

BROCOLYST: (*BIODIESEL ZERO CO-SOLVENT AND CATALYST SYSTEM*)

Produksi Biodiesel Dengan Proses Elektro-Katalitik (*Simulation Steps*)

Ardika Lathif Marcharis¹, Akbar Haditya², Rachmania Aurel Yulianty³ dan Rudy Syah Putra⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia

⁴New and Renewable Energy Research Group, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

ABSTRAK

Telah dilakukan eksperimen pengaruh konsentrasi nacl, tegangan dan jenis elektroda dalam proses elektrolisis air terhadap perubahan ph. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi optimalisasi elektroda grafit dalam produksi ion H⁺ dan OH⁻ pada elektrolisis air sebagai katalis sistem biodiesel. Eksperimen dilakukan dengan elektrolisis aquades 100 ml yang ditambahkan elektrolit nacl dengan variasi konsentrasi 0-0,8 M pada variasi tegangan DC 5-20 V. Elektroda yang digunakan adalah grafit, *stainless steel* dan Titanium beserta gabungannya. Pengukuran ph, konduktivitas listrik dan arus dilakukan setiap interval 5 menit selama 60 menit yang dilakukan 3kali. Hasil penelitian menunjukkan, nilai ph meningkat secara signifikan sebesar 5,6->9 pada konsentrasi elektrolit yang tinggi dan atau tegangan yang tinggi menggunakan elektroda grafit. Konsentrasi nacl rendah (4×10^{-4} M) menggunakan elektroda G(Anoda)-SS(Katoda) dan G(Anoda)-Ti(Katoda) pada tegangan 10V menghasilkan nilai ph yang tinggi yaitu 5-10. Alkalinitas yang terbentuk dapat membantu meningkatkan laju reaksi transesterifikasi metil ester. Sehingga elektrosintesis biodiesel dapat dilakukan tanpa katalis tambahan.

Kata kunci: Biodiesel, Elektrolisis air, pH, NaCl, Elektroda

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, pemakaian energi bahan bakar minyak (BBM) sangat menanjak pesat sedangkan sumber bahan bakar minyak tersebut semakin menipis dari sumbernya (Nurjannah, 2010). Menurut analisis Hubbert, saat ini telah melewati puncak (Hubbert's peak) produksi minyak fosil pada tahun 2008 dan akan terus menurun produksinya hingga beberapa puluh tahun kedepan (Hubbert., 1956). Oleh karena itu pemerintah mengeluarkan kebijakan energi nasional melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak (Moeksin, 2017). Biodiesel merupakan solusi untuk menggantikan bahan bakar solar pada mesin diesel. Disamping biodiesel adalah bahan bakar ramah

lingkungan juga dapat diperbaharui dari bahan baku yang melimpah dan dapat di produksi secara periodik (Tambun., 2009).

Sintesis biodiesel dengan metode elektrolisis merupakan metode yang sangat memberi keuntungan. Aliran listrik yang digunakan pada metode ini dapat menciptakan efek katalitik yang bersifat asam dan basa. Sehingga terjadi fenomena elektrolisis air pada anoda dan katoda dimana air mengalami peruraian molekul menjadi ion H⁺ dan OH⁻ pada suhu ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) (Putra dkk., 2015). Pembentukan metil ester terjadi melalui proses reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang membutuhkan katalis asam dan basa. Maka dengan terbentuknya ion H⁺ dan OH⁻ pada permukaan elektroda akan dimanfaatkan sebagai katalis asam

maupun basa dalam sistem untuk membantu kedua proses reaksi yang berjalan dalam satu waktu (Putra dkk., 2015; Allioux dkk., 2017).

Pada penelitian yang lain, diketahui penggunaan katalis tambahan pada proses elektrosintesis biodiesel dapat meningkatkan tingkat rendemen %FAME. Katalis homogen seperti KOH (Fereidooni dkk., 2017) mendapatkan tingkat konversi biodiesel mencapai lebih dari 90%. Katalis heterogen seperti chitosan (Putra dkk., 2015; 2016) dan atau CaO dari cangkang telur (Putra dkk., 2017) yang bersifat basa menghasilkan biodiesel mencapai lebih dari 94%. Hasil rendemen yang didapat cukup tinggi akan tetapi proses pada penelitian ini belum mengoptimalkan efek katalitik yang ditimbulkan dari proses elektrolisis.

