

# ANALISIS DAUR HIDUP GREEN GASOLINE PADA TEKNOLOGI CO-PROCESSING DI PERTAMINA RU-III PLAJU DALAM MEMPERKUAT KETAHANAN ENERGI DAN PERTAHANAN NEGARA

## LIFE CYCLE ASSESSMENT GREEN GASOLINE ON CO-PROCESSING TECHNOLOGY AT PERTAMINA RU-III PLAJU TO STRENGTHEN ENERGY SECURITY AND NATIONAL DEFENSE

Lusiana Apridayani<sup>1</sup>, Donny Yoesgiantoro<sup>2</sup>, Nugroho Adi Sasongko<sup>3</sup>

KETAHANAN ENERGI FAKULTAS MANAJEMEN PERTAHANAN UNIVERSITAS  
PERTAHANAN

(Lusiaanaapridaayani111@gmail.com, energyprogram@gmail.com, nugroho.sasongko@idu.ac.id)

**Abstrak**-Indonesia merupakan produsen CPO terbesar di dunia. Pemerintah mengembangkan bahan bakar nabati berbahan baku CPO, salah satunya uji coba *green gasoline* di Pertamina (Persero) III Plaju. *Green gasoline* dapat menggantikan *gasoline* karena ketersediaan akan habis dan berdampak buruk terhadap lingkungan. Pemerintah telah mengeluarkan PP No. 18 tahun 2020 dan didukung dengan PP No 109 tahun 2020. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dengan analisis LCA. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi pasokan *green gasoline* di Pertamina RU III Plaju guna memperkuat ketahanan energi dan pertahanan negara, menganalisis jejak CO<sub>2</sub> dari daur proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan teknologi *co-processing* dan perbandingannya dengan *gasoline* dan merumuskan kebijakan yang tepat untuk meningkatkan keberlanjutan *green gasoline*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan (1). Pasokan *green gasoline* di Pertamina III Plaju yang dilakukan pada tahun 2019 selama 3 bulan memproduksi *green gasoline* sebesar 133,959 ton, walau hanya dilakukan 3 bulan, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bensin di Indonesia. (2) Hasil penelitian emisi CO<sub>2</sub> produksi *green gasoline* terhadap *gasoline* didapatkan bahwa mengalami penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,09 kg CO<sub>2</sub> eq atau sekitar 10,3%. 1 kg *green gasoline* menyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq sedangkan 1 kg *gasoline* menyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq. Sehingga dapat dikatakan emisi CO<sub>2</sub> pada proses *co-processing green gasoline* lebih ramah lingkungan. (3) Kebijakan yang dapat membantu keberlanjutan dari *green gasoline* dapat dilakukan dengan kebijakan inkremental, yaitu dengan perlahan-lahan memperkenalkan *green gasoline* yang ramah lingkungan kepada masyarakat. Namun harus didukung dengan kebijakan lain seperti kebijakan PSN (Proyek Strategis Nasional) 2020 yang memasukan proyek sektor energi *green gasoline* di RU III Plaju, dan kebijakan BDPKS dalam mengembangkan koperasi untuk petani sawit rakyat.

**Kata Kunci** : *Crude palm oil*, *Co-Processing*, Daur Siklus Hidup, *green gasoline*, Kebijakan

**Abstract**-Indonesia is producer CPO the biggest in the World. Government develop biofuels, one of them trials *green gasoline* at Pertamina (Persero) III Plaju. *Green gasoline* can change *gasoline* because fossil fuel availability will run out and negative impact on the environment. The Government has issued PP No. 18 of 2020 and to support PP No. 109 of 2020. The method used in this research is quantitative method with LCA. This research head to analyze *green gasoline* supply conditions at RU-III Plaju to strengthen energy security and national defense, to analyze impact CO<sub>2</sub> from life cycle production *green gasoline* to use *co-processing* technology and ratio *gasoline* and then to formulate right policies to increase sustainability of *green gasoline*. Based on the results (1) *green gasoline* supply at RU-III Plaju from production in 2019 to production for three months as 133.959 tonne, even if only do three month, expected can be fill fuel need in Indonesia. (2) the results research CO<sub>2</sub> emission from production *green gasoline* to *gasoline* found that there

was decrease in CO<sub>2</sub> emissions by 0,09 kg CO<sub>2</sub> eq or 10,3%. 1 kg of green gasoline contributes to CO<sub>2</sub> emission of 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq while gasoline contributes to CO<sub>2</sub> emission by 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq. It can be said that CO<sub>2</sub> emissions to production green gasoline to use co-processing technology more environmentally friendly. (3) The policy that can help sustainability of green gasoline can use incremental policy, that is slowly to present green gasoline that environmentally friendly to public, if green gasoline is sold continuously it is expected that price is also cheaper than gasoline. However, it must be supported by other policies such as PSN (National Strategic Project) 2020 policy that increase energy sector project green gasoline at RU III Plaju, Tim Task Force policy co-processing project, and the policy of the BDPKS in developing cooperatives for smallholder oil palm farmers.

Key : Life Cycle Assessment, Green gasoline, Crude Palm Oil, Co-Processing, Policy

## Pendahuluan

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI No 128 K/70/MEM/2020 Tentang Gugus Tugas (*Task Force*) Ketahanan Energi dan Pemanfaatan Energi. Gugus tugas melakukan tugasnya untuk mengurangi penggunaan minyak bumi dan meningkatkan bahan bakar nabati salah satunya *green gasoline* yang berbahan baku CPO. Penggunaan *Green gasoline* dapat mengurangi impor minyak mentah dan subsidi BBM, dan meningkatkan kemandirian energi sehingga Indonesia tidak bergantung lagi kepada negara pengimpor minyak apabila terjadi embargo minyak mentah. Komoditas ekspor terbesar Indonesia adalah *crude palm oil*.

