

Review Mikroalga Sebagai Sumber Bahan Baku Alternatif Bioavtur

Ericko C. Utama*

Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma
Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia

*Corresponding Author: ericko@universitassuryadarma.ac.id

Abstrak – Tulisan ini menginformasikan tentang kebutuhan sumber alternatif pengganti bahan bakar fosil untuk pesawat (Avtur). Peningkatan kebutuhan energi terus terjadi dan di sisi lain jumlah energi yang bersumber dari fosil terus menurun, maka perlu dilakukan upaya diversifikasi energi, yaitu upaya pemanfaatan energi alternatif. Berdasarkan Renstra Kementerian ESDM Tahun 2015–2019, cadangan minyak bumi Indonesia sebesar 3,6 miliar barel diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang. Menteri Perhubungan (2009–2014) E. E. Mangindaan mengatakan pemanfaatan bahan bakar nabati dan energi terbarukan bagi sektor transportasi secara khusus juga mendorong peningkatan konten lokal baik dari aspek penguasaan riset, teknologi dan aplikasi dari hulu hingga ke hilir di dalam seluruh mata rantai suplai, produksi dan distribusi. Gagasan untuk menggunakan mikroalga sebagai sumber bahan bakar bukanlah hal baru, tetapi sekarang dianggap serius karena kenaikan harga minyak bumi dan lebih penting lagi, masalah yang muncul tentang pemanasan global dan efek rumah kaca yang terkait dengan pembakaran bahan bakar fosil. Kelebihan yang dimiliki oleh mikroalga bila dibandingkan dengan tanaman lainnya yaitu efisiensi fotosintesis yang tinggi, menghasilkan biomassa yang lebih banyak, pertumbuhan lebih cepat, tidak berkompetisi dengan produksi pangan, mengurangi emisi gas rumah kaca, dapat mengubah CO₂ menjadi biomassa, mempunyai komponen sampingan selain lipid, dapat menghemat sumberdaya air karena menggunakan air hasil daur ulang, dapat bertahan dalam salinitas yang tinggi, 10-100 kali menghasilkan biodiesel dibanding tanaman lain untuk luas yang sama, siklus hidup yang lebih singkat dan sesuai dengan iklim Indonesia.

Kata kunci : Bahan bakar alternatif, Bioavtur, Mikroalga

Abstract: *This paper informs about the need for alternative sources of substitute for fossil fuels for aircraft (Avtur). Increasing energy needs continue to occur and on the other hand the amount of energy sourced from fossils continues to decline, it is necessary to do energy diversification efforts, namely efforts to use alternative energy. Based on the ESDM Ministry Strategic Plan for 2015-2019, Indonesia's oil reserves of 3.6 billion barrels are expected to run out in the next 13 years. The Minister of Transportation (2009-2014) EE Mangindaan said that the use of biofuels and renewable energy for the transportation sector in particular also encouraged the increase of local content both from the mastery of research, technology and applications from upstream to downstream in all supply chains, production and distribution. The idea of using microalgae as a fuel source is not new, but is now taken seriously because of the increase in petroleum prices and more importantly, the problems that arise about global warming and the greenhouse effect associated with burning fossil fuels. The advantages of microalgae compared to other plants are high photosynthetic efficiency, producing more biomass, faster growth, not competing with food production, reducing greenhouse gas emissions, can convert CO₂ into biomass, have a side component other than lipids, can save water resources because it uses recycled water, can survive in high salinity, 10-100 times produce biodiesel compared to other plants for the same area, a shorter life cycle and in accordance with Indonesia's climate.*

Keywords: *Alternative fuels, Bioavtur, Mikroalga*

I. PENDAHULUAN

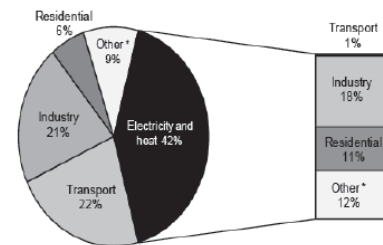
Untuk memenuhi kebutuhan setiap hari, energi menjadi sumberdaya yang penting bagi manusia. Salah satu bentuk energi yang tidak pernah lepas dari kehidupan manusia adalah bahan bakar fosil. Selain memberi manfaat yang besar untuk kehidupan manusia, bahan bakar fosil turut menyumbang dampak negatif khususnya pencemaran lingkungan.