Perubahan pH merupakan parameter yang membantu dalam mengetahui konsentrasi ion H^+ dan OH^- yang dibentuk pada proses elektrolisis. Perubahan pH yang dialami dalam proses sintesis biodiesel sebesar 7–12 dalam 10 menit dengan elektroda Platina (Pt) (Guan and Kusakabe., 2009). Beberapa hasil penelitian juga melaporkan bahwa perubahan pH pada sistem elektrolisis air dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis elektroda, konsentrasi elektrolit (Ciblak dkk., 2012), dan tegangan listrik (Saulis dkk., 2005). Penggunaan elektroda dalam sintesis biodiesel menentukan hasil pH dan konversi biodiesel. Faktanya perubahan pH juga dialami pada elektroda *stainless steel* dan *hybrid Anion-Exchange* (hAEM) dalam sintesis biodiesel. Elektroda *stainless steel* mengalami perubahan pH dari 5–10 pada tegangan 10 V dan suhu 40 °C. Demikian pada dengan elektroda hAEM mengalami kenaikan pH hingga diatas nilai 9 pada suhu 20 °C (Allioux dkk., 2017).

Pada pemelitan ini akan dilakukan elektrolisis air dengan pengaruh konsentrasi elektrolit NaCl yang bertujuan untuk mengevaluasi intensitas produksi ion H^+ pada anoda dan ion OH^- pada katoda grafit yang terbentuk dari proses elektrolisis air yang akan digunakan pada sintesis biodiesel tanpa katalis. Proses elektrolisis dievaluasi melalui ragam elektroda, besar tegangan DC dan

konsentrasi garam elektrolit yang digunakan.

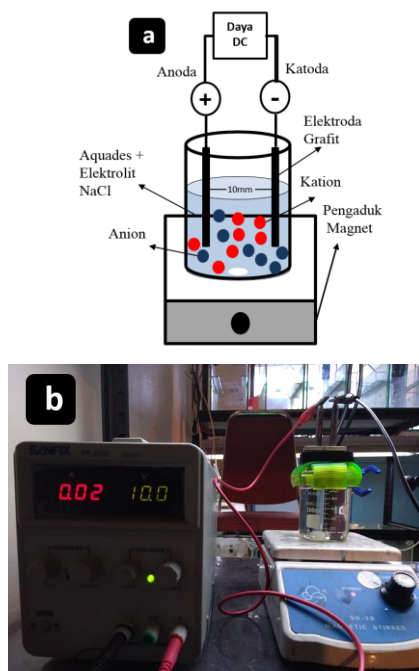
2. METODE PENELITIAN

1. Bahan Kimia dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada eksperimen ini yaitu garam NaCl (Merck, Germany) dan aquades. Alat yang digunakan berupa sumber daya listrik DC (Sanfix SP-305E, Taiwan), pengaduk magnet (TYFSF SH-2B, China), Neraca analitik (Fujitsu FS-AR210, Jepang), elektroda Grafit (\emptyset 8mm x 150mm), elektroda *stainless steel* batang (ketebalan 1,5mm-120mm x 20mm), elektroda Titanium batang (ketebalan 5mm-120mm x 20mm), pengukur pH/EC/TDS/suhu (Hanna Instrument-Romania).

