

**STUDI TEKNOLOGI PERENKAHAN PANAS DAN PENJENUHAN
TRIGLISERIDA CRUDE PALM OIL PADA KONDISI BASA DENGAN TWO
STAGES ELECTROCHEMICAL THERMAL CRACKING REACTOR**

**THE STUDY OF TECHNOLOGY FOR THERMAL CRACKING AND TRIGLYCERIDE
SATURATION OF CRUDE PALM OIL IN THE CONDITION FOR THE ALKALI
WITH TWO STAGES ELECTROCHEMICAL THERMAL CRACKING REACTOR**

¹Lety Trisnaliani, ²Indah Purnamasari, dan ³Nila Ayu Safitri

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

³PDAM Tirta Musi Palembang

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30319

E-mail : Lety_trisnaliani@yahoo.com

ABSTRACT

The study was experienced using electrolyze by using two stages electrochemical thermal cracking reactor, zeolyte as catalyst, silver as cathode and cuprum as anode. In this research, we used electrolyte solution for 2 kinds of pH which was pH 10 and pH 12 of Potassium Hydroxide (KOH) and different voltage which was 2,4,6,8,10 and 12 volt. It worked in 1 atmosphere with electrolyze for 1 hour, heating till reaching temperature 80°C for 1 hour, fogging process for 1 hour, and heating without electrolyze nor fogging about 30 minutes. From lubricity analyze, this product is a fuel with high lubricity. The analyzer showing that cracking of triglyceride of crude palm oil has same characteristics with diesel.

Keyword : Crude Palm Oil, Electrolyze, Alkali, Triglyceride

PENDAHULUAN

Sejak krisis energi pada tahun 1970an, disadari bahwa cadangan energi dari minyak bumi semakin menipis, dan suatu saat akan habis, padahal dengan bertambahnya penduduk, konsumsi energi semakin tinggi dan juga pemakaian kendaraan bermotor dari tahun ke tahun semakin meningkat. "Sumber alam sekali pakai seperti minyak bumi, yang juga diketahui sebagai sumber alam yang non-renewable (tidak terbaharui) mengandung masalah karena suatu ketika Anda akan mengalami kehabisan," kata Dr. Bernie Tao, associate professor pada Agriculture and Biological Engineering, Purdue University, seperti yang dikutip oleh ENN (*Environmental News Network*), (Perry, ENN, 2000). Beberapa saat yang lalu di kota-kota besar di dunia kita merasakan akibat kelangkaan dan meroketnya harga bahan bakar minyak akibat pembatasan produksi minyak mentah oleh negara-negara OPEC.

Walaupun meroketnya harga bahan bakar minyak beberapa saat yang lalu tidak separah yang pernah dialami dunia pada krisis minyak pertama dan kedua tahun 70-an, tetapi secara teoritis dalam jangka panjang harga bahan bakar tidak akan menurun. Maka, mau tidak mau suatu ketika kita harus menggantinya dengan sumber energi alternatif yang bisa diperbaharui. Dalam proses pencarian energi

alternatif, ada syarat untuk tidak merusak lingkungan, berasal dari sumber energi terbarukan, efisien digunakan dan harganya terjangkau. Akan tetapi sumber energi baru sebagai substitusi minyak bumi sebenarnya telah banyak dijumpai di sekeliling kita. Biji-bijian seperti jagung dan kedelai mempunyai potensi besar untuk menggantikan minyak tanah sebagai motor penggerak ekonomi baru.

Untuk memperoleh sumber daya energi pengganti minyak bumi yang efisien diperlukan kajian dan penelitian lebih lanjut sehingga didapat teknologi berwawasan lingkungan yang mampu dipertanggungjawabkan secara teknis dan ekonomis. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu maka untuk memperoleh hasil penelitian yang baik, ada beberapa variabel penelitian yang menjadi perhatian dan terus menjadi hambatan dalam usaha untuk mendapatkan biofuel diantaranya adalah penambahan katalis, temperatur, tekanan dan larutan elektrolit. Keempat variabel ini merupakan faktor yang mempengaruhi didalam pembuatan biofuel.

Minyak nabati apabila digunakan untuk menggantikan minyak bumi begitu saja mempunyai masalah karena rantainya terlalu panjang, yaitu antara 14 sampai 18 atom karbon. Oleh karena itu tanpa melalui manipulasi minyak tumbuhan tidak bisa digunakan untuk mesin bermotor yang berbasis bensin dengan atom karbon 7 - 10 yang ada sekarang.