Semenjak dunia memasuki era industrialisasi, Sumber bahan bakar fosil telah dimanfaatkan semaksimal mungkin oleh manusia sebagai sumber energi, bahan bakar fosil yang digunakan adalah yang berasal dari Minyak Bumi, Batu bara dan Gas Alam. Bahan bakar fosil turut berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan karena proses pembakaran menghasilkan gas karbondioksida yang menyebabkan gas efek rumah kaca.

Meningkatnya kebutuhan energi dan di sisi lain jumlah energi yang bersumber dari fosil semakin mengalami penurunan, maka perlu dilakukan upaya diversifikasi energi, yaitu upaya pemanfaatan energi alternatif. Diversifikasi energi didasarkan pada Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi. Aplikasi dari diversifikasi energi adalah dengan penggunaan biomassa sebagai sumber energi alternatif. Penggunaan bahan bakar nabati (*Biofuel*) sebagai sumber energi alternatif memiliki keuntungan karena lebih ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. (Dwiratna & Soebagja, 2015)

Pertumbuhan industri otomotif di dunia mengakibatkan banyaknya gas buang kendaraan yang dilepas ke lingkungan. Fakta dilapangan menyebutkan bahwa gas efek rumah kaca mengalami kenaikan sebesar 22% yang berasal dari mesin kendaraan (Gambar. 1). *The International*

Energy Agency (IEA) memperkirakan emisi gas penyebab pencemaran dari kendaraan bermotor akan terus bertambah sebesar 92% antara tahun 1990 sampai 2020 dengan estimasi sekitar 8,6 milyar ton CO₂ akan masuk ke atmosfer dari tahun 2020--2035. Hal tersebut sudah memberikan pengaruh yaitu kenaikan suhu udara sebesar 2°C dan ini akan menyebabkan kematian ratusan juta manusia. Perubahan iklim, menyebabkan penyakit iritasi pada paru-paru, oedema, bronkitis karena emisi gas Nox, mengganggu perkembangan jaringan di anak-anak, kematian janin akibat emisi gas CO dan HC yang menyebabkan terganggunya sistem peredaran darah serta pernapasan. (Mofijur, dkk. 2015)



Gambar 1.1 Emisi CO₂ di beberapa sektor (Mofijur, dkk. 2015)

Kebutuhan energi Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk Indonesia. Rata-rata peningkatan kebutuhan energi tiap tahunnya sebesar 36 juta *barrel oil equivalent* (BOE) dari tahun 2000 sampai 2014. Sementara cadangan energi tidak terbarukan, seperti minyak bumi, gas bumi, dan batu bara semakin menipis. Berdasarkan Rencana Strategis (Renstra) Kementerian ESDM Tahun 2015–2019, cadangan minyak bumi Indonesia sebesar 3,6 miliar barel diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang. Penyediaan energi primer di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari tahun 2003 sekitar 157,08 juta *tonnes oil equivalent* (TOE) menjadi sekitar 228,22

juta TOE (dengan biomassa) pada tahun 2013, atau meningkat rata-rata sebesar 3,8% per tahun. Penyediaan energi primer di Indonesia saat ini masih didominasi oleh minyak, yang meliputi minyak bumi dan bahan bakar minyak (BBM). (Sa'adah, dkk. 2017)

II. PEMBAHASAN

2.1 AVTUR SEBAGAI BAHAN BAKAR UTAMA PESAWAT TERBANG

Minyak mentah merupakan campuran yang tersusun dari berbagai senyawa hidrokarbon. Di dalam kilang minyak, minyak mentah akan mengalami sejumlah proses yang akan memisahkan komponen hidrokarbon dan mengubah struktur dan komposisinya sehingga diperoleh produk yang bermanfaat untuk bahan bakar minyak, bahan baku industri, dan macam-macam produk lainnya. Kilang minyak merupakan fasilitas industri dengan berbagai jenis peralatan proses dan fasilitas pendukungnya. (Sa'adah, dkk. 2017)

Minyak mentah dapat digunakan sebagai bahan bakar setelah melalui proses penyulingan dan pengolahan yang disebut refinery, yaitu proses rekayasa kimia yang sangat kompleks. Proses dasar pengilangan minyak adalah distilasi (penyulingan) dan *cracking* (pemecahan). Produk-produk yang dapat dihasilkan dari kilang minyak bumi antara lain:

- Petroleum Gas (LPG), digunakan untuk pemanasan dan memasak;
- Naphtha, sebagai bahan intermediet lanjut untuk pembuatan bensin;
- Bensin (gasoline), digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan nilai Randon Octane Number (RON).
- Avgas, digunakan untuk bahan bakar pesawat terbang mesin propeler;

- Avtur, digunakan untuk bahan bakar pesawat terbang mesin turbin;
- Minyak tanah (kerosin), digunakan untuk membuat avtur bahan bakar pesawat terbang (jet), bahan bakar traktor, dan memasak;
- Minyak diesel (gas oil), digunakan untuk bahan bakar mesin diesel dan pemanas;
- Minyak bakar (fuel oil), digunakan untuk bahan bakar pada industri;
- Minyak pelumas, digunakan untuk minyak pelumas mesin, gemuk, dan minyak pelumas lainnya;
- Residu dari minyak dapat digunakan untuk aspal, tar, coke, dan lilin.

(Sa'adah, dkk. 2017)

Bahan bakar jet (aviation kerosene) merupakan produk olahan minyak bumi melalui proses *Crude Distillation Unit* (CDU) fraksi *middle distillate*, dimana hingga saat ini bahan baku jet fuel masih bersumber dari minyak bumi, sementara cadangan minyak bumi di Indonesia mulai menipis. Data dari Energi dan Sumber Daya Mineral - ESDM (2018) menyatakan cadangan minyak mentah Indonesia hanya 7,53 milyar barrel yang terdiri dari 3,17 milyar barrel cadangan yang terbukti dan 4,36 milyar barrel masih berstatus potensi (Ministry Of Energy and Mineral Resources Republic Indonesia. 2018).

Salah satu hasil dari penyulingan minyak bumi yang dipakai sebagai bahan bakar pesawat terbang adalah Avtur (*Aviation Turbin Fuel*). Avtur adalah salah satu bahan bakar minyak (BBM) jenis khusus yang dari penyulingan Fraksi minyak bumi yaitu Kerosen. Avtur didesain khusus sebagai bahan bakar jet / Pesawat terbang yang menggunakan mesin turbin (*external combustion*). Bahan bakar avtur harus memiliki karakteristik khusus sehingga dapat digunakan pada pesawat terbang seperti kemurnian, model pembakaran turbin, dan daya tahan struktur

pada suhu yang rendah (Ginting, dkk. 2014). Menurut The American Petroleum Institute (2010) karakteristik dari Avtur adalah memiliki hidrokarbon dengan panjang rantai karbon 9—16 (C₉ –C₁₆), memiliki titik didih berkisar antara 302 -- 554 °F (150 -- 290 °C) dan titik beku dibawah -47 °C.

Kebutuhan Avtur di Indonesia diperkirakan akan selalu meningkat karena penggunaan Avtur di Indonesia cenderung meningkat. Berikut adalah tabel kebutuhan Avtur di Indonesia yang berasal dari ESDM.

Tabel 2.1. Data kebutuhan Avtur di Indonesia
Sumber : Ministry Of Energy and Mineral Resources Republic Indonesia, 2018

| Tahun | Konsumsi Avtur (KL) |
|-------|---------------------|
| 2006 | 2.428.078 |
| 2007 | 2.520.040 |
| 2008 | 2.635.670 |
| 2009 | 2.760.678 |
| 2010 | 3.527.382 |
| 2011 | 3.562.126 |
| 2012 | 3.898.832 |
| 2013 | 4.159.010 |
| 2014 | 4.229.094 |
| 2015 | 4.336.624 |
| 2016 | 4.875.486 |
| 2017 | 5.371.183 |

2.2 BIOAVTUR SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Biofuel adalah bahan bakar yang diperoleh dari biomassa (bahan organik seperti organisme dan mikroorganisme tanaman dan hewan). Di Eropa, *Biofuel* diproduksi terutama dari bit gula dan sereal. Di Amerika Serikat dan Brazil *Biofuel* dihasilkan dari jagung dan tebu. Industri, pertanian, kehutanan dan limbah rumah tangga juga dapat menjadi sumber energi terbarukan yang digunakan dalam produksi