2. Proses Elektrolisis Air

Eksperimen elektrolisis air dilakukan dengan penambahan elektrolit NaCl pada konsentrasi 0 (pada tegangan konstan DC 5; 10; 15; 20 dan 30 V) ; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; dan 0,8 M dalam 100 mL aquades pada tegangan DC 5V dengan elektroda grafit sebagai anoda dan katoda yang berjarak 10 mm. Elektrolisis ini dilakukan selama 60 menit dengan pengadukan konstan dan dilakukan sebanyak 3 kali. Pengukuran pH, konduktivitas listrik ($mS.cm^{-1}$) dan nilai arus (A) dilakukan dengan interval 5 menit. Pekerjaan yang sama juga dilakukan untuk pengaruh setiap tegangan konstan DC yaitu 5; 7,5; 10; 15; dan 20 V dengan konsentrasi elektrolit NaCl 0,1 M. Rangkaian reaktor elektrolisis ditunjukkan pada **Gambar 1** :



Gambar 1. Rangkaian alat elektrolisis air. (a) skema reaktor elektrolisis dan (b) gambar foto rangkaian proses elektrolisis air.

Perubahan pH dari proses elektrolisis air juga dipelajari dengan pengaruh jenis elektroda. Variasi elektroda ditandai dengan kode G(Anoda)-G(Katoda); G(Anoda)-SS(Katoda); G(Anoda)-Ti(Katoda) dan Ti(Anoda)-SS(Katoda) dengan G adalah Grafit; SS adalah *stainless steel*; dan Ti adalah Titanium. Elektrolisis dilakukan pada tegangan DC 10 dan 30 V pada masing-masing kode tipe elektroda dengan konsentrasi elektrolit NaCl 0,0004 M dalam 100 mL selama 60 menit proses elektrolisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

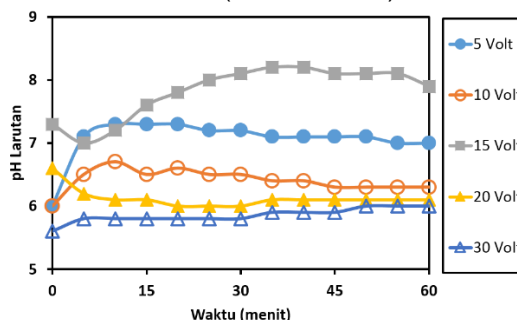
Elektroda grafit merupakan elektroda yang telah banyak digunakan dalam berbagai bidang elektrokimia seperti elektrolisis atau sel galvanik. Sifat mekaniknya yang seperti logam pada umumnya menjadikan grafit sebagai elektroda yang terbilang memberi banyak keuntungan khususnya dari segi ekonomi, kelimpahan dan ketahanannya terhadap suhu tinggi (Artadi., 2007 dan Moeksin dkk., 2017).

Pada elektrosintesis biodiesel dibutuhkan katalis asam dan basa untuk membantu proses reaksi esterifikasi dan transesterifikasi metil ester, sehingga

dengan kandungan air pada minyak menyebabkan terjadinya proses elektrolisis air membentuk ion H^+ dan OH^- yang memberikan efek katalitik. Intensitas konsentrasi kedua ion tersebut dapat di tunjukan oleh satuan pH (potensial Hidrogen) yang dihasilkan pada suatu proses elektrolisis.

1. Potensi elektroda grafit terhadap perubahan pH

Elektrolisis air menggunakan elektroda grafit tanpa elektrolit tidak berpengaruh signifikan terhadap perubahan pH. **Gambar 2.** menunjukkan bahwa perubahan pH terjadi hanya disekitar bagian pH netral (6,5~8,5) walaupun tegangan DC divariasikan. Pada tegangan 5 volt mendapatkan nilai pH tertinggi dengan nilai 7,3 pada menit ke 10 kemudian menurun hingga akhir elektrolisis. Perubahan pH tertinggi dialami pada penggunaan tegangan DC sebesar 15 volt dengan nilai pH tertinggi sebesar 8,2 pada menit ke 35. Hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 2.** memberikan informasi besarnya suatu tegangan DC dalam elektrolisis air tanpa elektrolit menurunkan nilai pH. Tinggi suatu tegangan pada proses elektrolisis ini tidak memicu besarnya suatu aktivitas pada reaktor yang menandakan tidak terjadi banyaknya reaksi reduksi oksidasi pada permukaan elektroda. hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai konduktivitas listrik pada air tanpa digunakannya elektrolit mengingat air (aquades) adalah larutan elektrolit yang tergolong lemah ($1 \mu S/cm$) sehingga membutuhkan bantuan zat terlarut elektrolit yang dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik (Effendi, 2003).