Area perkebunan kelapa sawit mencapai 14 juta hektar dalam bentuk petani kecil sebesar 41%, perkebunan swasta sebesar 4% dan perkebunan Pemerintah sebesar 55%. Perusahaan perkebunan kelapa sawit tersebar di Sulawesi, Kalimantan, dan Sumatera.

Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) Malaysia dan Indonesia mencapai 80% dari produksi dunia bahkan Indonesia menjadi Negara produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan komposisi

48,44% (Subdirektorat Statistik Tanaman Perkebunan, 2018)

Indonesia sendiri mengeksport CPO, *Palm Kernel Oil* (PKO), dan produk turunan lainnya ke Uni Eropa selama semester I tahun 2017 mencapai 2,7 juta ton dengan kenaikan 42% dari tahun sebelumnya (Sidik, 2018).

PT. Pertamina (Persero) melakukan penandatanganan tiga kesepakatan dan pengembangan *green refinery* dengan Eni Italia dalam rangka memperkuat kerjasama diantara kedua belah pihak. Adapun tiga kesepakatan tersebut berisi *term sheet CPO processing* di Italia, MoU terkait *circular economy*, dan *Head of Joint Venture Agreement* untuk pengembangan *green refinery* di Indonesia, *renewable energy* dan *low carbon products*.

Fenomena pemanasan global juga mempengaruhi perubahan iklim yang sangat ekstrem akan mengganggu proses yang ada di ekosistem hutan dan lainnya (Suarsana & Wahyuni, 2011). Pemanasan global menjadi salah satu isu lingkungan yang dihadapi oleh banyak negara. Pemanasan global diakibatkan oleh bertambahnya gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, CFC, HFCs, N<sub>2</sub>O di lapisan troposfer (Samiaji, 2011).

Salah satu produk yang akan dikembangkan oleh Pertamina RU III Plaju adalah *green gasoline* yakni bahan bakar campuran MVGO dan RBDPO melalui proses *co-processing*. Dalam proses produksinya menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>, sehingga perlu dilakukan analisis daur hidup pada proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan pendekatan analisis LCA.

Hipotesa penelitian ini adalah hasil perhitungan *life cycle assessment* (LCA) pada teknologi *co-processing* untuk memproduksi *green gasoline* diharapkan memiliki jejak emisi CO<sub>2</sub> lebih sedikit dari pada jejak emisi CO<sub>2</sub> pada bensin fosil, sehingga lebih ramah lingkungan dan dapat memiliki keberlanjutan untuk dapat menggantikan bahan bakar bensin fosil.

Menganalisa kondisi pasokan *green gasoline* yang ada di Pertamina RU III Plaju untuk memperkuat ketahanan energi dan pertahanan negara. Menganalisa jejak emisi CO<sub>2</sub> dari daur hidup proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan teknologi *co-processing* dan perbandingannya dengan *gasoline*, dan Merumuskan usulan kebijakan yang tepat dilakukan untuk pengembangan teknologi *co-processing* di Pertamina RU III Plaju untuk memperkuat ketahanan energi dan pertahanan negara.

Berdasarkan UU No 3 Tahun 2002 pasal 1 ayat (1), pertahanan negara adalah mencapai tujuan nasional dan kepentingan nasional, jadi tujuan nasional dapat direalisasikan secara baik yakni dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di Indonesia, salah

satunya sumber daya yang berasal dari perkebunan kelapa sawit, yang dapat dikelola menjadi minyak kelapa sawit dan dikembangkan menjadi bahan bakar nabati (BBN) untuk pembangunan nasional.

LCA merupakan metode untuk mengevaluasi input, output dan potensi dampak lingkungan pada daur hidup suatu sistem produk (International Standards Organization, 2006). Penilaian siklus hidup *crude palm oil* pertama kali didasarkan pada data yang diperoleh dari referensi umum dan database Simapro dengan faktor normalisasi dari pembobotan Eropa (Sumiani & Hansen, 2007).

Adapun tahapan dalam LCA dijelaskan sebagai berikut: (Sala et al., 2016) goal and scope definition, LCI (Life Cycle Inventory), LCIA (Life Cycle Impact Assessment) dan Life Cycle Interpretation. Batasan sistem LCA yakni *cradle to grave*, *cradle to gate*, *gate to grave* dan *gate to gate* (Brata, 2018). Kebijakan merupakan tindakan yang diusulkan oleh pemerintah maupun perorangan untuk menghadapi persoalan yang ada pada lingkungan guna mencapai tujuan tertentu (Friedrich, 1941).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh berbagai peneliti mengenai *life cycle assessment* adalah *Life Cycle Assessment* (LCA) Emisi Pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin dengan Pendekatan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adapun hasil penelitian Beban emisi pada sektor eksplorasi dan produksi emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> sebesar 1,95 ton CO<sub>2</sub> /Ton produk dan 0,725 ton CH<sub>4</sub> produk. Beban emisi pada pengolahan sebesar 1,009 ton CO<sub>2</sub> /Ton produk,

0,00004 ton CH<sub>4</sub> /Ton produk, 0,00013 ton SO<sub>2</sub> /Ton produk dan 0,0002 ton NO<sub>2</sub> /Ton produk. Beban emisi pada sektor pemasaran sebesar 11,04 ton CO<sub>2</sub> /Ton produk dan 0,000035 ton CH<sub>4</sub> /Ton produk. Beban emis pada pemakaian sebesar 2,4 ton CO<sub>2</sub> /Ton produk dan 0,001 ton CH<sub>4</sub> /Ton produk (Putri, 2017).