Biofuel. Beberapa contoh yang sering digunakan adalah jerami, limbah kayu, limbah lumpur, kompos, sampah atau sisa-sisa makanan. Biomassa tanaman yang digunakan untuk menghasilkan *Biofuel* dihasilkan merupakan tanaman yang menyimpan energi surya hasil fotosintesis. Alasan penggunaan *Biofuel* adalah karena metode tersebut dapat mengurangi impor, konsumsi bahan bakar fosil dan mengurangi emisi karbondioksida ke atmosfer, bahkan mencapai 90%. Hal itu dimungkinkan berkat sirkulasi siklus karbon dioksida tertutup yang dilepaskan selama pembakaran *Biofuel* juga diserap oleh tanaman dalam proses fotosintesis (Frac dkk., 2010).

Biofuel diklasifikasikan sebagai padat, cair dan gas. *Biofuel* padat termasuk bahan seperti jerami (Dalam bentuk bungkusan, pelet atau briket), beberapa spesies pohon tertentu, seperti tanaman *Sida hermaphrodita*, atau spesies tanaman lainnya. BBN cair diperoleh terutama melalui fermentasi alkohol dari karbohidrat menjadi etanol, butil fermentasi butil dari biomassa menjadi butil alkohol atau dari esterifikasi minyak sayur menjadi biodiesel. *Biofuel* berbentuk gas (biogas) terbentuk melalui fermentasi anaerob limbah cair dan padat dari produksi hewan ternak, seperti pupuk cair atau pupuk kandang. Biogas juga dapat diproduksi dalam proses gasifikasi biomassa (gasifikasi kayu), diperoleh dari generator gas (disebut distilasi gas kayu) (Demirbas, 2009).

Pertumbuhan ekonomi yang cepat yang terjadi pada abad ke-20 menyebabkan re-orientasi dalam cara pemanfaatan bahan baku energi. Sebuah model perekonomian dunia baru telah dikembangkan terutama pada dasar minyak bumi dan gas alam, dengan penurunan pentingnya penggunaan batubara. Namun, ternyata bahwa sumber daya minyak dan gas alam penggunaan bahan bakunya menyebabkan suberdaya cepat terkuras dan dalam penggunaannya

menyebabkan angka dampak yang tidak menguntungkan, seperti hujan asam atau pemanasan global dengan perubahan iklim yang dihasilkan. Ketergantungan dari ekonomi dunia pada minyak adalah sedemikian rupa sehingga spekulasi tentang kelelahan dari bahan baku dapat mengakibatkan dalam krisis di pasar dunia. Fenomena ini terjadi tiga kali pada tahun 1973, pada pergantian tahun 1980 dan 1981 dan pada tahun 2008, ketika harga minyak melonjak ke tingkat 146,14 dolar per barel (Frac dkk., 2010).

Perubahan yang sedang terjadi dan ketidakpastian ekonomi menyebabkan perlunya mencari sumber energi yang memungkinkan pengurangan konsumsi minyak bumi. Salah satu sumberdaya yang dikembangkan adalah *Biofuel*. Penerapan bahan-bahan tersebut melibatkan penggunaan energi bersih secara ekologis dan memungkinkan produksi bahan bakar di negara yang tidak memiliki sumber daya energi yang mandiri. Sumber energi memungkinkan mereka tidak selalu bergantung pada minyak bumi. Namun, tantangan yang terjadi saat ini dalam produksi *Biofuel* adalah kompetisi antara bahan baku sebagai sumberdaya energi dan bahan baku produksi pangan, perebutan sumber daya yang telah terjadi mengakibatkan peningkatan harga pangan di tengah masyarakat (Somerville, 2007; Li dkk, 2008; Rude & Schirmer, 2009).

Ditinjau dari prospek bisnis dan pangsa pasar bioavtur memiliki potensi yang cukup besar karena didukung oleh kebijakan IATA (*International Air Transportation Association*) Bahan Bakar Penerbangan Berkelanjutan (SAF) diproduksi dan digunakan dalam penerbangan komersial setiap hari. Volume produksi saat ini masih rendah (<1% dari total permintaan bahan bakar jet), namun, volume ini dapat ditingkatkan secara substansial dengan dukungan terkoordinasi