Gambar 2. Nilai pH dari proses elektrolisis air menggunakan elektroda grafit tanpa elektrolit NaCl.

Pengamatan dalam pengukuran perubahan pH diamati melalui 3 kali percobaan (Triplet) yang kemudian

ketiga nilai dari setiap percobaan di rata-ratakan menjadi nilai prediksi perubahan nilai pH dalam waktu tertentu. pengambilan data yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali disebabkan oleh terjadinya perubahan nilai pH yang tidak sesuai nilainya dari percobaan sebelumnya dengan perlakuan yang sama (fluktuatif). Pengulangan percobaan juga disebabkan dengan berbedanya kondisi awal nilai pH sebelum elektrolisis.

2. Pengaruh konsentrasi elektrolit NaCl terhadap perubahan pH

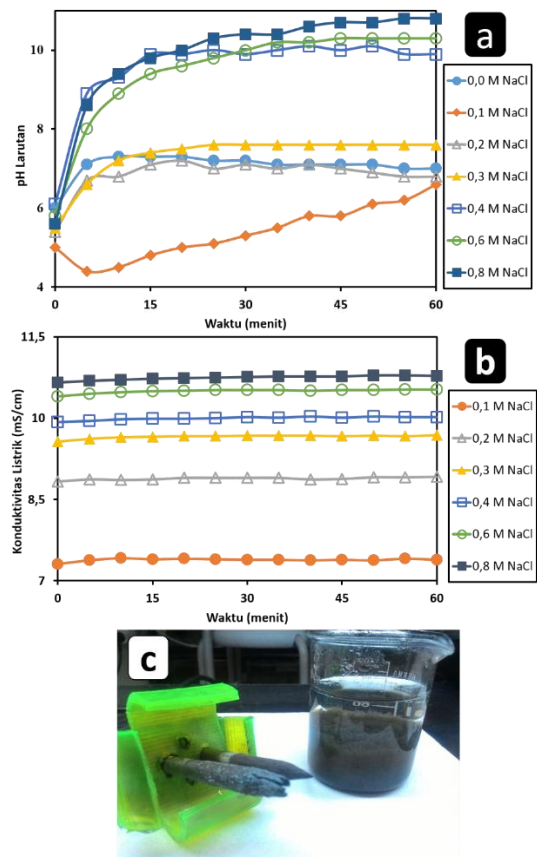
Elektrolisis air yang dilakukan tanpa menggunakan elektrolit terbukti tidak berpengaruh signifikan pada perubahan nilai pH. Bergantung pada potensi elektroda grafit dalam meningkatkan konsentrasi ion H^+ dan OH^- sangat tidak mungkin dilakukan walaupun dengan memberikan tegangan DC yang sangat tinggi. Ciblak dkk., (2012) mengatakan bahwa pada proses elektrolisis air konsentrasi suatu elektrolit sangat mempengaruhi dalam pergeseran nilai pH. Perlakuan yang sama dari pembahasan sebelumnya dilakukan juga pada percobaan ini.

Gambar 3. menunjukkan pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap perubahan pH menggunakan elektroda grafit pada anoda dan katoda. Pergeseran nilai pH yang terjadi pada reaktor elektrolisis merupakan hasil produksi ion-ion H^+ dan OH^- . **Gambar 3(a).** menunjukkan kenaikan nilai pH pada 5 menit pertama untuk semua konsentrasi NaCl namun intensitas kenaikannya berbeda. Konsentrasi NaCl 0,8 M menghasilkan kenaikan pH yang paling besar pada menit ke 20 dibandingkan konsentrasi NaCl lain dengan nilai 10,3 kemudian terus nilai pH terus meningkat hingga pada akhir proses elektrolisis dengan nilai pH 10,8. Kenaikan pH pada konsentrasi elektrolit NaCl 0,4 dan 0,6 M juga dialami hingga pada nilai pH masing-masing 9,9 dan 10,3 pada menit ke 60. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang terlibat dalam reaksi maka semakin besar juga efek katalitik basa yang diperoleh. Disisi lain juga konsentrasi NaCl < 0,4 M menunjukkan nilai pH netral (6,5~8,5).