*Life Cycle Assessment* pada Pembibitan Kelapa Sawit untuk Menghitung Emisi Gas Rumah Kaca, adapun hasil total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah sebesar 0,50685 kg CO<sub>2</sub> eq/ bibit. Solar menjadi kebutuhan energi terbesar yaitu 0,332 kg CO<sub>2</sub> eq/ bibit atau 65,5%. Emisi dari penggunaan pupuk NPK sebesar 0,1703 kg CO<sub>2</sub> eq/ bibit atau 33,6% dari total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada pembibitan kelapa sawit (Hakim, 2014).

*Life Cycle Assessment (LCA)* Pada Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit Ptp Nusantara VIII Cikasungka dengan *Impact Categories Global Warming Potential, Acidification dan Eutrophication*, adapun hasil total emisi CO<sub>2</sub> CPO sebesar 2.433 Ton CO<sub>2</sub> eq (Rahmah, 2020)

### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Dengan analisis LCA. Penilaian mendalam terhadap daur hidup *green gasoline* dengan menggunakan cara yang sistematis mulai dari pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi, dan pelaporan hasil sehingga dihasilkan pemahaman mendalam mengenai proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan teknologi *co-processing* serta dihasilkan nilai jejak CO<sub>2</sub> *green gasoline* yang diproduksi oleh Pertamina RU III Plaju untuk memenuhi kebutuhan energi nasional menjaga keamanan energi.

### **Hasil dan Pembahasan**

Setiap proses produksi *green gasoline* melibatkan material dan energi, dimana material dan energi tersebut akan menghasilkan suatu jejak emisi CO<sub>2</sub> yang berdampak pada emisi gas rumah kaca, maka dari itu perlu dilakukan pengujian daur hidup, nama lainnya adalah *life cycle assesment (LCA)*. LCA merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menentukan aspek lingkungan sepanjang daur hidup.

Penilaian mendalam terhadap daur hidup *green gasoline* dengan menggunakan cara yang sistematis mulai dari pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi, dan pelaporan hasil sehingga dihasilkan pemahaman mendalam mengenai proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan teknologi *co-processing* serta dihasilkan nilai jejak CO<sub>2</sub> *green gasoline* yang diproduksi oleh Pertamina RU III Plaju untuk memenuhi kebutuhan energi nasional menjaga keamanan energi.

### **Analisis Jejak CO<sub>2</sub> Siklus Hidup Green Gasoline**

#### **Definisi Tujuan dan Ruang Lingkup**

Tujuan dari penelitian daur hidup *green gasoline* untuk melakukan tinjauan umum terhadap proses produksi *green gasoline* di unit FCCU (*Fluid Catalytic Cracking Unit*) Pertamina RU III Plaju. Penelitian ini dilakukan dengan batasan *gate to gate* dengan menggunakan software SimaPro dan Microsoft Excell untuk pengolahan data manual.

#### **Analisis Inventori Proses Produksi Green Gasoline**

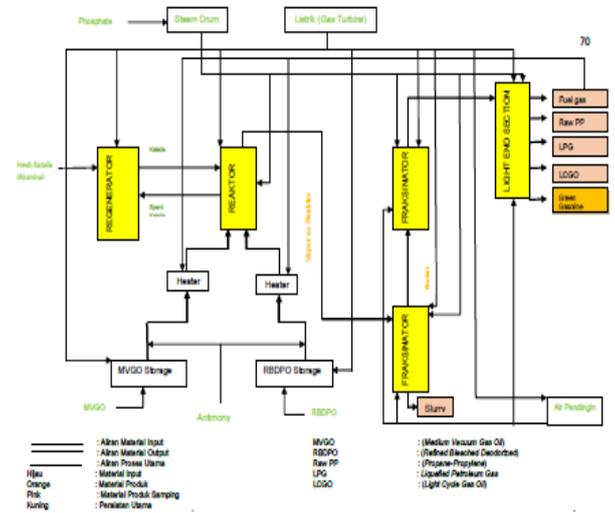
Inventori data merupakan hal yang terpenting dalam melakukan analisa daur hidup (LCA) karena data inventori merupakan sumber data dalam melakukan analisis penilaian dampak

lingkungan dan pengurangan dampak lingkungan. Inventori data menghasilkan data input dan output material, dan energi disepanjang daur hidup proses produksi *green gasoline*. Material bahan baku yang digunakan adalah MVGO (*Medium Vacuum Gas Oil*) dan RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) yang merupakan bahan baku utama, antimony dan phosphate merupakan bahan kimia yang digunakan untuk memproduksi *green gasoline*.

Steam digunakan untuk pemanasan yang dibantu oleh fuel gas. Katalis alumina digunakan untuk mempercepat proses pembentukan fraksi-fraksi didalam reaktor. Proses produksi *green gasoline* di unit FCCU (*Fluid Catalytic Cracking Unit*) Pertamina RU III Plaju dilakukan selama 3 bulan dalam waktu 24 jam. Dari hasil wawancara didapatkan gambaran sederhana mengenai skema inventori *green gasoline* disepanjang daur hidupnya dan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahapan proses produksi *green gasoline* memerlukan material input utama yaitu RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) dan MVGO (*Medium Vacuum Gas Oil*) yang merupakan bahan baku untuk menghasilkan *green gasoline* dan produk sampingnya. Sebelum MVGO dan RBDPO di naikan suhunya, RBDPO dan MVGO diinjeksikan *antimony*, fungsi *antimony* sebagai *nickel passivator* pada *feed*. Listrik yang digunakan berasal dari Gas Turbine untuk memompakan MVGO dan RBDPO secara bersamaan menuju heater, di heater RBDPO dan MVGO dinaikkan temperaturnya menjadi 500°C-510°C, *fuel gas* yang berasal dari produk samping dari produksi *green gasoline* dan

Pertamina EP digunakan untuk bahan bakar pada *fire heater*.