termasuk kerangka kerja kebijakan yang efektif. (IATA, 2018). Kebijakan tersebut juga didukung oleh Kemenhub dan Kementerian ESDM yang telah menandatangani MoU mengenai *aviation biofuel* dan *renewable energy* dan ditetapkan dalam Keputusan Menteri Perhubungan No. 201 Tahun 2013 yang antara lain mencakup implementasi *Aviation Biofuel* dengan bauran 2% pada tahun 2016, 3% pada tahun 2020, dan 5% pada tahun 2025. Menteri Perhubungan (2009 – 2014) E. E. Mangindaan mengatakan pemanfaatan bahan bakar nabati dan energi terbarukan bagi sektor transportasi secara khusus juga mendorong peningkatan konten lokal baik dari aspek penguasaan riset, teknologi dan aplikasi dari hulu hingga ke hilir di dalam seluruh mata rantai suplai, produksi dan distribusi. Ketersediaan lahan, bahan baku (feedstock) secara berkelanjutan, proses pengolahan dan refinari, jaminan kualitas dan distribusi serta kegiatan penunjang lainnya akan membuka lapangan pekerjaan dan dorongan kegiatan ekonomi baru. (Dephub, 2014).

Seperti bahan bakar jet konvensional, SAF membutuhkan sertifikasi teknis yang ketat:

- Dapat dicampur dengan aman dengan bahan bakar jet konvensional, dapat menggunakan infrastruktur pasokan yang sama dan tidak memerlukan adaptasi pesawat atau mesin
- Memenuhi spesifikasi teknis yang setara atau lebih tinggi sebagai bahan bakar jet konvensional
- 5 jalur produksi teknis telah disertifikasi di bawah ASTM d7566 (IATA, 2018)

Menurut Mofijur dkk. (2015) Faktor kunci untuk pengembangan *biofuel* adalah:

- a) Berupa sumber energi terbarukan
- b) Output Energi Bersih

- c) pengurangan GAS Rumah Kaca (GRK),
- d) Penciptaan Lapangan Pekerjaan,
- e) Pengembangan pedesaan,
- f) Teknologi konversi,
- g) Keamanan pangan
- h) Keanekaragaman Hayati terjaga,
- i) Tidak merusak Sumber Daya Air,
- j) Nutrisi dan pestisida,
- k) Bahan baku dan tanah,
- l) Perubahan penggunaan lahan,
- m) Kontaminasi dan kualitas udara.

Penggunaan Bahan Bakar Penerbangan Berkelanjutan (SAF) yang sudah dilakukan sampai ini adalah sebagai berikut :

- 2008 → Penerbangan uji pertama dengan bahan bakar biojet dilakukan oleh Virgin Atlantic.
- Antara 2011 dan 2015 → 22 maskapai penerbangan melakukan lebih dari 2.500 penerbangan penumpang komersial dengan campuran hingga 50% bahan bakar biojet dari bahan baku termasuk minyak goreng bekas, jarak, camelina, ganggang dan tebu.
- Januari 2016 → Pasokan bahan bakar berkelanjutan berkelanjutan melalui sistem hidran bersama dimulai di Bandara Oslo. Produsen bahan bakar alternatif Neste dan pemasok SkyNRG serta Air BP terlibat.
- Maret 2016 → United menjadi maskapai pertama yang memperkenalkan SAF ke dalam operasi bisnis normal dengan memulai penerbangan harian dari Bandara Los Angeles (LAX), yang dipasok oleh AltAir.
- Desember 2018 → Lebih dari 150.000 penerbangan komersial menggunakan SAF telah dilakukan.

(IATA, 2018)

Beberapa maskapai telah menandatangani perjanjian offtake jangka panjang dengan pemasok biofuel, yang sebagian besar dilaporkan memiliki daya

saing komersial. Sejumlah bandara telah sepakat untuk memasok SAF melalui sistem hidran mereka (IATA, 2018).

Biofuel juga dapat diklasifikasikan ke dalam biofuel generasi 1, 2 dan 3. Biofuel generasi pertama adalah yang diproduksi dari bahan organik yang dapat digunakan untuk produksi makanan atau pakan ternak. Biofuel generasi kedua dapat berkontribusi pada pengurangan masalah sebagian untuk memenuhi persyaratan bahan bakar secara berkelanjutan, murah dan ramah lingkungan. Biofuel generasi ketiga terutama adalah sel bahan bakar, menggunakan hidrogen sebagai sumber energi utama. Saat ini, alga adalah bahan baku utama dari mana biofuel dapat diproduksi pada tingkat efisiensi tinggi dan investasi rendah. Alga adalah bahan yang hemat biaya dan menyediakan hasil biofuel yang relatif tinggi (Frac, dkk. 2010).