Minyak solar yang dipakai untuk mesin diesel mempunyai panjang atom karbon 15, sehingga secara struktur kimia paling mendekati minyak tumbuhan. Itulah mengapa aplikasi pertama minyak tumbuhan adalah untuk bahan bakar biodiesel. Masalahnya apakah mungkin membuat bahan bakar pengganti bensin dari minyak tumbuhan yang mempunyai rantai atom karbon yang lebih pendek? Kemungkinan itu ada. Minyak kelapa dan minyak-minyak tumbuhan lain yang mirip berpotensi untuk dibuat menjadi bahan bakar mirip bensin. Salah satu jenis minyak nabati yang telah menunjukkan hasil, baik sebagai pengganti maupun sebagai bahan pencampur solar adalah kelapa sawit, yang dikenal sebagai *crude palm oil* (CPO).

Keuntungan menggunakan CPO sebagai pengganti solar, disebabkan karena karakteristik bahan tersebut. Potensi yang dimiliki CPO sehingga dapat dijadikan sebagai bahan bakar, yaitu ; sifat fisika alamiahnya berupa cairan, kandungan energi (*heat content*) hampir 88 % dari solar, mempunyai angka setana (*cetane number*) yang tinggi, mudah diperoleh dan merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui. CPO juga memiliki emisi gas buang yang relatif sedikit dibandingkan solar, sehingga dapat mengurangi polusi dan efek rumah kaca. Walaupun demikian, penggunaan CPO sebagai pengganti solar tidak dapat secara langsung digunakan, karena CPO masih mempunyai sifat-sifat yang masih perlu diperbaiki untuk bisa memenuhi kualifikasi sebagai bahan bakar. Hal-hal yang perlu diperbaiki dari sifat CPO antara lain, sifat kestabilannya yang kurang baik, viskositas yang tinggi serta terjadinya korosi pada sistem penyalur bahan bakar. Bhatia telah berhasil mengkonversi minyak sawit menjadi senyawa hidrokarbon (Bhatia, dkk, 2001). Minyak sawit dilewatkan pada katalis HZSM-5 pada reaktor *fixed-bed* yang beroperasi pada temperatur atmosfer. Temperatur berkisar 360 – 420°C dan space velocity 2-4/h. Tujuan penelitian ini mempelajari efek dari temperatur reaksi dan *space velocity* dengan hasil menunjukkan 40 – 70%wt minyak sawit dapat dikonversi menjadi senyawa aromatik dan hidrokarbon seperti bensin, diesel dan kerosin. Di Indonesia sendiri penelitian biodiesel dari minyak goreng bekas atau jelantah sudah dilakukan pada tahun 2001 oleh Dr Jenny Elizabeth seorang peneliti di Pusat Pengembangan Kelapa Sawit (PPKS) Medan.

Bila Jenny berharap memproduksi biodiesel dari minyak jelantah, maka rekan sejawatnya Tjahjono Herawan meneliti pembuatan minyak pelumas dari minyak kelapa sawit. Hasil penelitiannya menunjukkan, ester asam lemak dari minyak kelapa sawit dapat disintesis menjadi pelumas mesin otomotif, alat hidrolik, mesin pengolahan, dan kompresor, (Tjahjono, dkk, 2000). Teknologi biodiesel juga dikembangkan oleh BPPT, bahan dasarnya di buat dari limbah CPO dengan peringkat paling rendah, yang selama ini hanya menjadi

sampah lingkungan (Tsyra, BPPT, 2011). Meski dibuat dari limbah, tidak mengurangi kualitas produk.. Biodiesel ternyata tidak saja irit, tetapi juga ramah lingkungan mengingat emisi gas buangnya sangat minim sekali. Penelitian-penelitian ini telah berhasil membuat bahan bakar bio diesel yang berasal dari crude palm oil dengan variabel penelitian seperti penambahan katalis, temperatur, tekanan dan pelarut. Tetapi bagaimanapun, penelitian – penelitian ini masih banyak menghadapi berbagai kendala di lihat dari aspek teknis maupun ekonomisnya. Hal ini disebabkan oleh mahalnya harga katalis, harga peralatan yang digunakan dan pelarut seperti methanol.

