hasil yang dipaparkan berikut ini :

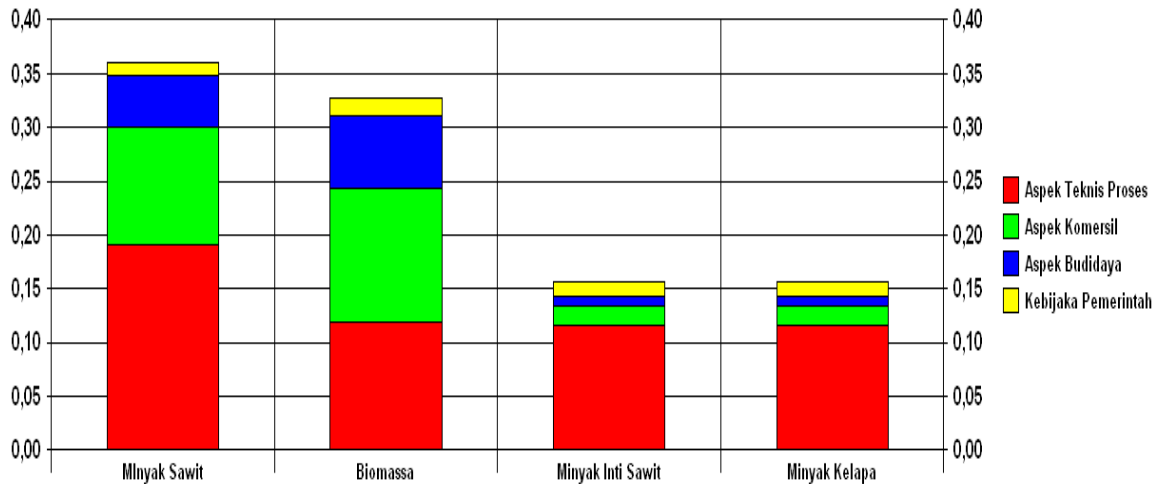
1. Minyak sawit adalah bahan baku yang paling potensial untuk dijadikan bahan baku industri bioavtur dengan bobot nilai 0,361,

2. Kemudian urutan kedua adalah biomassa dengan bobot nilai 0,327
3. Selanjutnya minyak kelapa dan minyak inti sawit dengan bobot 0,156.

Hasil analisis AHP dengan tampilan score pada hasil olahan data dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:



Gambar 4. Nilai Prioritas Bahan Baku Potensial



Gambar 5. Kontribusi Untuk Prioritas Bahan Baku Potensial

Dari hasil kontribusi penilaian terhadap minyak sawit, nilai terbesar pada jenis bahan baku ini diperoleh dari aspek teknis proses dimana ketersediaan minyak sawit saat ini merupakan jenis bahan baku terbesar yang ada di Indonesia, selain itu tersedianya teknologi HEFA yang sudah terbukti untuk mengkonversikan minyak sawit menjadi bioavtur dan hasilnya sudah tersertifikasi di ASTM.

Pada aspek budidaya minyak sawit memiliki nilai kecil jika dibandingkan dengan biomassa, hal ini dikarenakan untuk penumbuhan kelapa sawit perlu dilakukan perawatan dan pemupukan rutin sedangkan untuk budidaya kayu tidak serumit perawatan kelapa sawit. Untuk aspek komersil, pada kriteria harga bahan baku minyak kelapa sawit lebih mahal dari biomassa, akan tetapi masih di bawah harga minyak inti sawit dan kelapa. Pada aspek kebijakan pemerintah, adanya kebijakan fiskal pembebasan bea terhadap barang/peralatan impor yang akan digunakan untuk pembangunan industri biofuel menjadi nilai tambah untuk pengembangan industri bioavtur menggunakan bahan baku minyak sawit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa minyak sawit adalah bahan baku yang paling potensial dengan bobot 0,37, kemudian urutan kedua minyak kelapa dengan bobot 0,20, urutan ketiga, keempat dan kelima adalah biomassa, tebu dan

minyak jarak. Berdasarkan analisis AHP maka pemanfaatan bahan baku terbarukan (*renewable resources*) berbasis minyak nabati seperti CPO untuk produksi bioavtur menjadi salah satu solusi yang potensial.