**Gambar 1. Skema Aliran Material Siklus Hidup Produksi *Green Gasoline* Teknologi Co-Processing di Unit FCCU (*Fluid Catalytic Cracking Unit*) RU III Plaju**

Sumber: Diolah Peneliti (2020)

Material input di reaktor adalah MVGO, RBDPO, katalis alumina, steam dan listrik. RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) dan MVGO (*Medium Vacuum Gas Oil*) dicampur didalam reaktor akan mengalami proses perengkahan secara katalis yang dibantu oleh katalis alumina. *Phosphate* diinjeksikan didalam steam drum sebagai *corrosion inhibitor*, steam berfungsi sebagai *stripping steam* untuk membantu memisahkan *vapor* hasil cracking dari katalis, output hasil reaktor adalah *vapor ex reaktor* dan *spent* katalis yang akan diregenerasi di regenerator.

Material input di regenerator adalah katalis alumina, *spent* katalis dan listrik. Didalam regenerator katalis akan di regenerasi. Katalis akan diregenerasi agar aktifitas katalis meningkat, karena katalis tercampur dengan coke yang menutupi permukaan katalis sehingga coke dihilangkan agar katalis kembali

memiliki daya serap yg baik. Output dari regenerator adalah fresh katalis, yg diinjeksikan ke reaktor.

Input fraksinasi adalah *vapor ex reaktor*, air pendingin, steam, dan listrik. *Vapor ex reaktor* akan dipisahkan berdasarkan titik didih masing-masing produk, air pendingin sebagai kondensat, dan steam berfungsi untuk memisahkan fraksi dengan fase gas. Output fraksinasi adalah fraksi dan slurry, fraksi yang belum terpisah dengan fase gas dan belum membentuk produk akan dipisahkan di fraksinasi kedua. Input light end section adalah fraksi, air pendingin, steam dan listrik. Fraksi uap akan dipisahkan lagi dengan fase gas. Output nya fuel gas, raw PP (*Propane-Propylene*), LPG, LCGO (*Light Cycle Gas Oil*), dan *green gasoline*.

### Penilaian Jejak CO<sub>2</sub> Proses Produksi Green Gasoline

Penilaian dampak yang dilakukan hanya menggunakan kategori *Global warming* karena menghitung total CO<sub>2</sub> dan sesuai dengan jejak CO<sub>2</sub> yang diharapkan dari penelitian ini. Hasil analisis faktor emisi dampak *Global warming* produksi *green gasoline* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 .Hasil Analisis Faktor Emisi Penilaian Dampak Global Warming Proses Produksi Green Gasoline di Unit FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) Kilang Pertamina RU III Plaju**

Jejak CO <sub>2</sub>	Unit	Jumlah
MVGO ( <i>Medium Vacuum Gas Oil</i> )	kg CO <sub>2</sub> eq	0,334
RBDPO ( <i>Refined Bleached Deodorized Palm Oil</i> )	kg CO <sub>2</sub> eq	0,00012
Energi Listrik	kg CO <sub>2</sub> eq	0,00677
Fuel gas	kg CO <sub>2</sub> eq	0,567

Antimony	kg CO <sub>2</sub> eq	10
Phosphate	kg CO <sub>2</sub> eq	1,65
Fresh Catalyst (Alumina)	kg CO <sub>2</sub> eq	1,44
Air Pendingin	kg CO <sub>2</sub> eq	0,0000365
Steam	kg CO <sub>2</sub> eq	0,041

Sumber: Diolah Penulis dari Software SimaPro (2020)

Hasil jejak CO<sub>2</sub> RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) diambil dari laporan akhir (Rahmah, 2019), dimana 1 kg CPO menghasilkan 0,00012 kg CO<sub>2</sub> eq. Adapun data inventori sebagai berikut:

Hasil produk CPO : 11.715.000 kg  
 Emisi CPO sebesar : 1.499,46 kg CO<sub>2</sub> eq  
 Faktor emisi :  $\frac{1.499,46}{11.715.000} = 0,00012$  kg CO<sub>2</sub> eq.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa 1 kg RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) menghasilkan 0,00012 kg CO<sub>2</sub>.

Berdasarkan hasil perhitungan faktor emisi pada setiap material input disajikan dalam bentuk tabel, didapatkan bahwa faktor emisi terbesar pada phosphate yang dimana merupakan bahan organik yang menyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 1,65 kg CO<sub>2</sub> eq, sedangkan faktor emisi yang terkecil disumbang oleh air pendingin yang berfungsi untuk kondensat dan kebutuhan pabrik yang menyumbang 0,0000365 kg CO<sub>2</sub> eq. Hasil analisis faktor emisi dampak *Global warming* produksi *gasoline* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Analisis Faktor Emisi Penilaian Dampak Global Warming Proses Produksi Gasoline di Unit FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) Kilang Pertamina RU III Plaju**

Jejak CO <sub>2</sub>	Unit	Jumlah
MVGO ( <i>Medium</i> )	kg CO <sub>2</sub> eq	0,334

Vacuum Gas Oil)		
Energi Listrik	kg CO <sub>2</sub> eq	0,00677
Fuel gas	kg CO <sub>2</sub> eq	0,567
Antimony	kg CO <sub>2</sub> eq	10
Phosphate	kg CO <sub>2</sub> eq	1,65
Fresh Catalyst (Alumina)	kg CO <sub>2</sub> eq	1,44
Air Pendingin	kg CO <sub>2</sub> eq	0,0000365
Steam	kg CO <sub>2</sub> eq	0,041

Sumber: Diolah Peneliti dari Software SimaPro (2020)