Perbedaan pH pada setiap konsentrasi NaCl menunjukkan

perbedaan intensitas ion H^+ dan OH^- yang dihasilkan pada reaktor yang sama. Elektroda grafit dengan konsentrasi NaCl minimal 0,4 M pada tegangan 5 V mampu menghasilkan ion OH^- yang cukup besar untuk menumbuhkan sifat katalitik basa pada reaktor. Karena tingginya konsentrasi elektrolit NaCl menyebabkan peningkatan kerapatan arus pada larutan sehingga proses transfer elektron untuk memproduksi ion OH^- pada katoda meningkat (Ciblak dkk., 2012) dan mampu dijadikan sebagai katalis basa untuk reaksi transesterifikasi produksi biodiesel.

Gambar 3(b). menunjukkan nilai konduktivitas listrik yang berbeda intensitasnya dari setiap konsentrasi NaCl yang berbeda. Kenaikan nilai konduktivitas listrik pada proses elektrolisis dialami oleh seluruh konsentrasi NaCl. Perbedaan intensitas konduktivitas listrik pada setiap konsentrasi menunjukkan bahwa elektrolisis sangat dipengaruhi oleh konsentrasi NaCl (Marlina dkk., 2013).

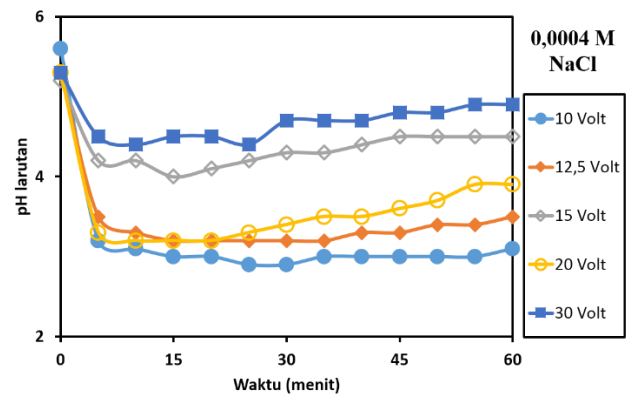


Gambar 3. (a) nilai pH dan (b) nilai konduktivitas listrik terhadap pengaruh

konsentrasi NaCl. Pada proses elektrolisis tegangan konstan DC 5 V, pengadukan konstan dan menggunakan elektroda G(Anoda)-G(Katoda). (c) Kondisi korositas elektroda grafit dan suspensi peluruhannya di larutan.

Nilai pH basa dicapai dengan menggunakan elektroda G(Anoda)-G(Katoda) jika konsentrasi elektrolit melebihi 0,4 M. Selain dengan naiknya arus dan aktivitas elektrolisis (proses transfer elektron), besarnya konsentrasi elektrolit memicu percepatan proses korosi (Isana., 2010). Mengingat elektroda grafit merupakan elektroda yang hanya memiliki ketahanan tinggi terhadap suhu (Artadi., 2007) bukan terhadap aktivitas elektrolitik, sehingga dengan tegangan yang rendah grafit mudah mengalami korosi dan meningkatnya suhu pada larutan (Isana., 2010) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3(c)**. Hal yang sama juga dialami pada proses elektrolisis dengan konsentrasi NaCl 0,6 dan 0,8 M.