DAFTAR PUSTAKA

Balat, M, Balat, J, Cahide, Oz. (2008) : Progress in bioethanol processing, Progress in Energy and Combustion Science;
 Berita Matas Güell, Mette Bugge, Rajesh S. Kempegowda, Anthe George, Scott M. Paap, 2012. *Benchmark of conversion and production technologies for synthetic biofuels for aviation. SINTEF Energy Research, NONORWAY*, website: www.sintef.no/energi;
 Certification-Qualification Team, 2013, ASTM D4054 Users' Guide: A Publication of the Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative® (CAAFI). December 6, 2013;
 Direktorat Jenderal Otonomi Daerah, Kementerian Dalam Negeri, 2013, Daerah Otonom (Provinsi, Kabupaten, Dan Kota) di Indonesia Per Desember 2013;
 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2013, Studi Bahan Bakar Biofuel pada Pesawat Udara (*Aviation Biofuel*);
 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2013, Studi Pemanfaatan *Renewable Energy* pada Pengoperasian Bandar Udara;

- Direktorat Jenderal Perkebunan 2013. Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa 2012-2014. Kementerian Pertanian Jakarta;
- Direktorat Jenderal Perkebunan 2013. Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa Sawit 2012-2014. Kementerian Pertanian Jakarta;
- Direktorat Jenderal Perkebunan 2013. Statistik Perkebunan Indonesia: Tebu 2012-2014. Kementerian Pertanian Jakarta;
- Grace, M.R. 1977. Cassava Processing. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Roma;
- Hambali, E. A. Suryani, Dadang, Haruyadi. 2006 Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya, Jakarta;
- Hambali, E., M.Rivai., A. Thahar, D. Bariguna. 2010. *Study on The Potential of Waste Materials from CPO Mills in East Kalimantan The Republic of Indonesia. Research Collaboration Report Between Mitsubishi Corporation Tokyo, Japan and SBRC LPPM IPB*;
- Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia*. 2012. Energi Sumber Daya Mineral (ESDM);
- Henning, R. 2000. The Jatropha Booklet. A Guide to The Jatropha System and Its Dissemination in Zambia, produced for GTZ-Support-Project Southern Province, Zambia.
<http://www.jatropha.de/documents/jcl-booklet.pdf>;
- Hui, Y.H. 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Product. Fifth Edition Volume 3. Edible Oil and Fat Products: Products and Application Technology*. John Wiley & Sons, Inc. New York;
- Kinder J.D. and Rahmes. 2009. T. *Evaluation of Bio-Derived Synthetic Paraffinic Kerosene (Bio-SPK)*. The Boeing Company Sustainable Biofuels Research & Technology Program;
- Malti, Ghosh, Kaushik, Ramasamy, Rajkumar, Vidyasagar. 2011. Comparative Anatomy of Maize and its Application. *Intrnational Journal of Bio-resorces and Stress Management*;
- McCutcheon, J dan D. Samples. 2002. Grazing Corn Residues. Extension Fact Sheet Ohio State University Extension. US. ANR 1-02;
- Ockerman, H.W and C.L. Hansen. 2000. *Animal By Product Processing and Utilization*. CRC Press, USA;
- Paturau, J.M. 1982. Alternative Uses Of Sugarcane And Its By Products In Agroindustries;
- Soerawidjaja, T.H. (2006) : Biogas, Teknologi Kemurgi TK 5038 Modul 13, Institut Teknologi Bandung, Bandung-Indonesia, 1-30;
- Subandi, *et al.* 2004. Inovasi Teknologi Produksi Ubi Kayu untuk Agroindustri dan Ketahanan Pangan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Semarang;
- Susanto, Ira S., Tunggal, B.F., Sigid, F. 2008. Rancangan pabrik biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO) dengan Reaksi Transesterifikasi Katalitik. Perancangan Pabrik Kimia. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan Bandung;
- Tjiptadi, W. dan M. Nasoetion. 1985. Pengolahan Umbi Ketela Pohon. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta-IPB, Bogor;
- ZREU (Zentrum für rationell Energieanwendung und Umwelt GmbH), 2000. *Biomass in Indonesia-Business Guide*;