Penelitian yang akan dilakukan penulis adalah studi teknologi perengkahan asam lemak tak jenuh trigliserida cpo menjadi biofuel dengan menggunakan bantuan Teknologi penelitian ini akan melibatkan proses elektrolisa dengan tambahan katalis zeolit dengan larutan elektrolit KOH.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mewujudkan tujuan dan manfaat yang diinginkan, adalah dengan menyusun suatu konsep model penelitian. Adapun konsep tersebut terdiri dari :

1. Penentuan variabel – variabel penelitian
2. Rancangan teknologi proses
3. Metode Analisa Hasil
4. Biaya Energi

Variabel Yang Diteliti

Pada penelitian elektrolisa trigliserida crude palm oil menjadi biofuel ini memperhatikan dua faktor penting yang harus diamati. Kedua faktor ini sangat berperan dalam menentukan jenis bahan bakar yang akan dihasilkan yaitu faktor kualitatif dan faktor kuantitatif.

Faktor Kualitatif dan Faktor Kuantitatif

Variabel yang berhubungan dengan aspek kualitatif, yaitu pH larutan elektrolit dan juga tegangan (V) yang diberikan selama proses elektrolisa berlangsung. Dengan menggunakan, pH larutan elektrolit dan juga voltase (V) yang berbeda maka diharapkan dapat didapat perbedaan kualitatif masing-masing variabel terhadap produk yang dihasilkan.

Perubahan selama proses dan sesudah proses dapat diamati diantaranya dengan:

1. Melihat warna produk yang dalam hal ini berupa liquid yang dihasilkan
2. Melihat nyala api yang didapat dari membakar produk
3. Melihat hasil pembakaran yang didapat

Dalam penelitian konversi asam lemak cpo dengan menggunakan metode elektrolisa, yang akan dianalisa adalah, karakteristik dari produk yang

didapat untuk dibandingkan dengan karakteristik minyak solar.

Parameter yang akan dianalisa adalah sebagai berikut :

1. Specific gravity at 60⁰F
2. Colour ASTM
3. Kinematic Viscosity at 100⁰F
4. Pour Point
5. Water Content
6. Conradson Carbon Residue
7. Flash Point
8. Lubricity
9. Gross Heating Value
10. Net Heating Value

Desain Uraian Proses

Sebelum melakukan penelitian dengan metode elektrolisa, hal yang paling penting dilakukan yaitu membuktikan teori elektrolisa tentang adanya penambahan elektron didalam larutan apakah memang benar-benar terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian awal terhadap kondisi larutan cpo yang dielektrolisa menggunakan alat ukur Conductivity Meter. Kemudian dengan menggunakan alat Conductivity Meter ini dapat dilihat perubahan-perubahan yang terjadi selama proses elektrolisa.

Mencari Kondisi Awal Elektrolisa CPO

Pengujian untuk mencari kondisi awal elektrolisa dilakukan untuk membuktikan teori penambahan elektron didalam larutan memang benar-benar terjadi. Cpo dan larutan elektrolit dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam beaker glass pada temperatur 30°C dengan menggunakan Hot Plate. Masukkan elektroda untuk elektrolisa dan juga elektroda untuk mendeteksi adanya penambahan elektron (mS), kemudian, hidupkan Hot Plate, Conductivity Controller, dan AC/DC Konverter serta diatur voltase yang diinginkan mulai dari voltase 2 volt, 4 volt, 6 volt, 8 volt, 10 volt dan 12 volt. Dicatat nilai perubahan kenaikan nilai siemens (mS) dan pH larutan setiap 20 menit. Pada kondisi tertentu larutan akan mencapai tahap jenuh sehingga angka di alat ukur akan menunjukkan keadaan stabil atau mantap (konstan). Kondisi yang diperoleh pada kondisi awal ini nantinya akan dipakai untuk kondisi pada proses elektrolisa cpo didalam reaktor. Proses Teknologi Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Two Stages Electrochemical Thermal Cracking Reactor*.

Metode Analisa Hasil

Karakteristik bahan bakar minyak yang akan dipakai pada suatu penggunaan tertentu, untuk mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui terlebih dahulu, dengan maksud agar hasil pembakaran tercapai secara optimal. Analisa sampel produk dilakukan di Laboratorium LitBang PT Pertamina RU III.