2.3 MIKROALGA SEBAGAI SUMBER ALTERNATIF BIOAVTUR

Biofuel yang sedang mengalami perkembangan pesat hingga saat ini adalah *Biofuel* berbasis mikroalga atau *Biofuel* dengan bahan baku mikroalga. Mikroalga merupakan sumber bahan alam yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber bahan biodisel pengganti solar karena kandungan minyak yang cukup tinggi dalam biomasnya. Menurut Huang et al. (2009), kandungan minyak dalam alga bervariasi tergantung dari jenis alganya namun secara keseluruhan antara 20%-50% (seperti *Chlorella* dan *Nannochloropsis*). Bahkan ada jenis alga yang memiliki kandungan minyak sebesar 70% seperti *Botryococcus braunii*. Mikroalga sebagai alternatif sumber energi terbarukan telah menjadi pusat perhatian dunia dan teknologinya sedang terus dikembangkan (Li et al., 2008).

Kelebihan yang dimiliki oleh mikroalga bila dibandingkan dengan

tanaman lainnya yaitu efisiensi fotosintesis yang tinggi, menghasilkan biomassa yang lebih banyak, pertumbuhan lebih cepat, tidak berkompetisi dengan produksi pangan, mengurangi emisi gas rumah kaca, dapat mengubah CO₂ menjadi biomassa, mempunyai komponen sampingan selain lipid, dapat menghemat sumberdaya air karena menggunakan air hasil daur ulang, dapat bertahan dalam salinitas yang tinggi, 10-100 kali menghasilkan biodisel dibanding tanaman lain untuk luas yang sama, siklus hidup yang lebih singkat dan sesuai dengan iklim Indonesia. Selain itu, dalam proses pengambilan minyaknya tanpa melalui proses penggilingan dan langsung diekstrak dengan bantuan zat pelarut (ekstraksi CO₂, ekstraksi ultrasonik dan osmotik). Dari berbagai kelebihan dari mikroalga tersebut, maka organisme ini sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku biodisel.

Untuk realisasi penggunaan bioavtur, perlu adanya evaluasi kelayakan dari *raw material*, teknologi proses dan kualitas hasil bioavtur guna menjamin produk bioavtur yang diperoleh aman, layak, berkelanjutan dan sifat propertis bioavtur memenuhi standar propertis bahan bakar jet. Kelayakan teknis (technical feasibility) adalah ukuran kepraktisan solusi teknis tertentu. International Civil Aviation Organization (ICAO) menyatakan bahwa, secara teknis dalam memproduksi bioavtur menghadirkan berbagai tantangan – tantangan yang perlu ditemukan solusinya untuk menghasilkan produk yang aman, layak dan berkelanjutan. Kriteria aman dan layak mengartikan bahwa bioavtur yang dihasilkan memenuhi standar propertis bahan bakar penerbangan (Li & Mupondwa, 2014).

Mikroalga merupakan sumber bahan alam yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber bahan biodisel pengganti solar karena kandungan minyak yang cukup tinggi dalam

biomassanya. Kandungan minyak dalam alga bervariasi tergantung dari jenis alganya namun secara keseluruhan antara 20%-50% (seperti *Chlorella* dan *Nannochloropsis*). Bahkan ada jenis alga yang memiliki kandungan minyak sebesar 75% seperti *Botryococcus braunii* (Tabel 2.). Mikroalga sebagai alternatif sumber energi terbarukan telah menjadi pusat perhatian dunia dan teknologinya sedang terus dikembangkan (Li et al., 2008).