Percobaan yang lain juga dilakukan terhadap perubahan nilai pH jika elektrolit yang ditambahkan berkonsentrasi mM (milimolar). Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui proses perubahan nilai pH pada aktivitas elektrolitik jika terdapat sedikit konsentrasi elektrolit NaCl berkonsentrasi mM dan juga untuk mengkonfirmasi ulang atas batas minimum elektroda grafit dalam membentuk efek katalitik basa yaitu 0,4 M NaCl. Telah digunakan konsentrasi NaCl 0,4 M yang dikonversi kedalam konsentrasi mM (milimolar). **Gambar 4.** menunjukkan arah perubahan pH pada setiap tegangan DC kepada kondisi asam. Nilai pH paling asam didapatkan jika tegangan DC yang diberikan sebesar 10 V dengan nilai pH 3~3,8 sedangkan nilai pH yang paling menuju arah netral didapatkan oleh tegangan DC sebesar 30 V dengan nilai pH 4,5~5.



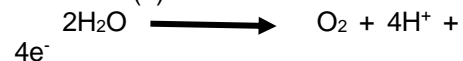
Gambar 4. Nilai pH terhadap konsentrasi NaCl 0,0004 M pada proses elektrolisis menggunakan elektroda G(Anoda)-G(katoda) dengan tegangan yang bervariasi

Semua hasil yang ditunjukkan **Gambar 4.** mengartikan tingginya intensitas pembentukan ion H⁺ dalam keadaan bebas sehingga pH menuntun ke arah asam. Perbedaan intensitas perubahan nilai pH pada setiap tegangan DC menunjukkan bahwa tegangan DC memiliki peran pada perubahan nilai pH (Saulis dkk., 2005). Penggunaan elektroda grafit pada elektrolisis air dengan konsentrasi NaCl 0,0004 M, lebih mudah mendapatkan nilai pH asam dengan tegangan DC yang semakin rendah, sedangkan semakin tinggi tegangan DC maka semakin tinggi proses reduksi yang terjadi pada katoda untuk memproduksi ion OH⁻ (Hamid dkk., 2017). Bertambahnya intensitas produksi ion OH⁻ menyebabkan terjadinya netralisasi ion oleh OH⁻ dan sebagian ion H⁺ yang membentuk molekul air (H₂O) (Wahyono dkk., 2017).

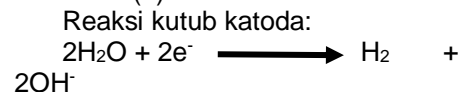
Reaksi kutub anoda:



(1)



(2)



(3)

(Guan dan Kusakabe, 2009)

Proses netralisasi tersebut ditunjukkan dengan pers. (2) yang menunjukkan bahwa pembentukan H⁺ pada suatu proses elektrolisis dua kali lebih cepat

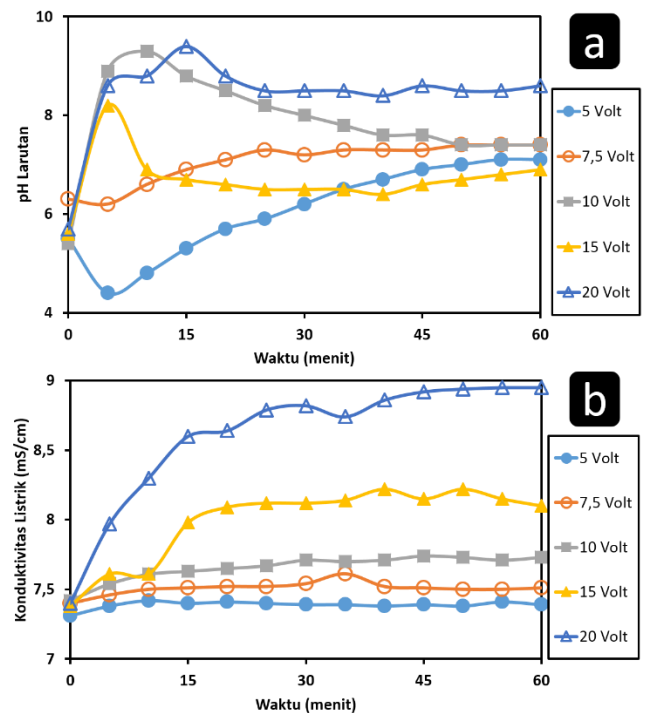
daripada pembentukan ion OH^- pada pers. (3) sehingga pH netral diasumsikan karena ion OH^- digunakan pada proses netralisasi. Nilai pH sistem juga tetap bertahan pada kondisi asam yang disebabkan ion-ion H^+ yang masih dalam keadaan bebas.