Berdasarkan Tabel 2. hasil perhitungan faktor emisi pada setiap material input disajikan dalam banetuk tabel, pada produksi *gasoline* tidak ditambahkan RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*), dan selanjutnya faktor emisi CO<sub>2</sub> sama dengan produksi *green gasoline*. Hasil perhitungan emisi CO<sub>2</sub> pada setiap material input produksi *green gasoline* dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Faktor Emisi dan Inventori Proses Produksi Green Gasoline di Unit FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) Kilang Pertamina RU III Plaju Selama 3 Bulan**

Jejak CO <sub>2</sub>	Unit	Jumlah
MVGO (Medium Vacuum Gas Oil)	kg CO <sub>2</sub> eq	66.990.296,50
RBDPO (Refined Bleached Deodorized Palm Oil)	kg CO <sub>2</sub> eq	4.247,37
Energi Listrik	kg CO <sub>2</sub> eq	102.631,32
Fuel gas	kg CO <sub>2</sub> eq	2.991.517,52
Antimony	kg CO <sub>2</sub> eq	27.000.000,00
Phosphate	kg CO <sub>2</sub> eq	5.527.500,00
Fresh Catalyst	kg CO <sub>2</sub> eq	361.800,00

Air Pendingin	kg CO <sub>2</sub> eq	7,56864
Steam	kg CO <sub>2</sub> eq	658,77
Total	kg CO <sub>2</sub> eq	102.978.659,04

Sumber: Diolah Peneliti dari Excel (2020)

Dari Tabel 3. didapatkan bahwa total emisi pada produksi *green gasoline* selama 3 bulan sebesar 102.978.659.04 kg CO<sub>2</sub> eq, jika  $\frac{102.978.659,04}{133.959.000} = 0,77$  kg CO<sub>2</sub> eq, sehingga 1 kg *green gasoline* menghasilkan emisi sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Faktor Emisi dan Inventori Proses Produksi Gasoline di Unit FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) Kilang Pertamina RU III Plaju Selama 3 Bulan**

Jejak CO <sub>2</sub>	Unit	Jumlah
MVGO (Medium Vacuum Gas Oil)	kg CO <sub>2</sub> eq	78.803.793,00
Energi Listrik	kg CO <sub>2</sub> eq	102.631,32
Fuel gas	kg CO <sub>2</sub> eq	2.991.517,52
Antimony	kg CO <sub>2</sub> eq	27.000.000,00
Phosphate	kg CO <sub>2</sub> eq	5.527.500,00
Fresh Catalyst	kg CO <sub>2</sub> eq	361.800,00
Air Pendingin	kg CO <sub>2</sub> eq	7,56864
Steam	kg CO <sub>2</sub> eq	658,77
Total	kg CO <sub>2</sub> eq	114.787.908,17

Sumber: Diolah Peneliti dari Excel (2020)

Dari Tabel 4. didapatkan bahwa total emisi pada produksi *gasoline* selama 3 bulan sebesar 114.787.908,17 kg CO<sub>2</sub> eq, jika  $\frac{114.787.908,17}{133,959,000} = 0,86$  kg CO<sub>2</sub> eq, sehingga 1 kg *gasoline* menghasilkan emisi sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq.

Berdasarkan hasil uji hipotesa didapatkan bahwa hipotesa awal telah terjawab, bahwa produksi *green gasoline* pada teknologi *co-processing* lebih ramah lingkungan dari pada *gasoline* dilihat dari aspek *Global Warming Potential* (GWP). Adapun nilai emisi CO<sub>2</sub> yang disumbang

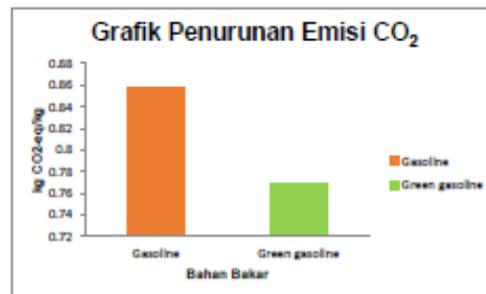
oleh produksi 1 kg *green gasoline* selama 3 bulan sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq sedangkan emisi CO<sub>2</sub> yang disumbang oleh produksi 1 kg *gasoline* selama 3 bulan sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq. Hasil penilaian jejak emisi CO<sub>2</sub> untuk proses produksi *green gasoline* disajikan pada Tabel 3. sedangkan *gasoline* disajikan pada Tabel 4. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan perbandingan analisis CO<sub>2</sub> pada Tabel 5. Sebagai berikut.

**Tabel 5. Total Jejak CO<sub>2</sub> Proses Produksi Green Gasoline di Unit FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) Kilang Pertamina RU III Plaju Selama 3 Bulan**

Jejak CO <sub>2</sub>	Unit	Total
Gasoline	kg CO <sub>2</sub> eq	0,86
Green Gasoline	kg CO <sub>2</sub> eq	0,77

Sumber : Diolah Peneliti dari hasil Perhitungan (2020)

Dari hasil perhitungan didapatkan total emisi CO<sub>2</sub> dari produksi *green gasoline* pada teknologi *co-processing* dan total emisi CO<sub>2</sub> dari produksi *gasoline* pada unit FCCU. Adapun nilai emisi CO<sub>2</sub> *gasoline* sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq sedangkan emisi CO<sub>2</sub> *green gasoline* pada teknologi *co-processing* sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq. Dari hasil analisis GWP (*Global Warming Potential*) menunjukkan bahwa dengan penambahan RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) pada produksi *green gasoline* dengan mengurangi jumlah MVGO (*Medium Vacuum Gas Oil*) bahwa dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, sedangkan jumlah MVGO (*Medium Vacuum Gas Oil*) yang lebih banyak untuk menghasilkan *gasoline* menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> lebih besar. Penurunan emisi CO<sub>2</sub> *gasoline* terhadap *green gasoline* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2. Grafik Penurunan Emisi CO<sub>2</sub> Green Gasoline Terhadap Gasoline**

Sumber: Diolah Peneliti (2020)

Dari grafik dapat dilihat bahwa adanya penurunan emisi CO<sub>2</sub> selama 3 bulan sebesar 0,09 kg CO<sub>2</sub> eq atau sekitar 10,3%. Sehingga dapat dikatakan bahwa *green gasoline* ramah lingkungan dari *gasoline* yang dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub> pada produksi *green gasoline* pada teknologi *co-processing*. Penurunan emisi CO<sub>2</sub> *green diesel* terhadap diesel fosil juga telah dilakukan oleh (Lestari, 2019) dengan penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 56,72%. *Green diesel* menyumbang emisi sebesar 380 kg CO<sub>2</sub> eq sedangkan diesel fosil menyumbang emisi sebesar 680 kg CO<sub>2</sub> eq.