Tabel 2.2 Kandungan minyak dari beberapa mikroalga
Sumber :Christi, 2007

| Jenis mikroalga | % minyak dari berat kering |
|--------------------------------|----------------------------|
| <i>Botryococcus braunii</i> | 25-75 |
| <i>Chlorella</i> sp. | 28-32 |
| <i>Cryptocodinium cohnii</i> | 20 |
| <i>Cylindrotheca</i> sp. | 16-37 |
| <i>Dunaliella primolecta</i> | 23 |
| <i>Isochrysis</i> sp. | 25-33 |
| <i>Monallanthus salina</i> N | 20 |
| <i>Nannochloris</i> sp. | 20-35 |
| <i>Nannochloropsis</i> sp. | 31-68 |
| <i>Neochloris oleoabundans</i> | 35-54 |
| <i>Nitzschia</i> sp. | 45-47 |

Gagasan untuk menggunakan mikroalga sebagai sumber bahan bakar bukanlah hal baru, tetapi sekarang dianggap serius karena kenaikan harga minyak bumi dan, lebih penting lagi, masalah yang muncul tentang pemanasan global dan efek rumah kaca yang terkait dengan pembakaran bahan bakar fosil. , beberapa perusahaan terlibat dalam produksi bahan bakar alga untuk mengurangi pemanasan global dan efek rumah kaca.

Mikroalga adalah mikroorganisme fotosintesis prokariotik atau eukariotik yang ditandai dengan pertumbuhan yang cepat; paling sering hidup di lingkungan asam dan

memiliki struktur multiseluler uniseluler atau sederhana. Contoh mikroorganisme prokariotik adalah Cyanobacteria (Cyanophyceae) dan mikroalga eukariotik adalah ganggang hijau (Chlorophyta) dan diatom (Bacillariophyta). Mikroalga dapat ditemukan di semua ekosistem di bumi, tidak hanya di perairan tetapi juga di ekosistem tanah dan ditandai dengan diadaptasi untuk hidup dalam spektrum kondisi lingkungan yang sangat luas. Diperkirakan, ada 50 ribu spesies alga di dunia, tetapi hanya sekitar 30.000 spesies alga yang telah diidentifikasi dan diperiksa sejauh ini. Alga adalah sekelompok organisme thallophytic, paling sering autotrofik, biasanya hidup di lingkungan perairan atau di habitat basah (Frac, dkk, 2010).

Produksi biofuel dari mikroalga memiliki beberapa keuntungan yaitu: tidak bersaing dengan bahan pangan, organisme fototrofik (pertumbuhannya optimal dibawah matahari); fiksasi CO₂ dari atmosfer, pembakaran gas berat industri dan dapat larut dari karbonat; mengandung garam anorganik (N, P, K); suhu antara 20-30 °C; kurang lebih 50% berat kering tubuhnya terdiri dari karbon; mikroalga menghasilkan lemak, hidrokarbon, dan minyak kompleks lainnya pada beberapa spesies; dapat menghasilkan 80% produksi minyak, massa minyak diproduksi per unit volume mikroalga perhari hasil signifikannya adalah (100000 L/ha) jika dibandingkan sumber lainnya seperti kedelai (446 L/ha), bunga matahari (925 L/ha), minyak jarak (*castor*) (1413 L/ha), kelapa (2689 L/ha), dan palem (5950 L/ha). (Kleinova., dkk. 2012). Laju pertumbuhan mikro alga cukup cepat (3,5 jam) karena dapat tumbuh di banyak lahan dan air laut, memiliki kemampuan fiksasi nitrogen. siklus hidup mikroalga sangat pendek yaitu selama 1-10 hari dibandingkan dengan tanaman yang membutuhkan waktu

hanya bisa 1 sampai 2 kali panen dalam satu tahun. (Firoz, alam., dkk. 2012).

Berikut ini persyaratan penting bahan bakar bio jet adalah sesuai dengan BP (British Petroleum) dan Boeing (Raa, dkk., 2010).

- Kinerja bioavtur berada pada rentang suhu yang luas $-50 < T (^{\circ}C) < + 40$.
- Kinerja bioavtur memiliki rentang tekanan yang lebar $0,3 < P (atm) < 1$.
- spesifikasi bioavtur telah disetujui dan dikontrol yang sesuai untuk produksi mesin / pesawat.
- Memiliki kualitas yang baik dalam setiap unit beratnya.
- Penanganan / penyimpanan yang mudah.
- Siap tersedia dalam skala global.
- Bersaing dari segi biaya dengan bahan bakar fosil.