Tabel 1. Matriks Penelitian

Run	Ratio CPO/Zeolit Kg/Kg	[] KOH ₄ %	pH	Volt	Temp, °C
1	5 / 0,1	22	10	2	80
2	5 / 0,1			4	80
3	5 / 0,1			6	80
4	5 / 0,1			8	80
5	5 / 0,1			10	80
6	5 / 0,1			12	80
7	5 / 0,1	22	12	2	80
8	5 / 0,1			4	80
9	5 / 0,1			6	80
10	5 / 0,1			8	80
11	5 / 0,1			10	80
12	5 / 0,1			12	80

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kondisi larutan elektrolit basa kuat saat dielektrolisa dapat dilihat bahwa alat ukur membaca adanya penambahan elektron didalam larutan cpo yang ditunjukkan oleh kenaikan nilai siemens (mS) dan pH larutan. Adanya variasi penambahan tegangan searah (V_{DC}) dan juga waktu (t) pada saat elektrolisa akan mempengaruhi nilai yang dibaca oleh konduktivitas meter (mS) dan juga pH meter. Bertambahnya tegangan searah (V_{DC}) yang diberikan dan juga penambahan waktu (t) menyebabkan larutan mencapai tahap jenuh sehingga nilai yang dibaca oleh konduktivitas meter (mS) dan juga pH meter akan konstan.

Kondisi elektrolisa larutan elektrolit KOH ini akan dijadikan variabel dalam proses teknologi pengungkahan asam lemak trigliserida cpo dengan menggunakan elektrolisa.

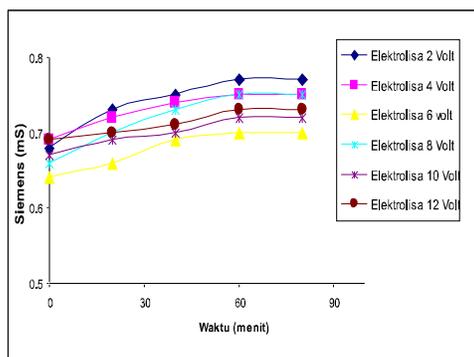
Data – data kenaikan pH dan nilai siemens pada elektrolisa larutan elektrolit, KOH pada konsentrasi 22 % dan voltase (2, 4, 6, 8, 10 dan 12 V). Grafik hubungan dari variasi waktu dan voltase terhadap pH dan nilai Siemens ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.

Hasil Penelitian

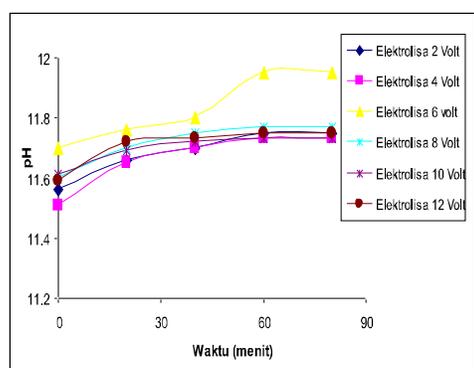
Secara kualitatif, fenomena yang dapat diamati adalah :

1. Warna produk biofuel yang dihasilkan, warna kuning kemerah-merahan namun warna merah lebih dominan dibandingkan dengan warna cpo murni. Serta kekentalan produk yang didapat lebih rendah dibandingkan dengan cpo murni
2. Produk yang didapat ketika diuji coba dibakar, nyala apinya berwarna kebiru-biruan, sehingga tidak menimbulkan jelaga hitam.
3. Ketika produk dibakar, api lebih cepat menyambar media yang telah diberi produk dan apinya tetap bertahan cukup lama walaupun media yang diberi produk telah habis, namun

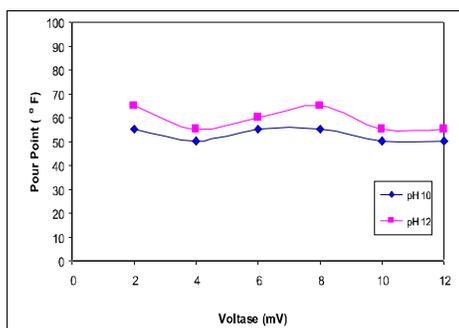
karena produknya masih ada, maka api masih menyala.