Hasil kajian LCA *green diesel* tidak dapat dibandingkan karena metode perhitungan dan unit fungsi, material dan energi yang digunakan berbeda. Selain itu bioetanol berbahan baku pati singkong batasan *cradle to gate* yang telah dilakukan oleh didapat bahwa emisi CO<sub>2</sub> sebesar 4,527 kg CO<sub>2</sub> eq. Namun hasil ini juga tidak dapat dibandingkan karena batasan penelitian, metode perhitungan dan unit fungsi, material dan energi yang digunakan berbeda (Leopold, 2013).

### Interprestasi

Dari hasil perhitungan emisi yang dilakukan pada Microsoft excel dengan faktor emisi dari software SimaPro. Emisi

CO<sub>2</sub> yang dihasilkan (*co-processing*) sebagai berikut pada:

- Emisi CO<sub>2</sub> 133.959.000 kg *green gasoline* sebesar 102.978.659,04 kg CO<sub>2</sub> eq, jadi 1 kg *green gasoline* sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq selama 3 bulan.
- Emisi CO<sub>2</sub> 133.959.000 kg *gasoline* sebesar 114.787.908,17 kg CO<sub>2</sub> eq, jadi 1 kg *green gasoline* sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq selama 3 bulan.

Produksi *gasoline* memiliki emisi terbesar dalam kategori *Global Warming Potential (GWP)*, dimana dapat menimbulkan efek gas rumah kaca yang berupa CO<sub>2</sub> yang tinggi dalam atmosfer dapat menyebabkan perubahan iklim. Rekomendasi upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi yang dihasilkan pada proses produksi adalah dengan menggunakan teknologi *co-processing green gasoline*.

### **Kebijakan Mendukung Pengembangan Green Gasoline**

Dalam pengambilan keputusan akan berhubungan dengan masalah yang dirumuskan oleh seorang aktor dalam memecahkan masalah publik. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam memecahkan masalah adalah pendekatan inkremental. Permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah pengembangan dari *green gasoline* sebagai bahan bakar nabati yang masih dalam tahap uji coba yang nantinya akan di komersialkan.

Namun dalam perjalanannya memiliki suatu kendala. Salah satu kendalanya adalah energi terbarukan untuk investasinya dan harga jualnya mahal dibandingkan dengan energi fosil. Oleh karena itu perlu adanya pendekatan perlahan-lahan kepada publik dalam memperkenalkan *green gasoline* ini.

Penelitian ini akan memberikan jumlah emisi kg CO<sub>2</sub> pada produksi *green gasoline*. Diharapkan nilai emisinya lebih kecil dari emisi bensin fosil sehingga Pemerintah dapat memperkenalkan *green gasoline* kepada masyarakat dengan memberikan informasi mengenai emisi CO<sub>2</sub>. Selain itu pemerintah juga dapat berkerjasama dengan ESDM, dan KLHK dalam mempersiapkan suatu kebijakan lingkungan untuk *green gasoline*.

Impor minyak mentah dan BBM pada tahun 2019 masing-masing sebesar 75,3 juta barel dan 24,7 juta kl, yang menyebabkan berkurangnya devisa negara sebesar 15 milyar USD dan defisit neraca perdagangan 3,2 milyar USD. Emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi sebesar 159 juta ton CO<sub>2</sub> eq atau 29,3% dari emisi GRK di sektor energi. Sehingga BBM perlu disubsitusikan ke BBN agar mengurangi dampak tersebut yang lama kelamaan akan berdampak buruk (BPPT,2020).

Peraturan Presiden No 109 tahun 2020 tentang Perubahan Ketiga Peraturan Presiden No 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Strategis Nasional, mengalami perubahan yaitu dengan penambahan tujuh proyek energi salah satunya yang ditambahkan pada nomor 195 dimana adanya pembangunan bahan bakar hijau (*Green Diesel Bio Refinery Revamping RU IV Cilacap, RU III Plaju Green Refinery, Hidrogenasi CPO PT. Pusri Palembang, Katalis Merah Putih Pupuk Kujang Cikampek*).

Proyek Strategis Nasional (PSN) mengenai pembangunan bahan bakar hijau ini baru direvisi yang dahulu belum masuk kedalam daftar proyek strategis nasional, sekarang sudah masuk kedalam

PSN. Hal tersebut selaras dengan rencana Pemerintah dalam mengembangkan serta implementasi bioenergi di Indonesia sesuai dengan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) khususnya terkait dengan Bauran Energi Nasional. Dengan begitu dapat mewujudkan Nawacita yakni mengoptimalkan sumber daya dalam negeri untuk membangun ketahanan, kemandirian dan kedaulatan energi nasional (Anisatul, 2020).