III. KESIMPULAN

Saat ini kebutuhan sumberbahan bakar alternatif untuk pesawat (Bioavtur) sudah sangat diperlukan. Sumber bahan baku Bioavtur saat ini masih banyak diambil dari sumber tanaman-tanaman pangan, hal tersebut dapat mengganggu kebutuhan pangan masyarakat suatu negara. Sumber bahan baku bioavtur sudah seharusnya mulai dikembangkan, salah satunya berasal dari Mikroalga. Bahan baku biodiesel yang berasal dari Mikroalga bukan produk yang baru lagi, tetapi sebagai bahan baku pengganti Avtur, Mikroalga masih sedikit dikembangkan.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- Alimin, A.A. & B.H. Susanto. 2018. Simulation of a bioavtur production process from non-edible vegetable oil. *E3S Web of Conferences* vol. 67, 1-7
- Chisti, J., 2007, Biodiesel from microalgae., *Biotechnology Advances*, (25) 294-306
- Demirbas, A. 2009. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conver. Manage.* 50: 14-34.
- Dephub, 2014, *Kemenhub dan Kementerian ESDM Tanda Tangani MoU Mengenai Aviation Biofuel dan Renewable Energy*, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, [<http://www.dephub.go.id/berita/baca/kemenhub-dan-kementerian-esdm-tanda-tangani-mou-mengenai-aviation-biofuel-dan-renewable-energy-60015/?cat=QmVyaXRhfHNIY3Rpb24tNg==>], diakses 20 Februari 2019.
- Dwiratna, B. & Soebagja. 2015. Pengembangan Katalis Berbasis NiMo Alumina Untuk Reaksi Hidrodeoksigenasi Minyak Nabati Menjadi Bioavtur. *Enerlink*: 6 hlm
- Frac. M., S. Jezierska-Tys & J. Tys. 2010. Microalgae for *Biofuel* s production and environmental applications: A review. *African Journal Biotechnology* Vol. 9 (54), 9227-9236
- Ginting, J., U.A.Prabu, & M.A. Abro. 2014, Evaluasi Proses Pembuatan Avtur (Aviation Turbine) Berdasarkan Analisa Sifat Fisik dan Kimia Minyak Mentah (Crude Oil) di PT Pertamina Ru Il Dumai. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya* 2 (3): 5 hlm
- IATA. 2018. *Sustainable Aviation Fuel : Fact Sheet*. Montreal : 2 hlm.
- Li Q, Du W, Liu D 2008. Perspectives of microbial oils for biodiesel production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 80: 749-756.
- Li, X. & E. Mupondwa. 2014. "Life cycle assessment of camelina oil derived biodiesel and jet fuel in the Canadian Prairies," *Sci. Total Environ.*, vol. 481, pp. 17–26
- M. Mofijur., M.G. Rasul, J. Hyde, M.M.K. Bhuyia. 2015. Role of *Biofuel* s on IC Engines Emission Reduction. *Energy Procedia* 75, 886 – 892
- Masjuki, H.H., M.A. Kalam, M. Mofijur, M. Shahabuddin. 2013. Biofuel: Policy, Standardization and Recommendation for Sustainable Future Energy Supply. *Energy Procedia*; 42: 577-586.
- Ministry Of Energy and Mineral Resources Republic Indonesia. 2018. *Handbook Of Energy And Economic Statistics Of Indonesia*. Jakarta, 73 hlm.
- Rude MA, Schirmer A 2009. New microbial fuels: a biotech perspeccyive. *Curr. Opin. Microbiol.* 12: 274-281.
- Sa'adah, A.F., A. Fauzi, B. Juanda. 2017. Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia* Vol. 7 (2). 118--137
- Somerville, C 2007. *Biofuel* s. *Curr. Biol.* 17: 115-119.
- te Raa, H.R., W.J. Ockels, J.A. Melkert, T.A. Snijders & W.W.A.B. van Blokland,

2010. Bio jet fuel from macro algae, *Thesis*, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology. Delft, 21 hlm

The American Petroleum Institute. 2010. *Kerosene / Jet Fuel Category Assessment Document Submitted to US EPA*. Petroleum HPV Testing Group . Washington DC. 47 hlm

Wormslev, Erik C., J.L. Pedersen, C. Eriksen, R. Bugge, N. Skou, C. Tang, T. Liengard, R.S. Hansen, J.M. Eberhardt, M.K. Rasch, J. Höglund, R.B. Englund, J. Sandquist, B.M. Güell, J.J.K. Haug, P. Luoma, T. Pursula & M. Bröckl. 2016. *Sustainable jet fuel for aviation :Nordic perspectives on the use of advanced sustainable jet fuel for aviation*. Rosendahls-Schultz Grafisk, Denmark: 253 hlm.