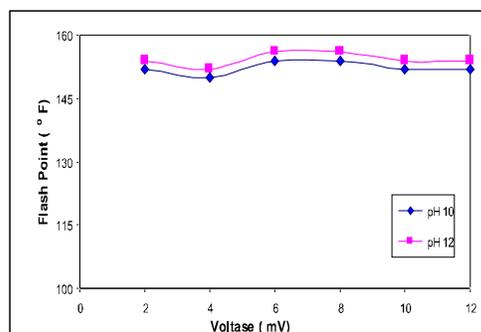
Gambar 1. Hasil Elektrolisa KOH selama 60 menit untuk Nilai Siemens



Gambar 2. Hasil Elektrolisa KOH selama 60 menit untuk Nilai Ph



Gambar 3. Pengaruh Voltase dan pH KOH terhadap Pour Point dari bahan CPO



Gambar 4. Pengaruh Voltase dan pH KOH terhadap Flash Point dari bahan CPO

Aspek Kuantitatif

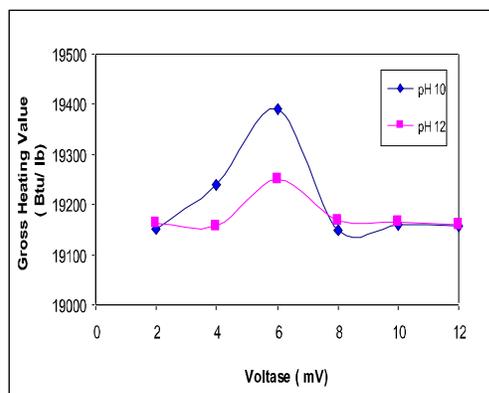
Dari hasil penelitian ini, dengan variasi tegangan listrik mulai dari 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 volt, serta dilakukan variasi pH 10 dan 12. Data-data hasil analisa yang dilakukan di Lab Litbang Pertamina RU III.

Analisa Kuantitatif Yang Dilakukan

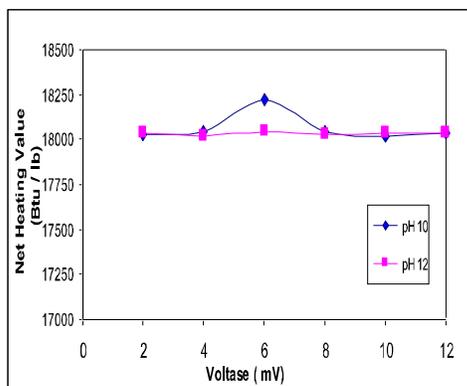
Analisa Pour Point dengan Metoda D-97 ASTM. Pada pH 12 merupakan temperatur pour point yang lebih tinggi dibandingkan dengan pH 10. Bertambahnya tegangan searah (V_{DC}) yang diberikan menyebabkan larutan mencapai tahap jenuh sehingga nilai pour point pada voltase 10 sudah mulai konstan baik itu untuk pH 10 maupun pH 12.

Analisa Flash Point dengan Metoda D-93 ASTM. Pada pembacaan gambar 4.4, pada pH 12 merupakan temperatur flash point yang lebih tinggi dibandingkan pada pH 10. Seperti pada pour point, dengan bertambahnya tegangan searah yang diberikan, nilai flash point konstan pada voltase 10, karena larutan mulai jenuh.

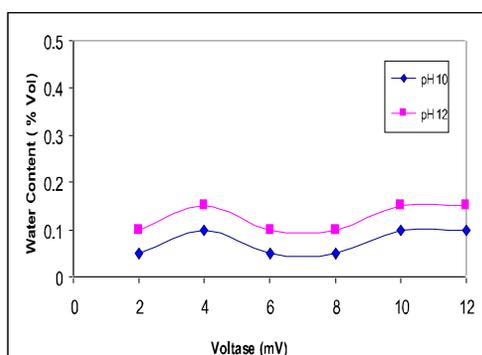
Analisa *Gross Heating Value* dan *Net Heating Value* dengan Metoda D-941 ASTM. Pada pembacaan gambar 4.6 dan 4.7, pH 10 pada voltase 6 merupakan nilai gross heating value lebih tinggi sedangkan harga gross heating value lebih rendah dicapai pada pH 12. Sedangkan untuk net heating value nilai lebih tinggi dicapai pada pH 10 dengan voltase 6 dan yang lebih rendah pada pH 12. Untuk masing-masing nilai heating value pada tegangan searah (V_{DC}) = 10 volt, nilai heating value sudah cenderung mulai konstan, karena pada voltase 12, nilai net heating value sudah mulai menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa pada tegangan searah sudah tercapai tingkat kesetimbangan (jenuh). Harga water content dan conradson carbon residue yang tinggi dapat mengurangi dari nilai dari *heating value*.