### **Energi Mendukung Pertahanan**

Bahan bakar nabati berasal dari CPO telah banyak diproduksi menjadi bahan bakar nabati dan ada juga beberapa jenis bahan bakar nabati yang telah dikomersiakan, salah satunya biodiesel, berbahan baku CPO telah terbukti ramah lingkungan dan tidak mengandung unsur sulfur (Anonymous, 2012). Telah banyak dilakukan penelitian mengenai produksi *green gasoline* dari minyak sawit melalui proses *catalyst cracking* dengan menggunakan katalis zeolit dan alumina. Penelitian dilakukan untuk menurunkan viskositas dan meningkatkan produk (Wijanarko, 2006).

Menurut GAPKI, 2017 (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia) pengembangan industri *crude palm oil* mayoritas dilakukan di desa sehingga dapat mengurangi tingkat kemiskinan, hingga tahun 2013 terdapa 50 kawasan perdesaan terbelakang menjadi kawasan pertumbuhan baru dengan basis sentra *crude palm oil*. Petani sawit yang jumlahnya 17 juta yang menggantungkan pada Industri sawit. Sehingga dengan berkembangnya bahan bakar nabati ini dapat membantu mengurangi tingkat kemiskinan. (Anisatul, 2020).

Berdasarkan UU No 3 Tahun 2020 ayat d bahwa menjaga pertahanan dapat dilakukan dengan menjaga lingkungan hidup, salah satunya dengan menjaga lingkungan hidup dari emisi industri dan kendaraan bermotor. Adapun caranya dapat dimanfaatkan dengan penggunaan bahan bakar nabati. Pemanfaatan sumber daya sendiri juga didukung pada pasal 1 ayat 9 bahwa Didalam pertahanan untuk kepentingan pertahanan negara. Sehingga dengan penggunaan *green gasoline* nantinya dapat mendukung pertahanan negara dalam sektor energi. Oleh karena itu peran energi mendukung pertahanan sangatlah penting.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa dengan mengetahui emisi CO<sub>2</sub> dari produksi *green gasoline* dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa produksi *green gasoline* ramah lingkungan karena mengalami penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,09 kg CO<sub>2</sub> dari proses produksinya *green gasoline* dan *gasoline* selama 3 bulan, sehingga masyarakat beralih menggunakan *green gasoline*. Selain itu berdasarkan wawancara bahwa hasil pembakaran dari *green gasoline* CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis tumbuhan.

Memanfaatkan CPO sebagai bahan baku bahan bakar nabati, merupakan salah satu sumber daya alam untuk mendukung pertahanan, *green gasoline* sendiri dapat menjaga kemandirian energi sehingga Indonesia akan memiliki cadangan bahan bakar yang cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar jika Indonesia di embargo oleh negara pengimpor minyak mentah.

## Kesimpulan, Rekomendasi dan Pembatasan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. RU III Plaju telah melakukan produksi *green gasoline* pada tahun 2019 selama 3 bulan sebesar 133.959 ton
2. 1 kg *green gasoline* menyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,77 kg CO<sub>2</sub> eq sedangkan 1 kg *gasoline* menyumbang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,86 kg CO<sub>2</sub> eq. *Green gasoline* dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,09 kg CO<sub>2</sub> eq atau sekitar 10,3%.
3. Pendekatan kebijakan inkremental yang dapat dilakukan untuk mendukung pengembangan *green gasoline* karena dalam pengenalan *green gasoline* perlu dilakukan secara bertahap, yaitu peneliti memberikan informasi mengenai jejak CO<sub>2</sub> pada teknologi *co-processing green gasoline* terhadap *gasoline*.

Rekomendasi dari penelitian sebagai berikut:

1. Pemerintah harus lebih serius dalam pengembangan *green gasoline*, agar tahap uji coba dapat direalisasikan ke komersial sehingga pasokan *green gasoline* dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar secara nasional.
2. Peneliti selanjutnya perlu melakukan analisis perhitungan *cost benefit analysis*, sehingga dukungan untuk pengembangan *green gasoline* lebih matang.
3. PT Pertamina RU III Plaju perlu menambahkan injeksi RBDPO lebih dari 15% untuk menghasilkan penurunan emisi CO<sub>2</sub> yang lebih banyak lagi, sehingga produksi *green gasoline* lebih ramah lingkungan lagi.

4. Pemerintah dan *stakeholder* terkait perlu membuat kebijakan yang komprehensif, agar memiliki kebijakan mandatori *green gasoline*.

Pembatasan penelitian ini menganalisa emisi CO<sub>2</sub> *green gasoline* pada teknologi *co-processing* dengan batasan *gate to gate* (dari produk RBDPO dan MVGO sampai menjadi produk *green gasoline*) dengan menggunakan analisis daur hidup dan perlu adanya pendekatan kebijakan yang tepat untuk mendukung keberlanjutan dari *green gasoline*.

## Daftar Pustaka

- Anisatul. (2020). "Demi Energi Hijau, Pertamina Bangun 2 Kilang BBM Berbasis CPO". Retrieved from <https://www.cnbcindonesia.com/news/20201214112819-4-208870/demi-energi-hijau-pertamina-bangun-2-kilang-bbm-berbasis-cpo>, diakses pada 2 Februari 2020.
- Anonymous. (2012). *Biodiesel Tanpa Subsidi Pemerintah*. Suara Merdeka.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2020). *Outlook Energi Indonesia 2020: Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi Indonesia*. Jakarta: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi BPPT.
- Brata, A. K. (2018). *Analisis Penilaian Daur Hidup Produksi Bahan Bakar Kendaraan pada Tahap Pengolahan (Studi Kasus di PT. Pertamina Persero RU V Balikpapan)* (Tesis). Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.
- Friedrich., J,Carl., & Mason, E, S. (1941). "Public Policy". Vol. II, pp.viii, 458.