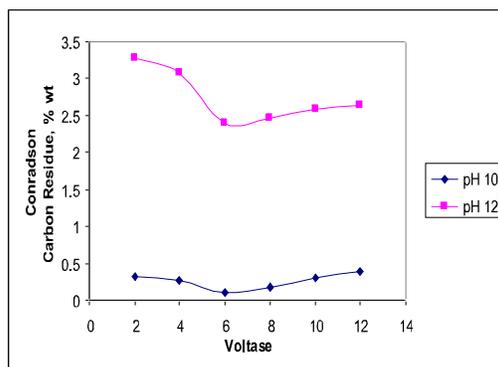
Gambar 5. Pengaruh Voltase dan pH KOH Terhadap Gross Heating Value dari bahan CPO



Gambar 6. Pengaruh Voltase dan pH KOH Terhadap *Net Heating Value* dari bahan CPO



Gambar 7. Pengaruh Voltase dan pH KOH Terhadap *Water Content* dari bahan CPO



Gambar 8. Pengaruh Voltase dan pH KOH Terhadap *Conradson Carbon Residue* dari bahan CPO

Analisa *Water Content* dengan Metoda D-95 ASTM. Water content adalah jumlah dari air yang masih terdapat dalam minyak. Water content dilakukan dengan menggunakan metode D-95 ASTM. Minyak dengan water content rendah merupakan minyak yang kualitasnya lebih baik dibandingkan dengan water content tinggi. Pada pembacaan gambar 4.5, pada pH 12 merupakan nilai water content yang tertinggi sedangkan water content

terendah dicapai pada pH 10. Hasil ini menunjukkan bahwa pada tegangan searah (V_{DC}) = 10 volt sudah tercapai tingkat kesetimbangan (jenuh), karena nilai water content pada voltase tersebut sudah konstan.

Analisa *Conradson Carbon Residue* dengan Metoda D-189 ASTM. Pada pembacaan gambar, pada pH 12 merupakan nilai yang tertinggi sedangkan ccr terendah dicapai pada pH 10. Hasil ini menunjukkan bahwa pada tegangan searah (V_{DC}) = 10 volt sudah tercapai tingkat kesetimbangan (jenuh), karena nilai ccr pada voltase tersebut sudah konstan. Pembuatan biofuel dari crude palm oil terutama ditujukan untuk mendapatkan produk bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan peranan minyak bumi yang sekarang banyak dipakai dengan menggunakan teknologi yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun ekonomis serta ramah lingkungan. Kemudian hasilnya dapat dimanfaatkan misalnya untuk keperluan rumah tangga, kendaraan, industri-industri pembangkit listrik, kapal laut dan pesawat terbang.

Berdasarkan uraian diatas ada cara lain untuk mendapatkan biofuel yaitu dengan *cara elektrolisa cpo pada kondisi basa kuat*. Dengan dicampur larutan elektrolit basa kuat KOH, elektron-elektron dari AC/DC konverter akan dihantarkan masuk ke struktur molekul-molekul cpo. Adanya elektrolisa pada larutan elektrolit KOH menyebabkan KOH akan terurai menjadi ionnya masing-masing yaitu ion K^+ dan OH^- . Didalam proses elektrolisa ini air juga akan ikut terelektrolisa menjadi H^+ dan OH^- . Larutan elektrolit KOH dan air yang terurai menjadi ion, merupakan ion radikal bebas yang merupakan jenis ion sangat reaktif. Sehingga ion-ion yang sangat reaktif ini akan mempengaruhi kejenuhan molekul-molekul CPO.

Elektron-elektron dari hasil elektrolisa pada penelitian ini juga berguna untuk mengaktifkan atom-atom logam yang ada didalam cpo dan juga mempengaruhi kestabilan ikatan-ikatan atau gaya-gaya van der waals cpo. Selanjutnya ikatan atau gaya van der waals cpo yang sebelumnya sangat rapat secara perlahan akan menjauh. Kemudian pada saat jarak antar molekul-molekul cpo sudah mulai menjauh, ada panas dari luar yang dihasilkan oleh heater, maka akan mengakibatkan molekul-molekul cpo yang sudah berjauhan akan putus dan pada molekul cpo terjadi pembengkakan (swelling) dimana pada saat pembengkakan reaksi antar atom radikal bebas dengan hidrogen dapat terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhatia Mohamed Subash, Abdul Rahman and Leng, Tan Yee 2001. *Catalytic Conversion of Palm Oil to Fuels and Chemical*. School of Chemical Engineering, Universiti Sains Malaysia. Malaysia