- Hakim, H. M. A., Supartono, W., & Suryandono, A. (2014). *Life Cycle Assessment pada Pembibitan Kelapa Sawit untuk Menghitung Emisi Gas Rumah Kaca*. Ziraah, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80.
- International Standard Organization/ISO. (2006). ISO 14040: Environmental Management - Life Cycle Assessment -Principles and Framework. Switzerland: ISO Copyright Office.
- Lestari, M. D. (2019). *Penilaian Daur Hidup Green Diesel Dari Teknologi Co-Processing Kilang Pertamina Refinery Unit li Dumai* (Tesis). Jurusan Ketahanan Energi, Universitas Pertahanan.
- Leopold, A dkk. (2013). “Keseimbangan Energi dan Emisi CO<sub>2</sub> Bioetanol Berbahan Baku Pati Singkong”. Vol. 12 No. 2 Desember 2013 : 79 – 90.
- Putri, H. P. (2017). *Life Cycle Assessment (LCA) Emisi pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)* (Tugas Akhir). Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Rahmah, A. (2020). *Life Cycle Assessment (LCA) Pada Kebun Dan Pabrik Kelapa Sawit Ptp Nusantara Viii Cikasungka Dengan Impact Categories Global Warming Potential, Acidification Dan Eutrophication* (Tugas Akhir). Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.
- Samiaji, T. (2011). *GAS CO<sub>2</sub> DI WILAYAH INDONESIA*. Berita Dirgantara
- Sala, Serenella., Reale F., Cristobal-Garcia J., Marelli L., & Pant R. (2016). *Life Cycle Assessment for the Impact Assessment of Policies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Sidik, R. M. (2018). “CPO Indonesia ditolak Uni Eropa, Kenapa?”. Retrieved from [http://igj.or.id/wp-content/uploads/2018/04/CPO-Indonesia-ditolak-Uni-Eropa\\_Palm-Oil-Issues](http://igj.or.id/wp-content/uploads/2018/04/CPO-Indonesia-ditolak-Uni-Eropa_Palm-Oil-Issues), diakses pada 2 Agustus 2020.
- Suarsana, M., & Wahyuni, S. P. (2011). *Global Warming : Ancaman Nyata Sektor Pertanian dan Upaya Mengatasi Kadar CO<sub>2</sub> Atmosfer*. Widyatech Jurnal Sains dan Teknologi 11 (1): 31-46.
- Subdirektorat Statistik Tanaman Perkebunan. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Sumiani., & Hansen, (2007). Sumiani Y., Hansen S.B. Feasibility study on performing a life cycle assessment on crude palm oil production in Malaysia. *Int. J. LCA*, 12 (2007), pp. 50-58.
- Wijanarko, A., Mawardi, D. A., & Nasikin, M. (2006). *Produksi Biogasoline dari minyak sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis  $\gamma$ -Alumina*. MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 10, NO. 2, NOVEMBER 2006: 51-60.

## Lampiran

### **ANALISIS DAUR HIDUP GREEN GASOLINE PADA TEKNOLOGI CO-PROCESSING DI PERTAMINA RU-III PLAJU DALAM MEMPERKUAT KETAHANAN ENERGI DAN PERTAHANAN NEGARA**

Hari/tanggal : Sabtu/24 Oktober 2020

Lokasi : ITB, Tim Katalis/ Zoom Meeting

Waktu : 13.00 – 14.30 WIB

Topik : Wawancara

Subyek : Prof. Dr. Ir. Subagjo (Ketua Tim Katalis)

Fenomena:

1. Embargo CPO oleh Uni Eropa yang berdampak terhadap ekspor CPO Indonesia, sehingga CPO dimanfaatkan didalam negeri salah satunya untuk bahan baku produksi *biofuel*, salah satunya *green gasoline*, yang saat ini masih dalam tahap uji coba.
2. Bensin fosil merupakan penyumbang emisi gas rumah kaca, sehingga dapat merusak lingkungan dari proses eksplorasi sampai pembuangan, ketersediaan minyak bumi akan terus habis jika tidak ditemukan cadangan baru, dan membengkaknya APBN Indonesia akibat dari mengimpor minyak mentah dan BBM, dan subsidi BBM. Oleh karena itu Pemerintah mengembangkan *green gasoline* sebagai pengganti bensin fosil untuk mengurangi dampak emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari bensin fosil. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dihitung di software SimaPro 9.0.0.49 *Green gasoline* diproduksi oleh Pertamina RU III Plaju, yang saat ini masa dalam tahap uji coba.

Pertanyaan:

1. Apa yang dimaksud dengan teknologi *co-processing* pada proses produksi *green gasoline*?

Teknologi *co-processing* adalah teknologi pemrosesan yang melibatkan dua *feed* (umpan) dimana bensin dan CPO (*crude palm oil*) yang dicampur

menjadi satu dalam suatu proses untuk menghasilkan produk *green gasoline* (Gxx).

2. Apakah *green gasoline* ramah lingkungan dari bensin fosil?

Tidak menghasilkan emisi, karena bahan baku *green gasoline* bukan 100% minyak fosil melainkan ada campuran dengan minyak nabati, zat pengotor yang dihasilkan dari proses pembakaran sedikit sehingga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan seperti hujan asam dan menipisnya lapisan ozon. Hasil pembakaran dari minyak nabati CO<sub>2</sub> dapat bermanfaat untuk fotosintesis sedangkan bensin fosil menambahkan CO<sub>2</sub> di udara yang dapat mengakibatkan pemanasan global dan CO<sub>2</sub> dari pembakaran tidak dapat menjadi minyak fosil lagi.

3. Apakah katalis merah putih digunakan untuk proses produksi *green gasoline*?

Tidak menggunakan katalis merah putih, RU III Plaju menggunakan unit katalis yang sudah ada dan yang diimpor dari luar untuk memproduksi *green gasoline*, Pertamina RU III Plaju mencoba menggunakan katalis yang sudah ada apakah bisa membantuk mengkonversikan minyak nabati menjadi bahan bakar nabati.