3. Pengaruh Tegangan DC terhadap Perubahan pH

Intensitas tegangan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai pH dan konduktivitas listrik (Saulis dkk., 2005). **Gambar 5(a)** menunjukkan telah terjadi perubahan pH yang berbeda berdasarkan perbedaan tegangan pada konsentrasi NaCl yang sama. Kenaikan nilai pH yang besar terjadi pada 5 menit pertama untuk semua jenis tegangan. Kenaikan pH paling tinggi di alami pada tegangan 20 V dengan nilai pH 9,4 di menit ke 5 dan 10. Kemudian nilai pH naik lagi pada menit ke 15 sebagai puncaknya dengan nilai 9,8 lalu setelahnya pH menurun perlahan hingga menit ke 60. Pola naik dan turun terhadap nilai pH juga dialami oleh semua jenis intensitas tegangan yang diberikan. Pada rentang waktu 5-20 menit merupakan waktu puncak dengan nilai pH tertinggi. Kemudian nilai pH justru menurun ketika sudah memasuki menit ke 25 dan akan menjadi stabil hingga akhir elektrolisis. Pola naik dan turunnya nilai pH menunjukkan bahwa proses reaksi oksidasi reduksi pada permukaan elektroda semakin meningkat seiring dengan naiknya tegangan pada konsentrasi elektrolit NaCl yang sama (Hamid dkk., 2017). Namun turunnya nilai pH dalam kondisi tersebut pada dasarnya terjadi pada elektrolisis air. Bedanya kuantitas ion H^+ dan OH^- juga disebabkan oleh adanya proses netralisasi kembali oleh ion OH^- dan sebagian ion H^+ membentuk molekul air (H_2O) (Wahyono dkk., 2017).

Tegangan yang tinggi pada konsentrasi elektrolit yang rendah akan memberikan respon perubahan pH seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5(a)**. Konsentrasi OH^- yang tinggi hanya didapatkan pada menit 5-20 sedangkan setelah menit ke 20 hingga 60 produksinya menurun. Artinya proses transesterifikasi metil ester hanya optimal pada menit ke 5 hingga 20 sedangkan selanjutnya optimalisasi

proses esterifikasi pada tegangan sebesar 20 V dengan konsentrasi elektrolit NaCl 0,1 M.



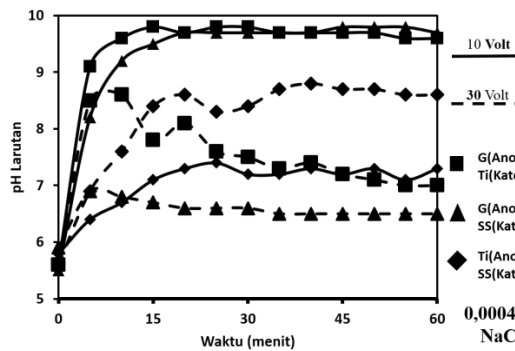
Gambar 5. (a) nilai pH dan (b) nilai konduktivitas listrik terhadap pengaruh tegangan konstan DC. Pada proses elektrolisis dengan konsentrasi NaCl 0,1 M, pengadukan konstan dan menggunakan elektroda G(Anoda)-G(Katoda).

Konduktivitas listrik yang ditunjukkan pada **Gambar 5(b)** menunjukkan perubahan dengan meningkatnya tegangan yang diberikan. Perubahan konduktivitas listrik terjadi semakin cepat dengan meningkatnya intensitas tegangan. Kenaikan konduktivitas listrik terbesar terjadi pada 1-15 menit pertama pada tegangan 20 V. Berbeda dengan nilai konduktivitas listrik yang ditunjukkan pada **Gambar 3(b)** menunjukkan nilai konduktivitas listrik yang berbeda setiap konsentrasi NaCl pada kondisi tanpa elektrolisis akan tetapi perubahannya tak jauh dengan kondisi awal tanpa elektrolisis.

4. Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Perubahan pH

Perubahan nilai pH pada pengaruh tipe elektroda dalam elektrolisis air juga dilakukan pada percobaan ini. Penggunaan elektroda

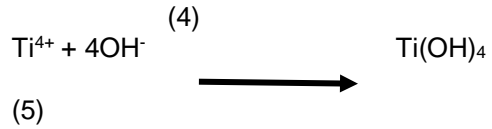
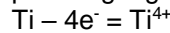
pada suatu proses elektrolisis juga dapat mempengaruhi pergeseran nilai pH (Ciblak dkk., 2012). **Gambar 6.** menunjukkan perubahan nilai pH pada pengaruh tipe elektroda dalam elektrolisis air dengan konsentrasi elektrolit NaCl 0,0004 M. Perubahan pH paling signifikan dialami oleh elektroda G(Anoda)-Ti(Katoda) dan G(Anoda)-SS(Katoda) yang mengarah pada kondisi basa dengan masing-masing bertegangan konstan DC 10 Volt. Pembahasan sebelumnya yang ditunjukkan pada **Gambar 4.** membuktikan elektroda grafit yang digunakan sebagai elektroda pada kondisi dan perlakuan yang sama memberikan produksi H^+ dominan walaupun dengan tegangan DC yang tinggi.



Gambar 6. nilai pH terhadap pengaruh jenis elektroda dalam elektrolisis air dengan 0,0004 M NaCl pada tegangan DC 10 Volt dan 30 Volt. Tipe elektroda yang digunakan G: Grafit ; Ti: Titanium dan SS: stainless steel.

Produksi ion OH^- yang mendominasi pada proses elektrolisis ini mungkin disebabkan dengan berbedanya jenis elektroda antara kutub anoda dan kutub katoda. Perbedaan nilai resistivitas listrik pada setiap elektroda menyebabkan besarnya tingkat konsumsi energi tegangan yang dibutuhkan untuk meningkatkan kerapatan arus. Stainless steel, titanium dan grafit merupakan urutan dari nilai resistivitas listrik dari yang terkecil hingga terbesar sehingga grafit membutuhkan energi yang cukup tinggi untuk meningkatkan kerapatan arus (Couper dkk., 1990). Hal ini yang menyebabkan produksi OH^- pada katoda lebih cepat dibandingkan pada anoda (produksi H^+) sehingga nilai pH

bisa dicapai hingga 9-10 dengan kerapatan arus yang lebih sempurna pada tegangan DC yang sama.



(5) Titanium yang dijadikan sebagai anoda dikombinasi dengan stainless steel sebagai katoda seperti pada **Gambar 6.** menunjukkan perubahan pH yang tidak terlalu signifikan bahkan pola perubahan pH tersebut tidak didapatkan pada hasil sebelumnya. Titanium pada anoda sebagai elektroda non-inert menyebabkan proses oksidasi, dan membentuk Ti^{4+} (pers. 4) yang kemudian membentuk suspensi $Ti(OH)_4$ (pers. 5) berwarna putih yang terlarut (Chen dkk., 2005). Pembentukan suspensi tersebut yang mengurangi tingkat konsentrasi ion OH^- dalam yang terbentuk sehingga Nilai pH dalam sistem menjadi tidak teratur.

5. KESIMPULAN

Elektrosintesis biodiesel memanfaatkan katalis sistem dapat dilakukan dengan mengoptimalkan proses elektrolisis yang diatur berdasarkan aspek konsentrasi elektrolit, tegangan konstan DC dan jenis elektroda. elektroda grafit terbukti menghasilkan pH asam ketika elektrolit NaCl <0,4 M sedangkan konsentrasi NaCl >0,4 M mampu membentuk konsentrasi ion OH^- yang tinggi (pH basa) pada tegangan DC 5 V. Hal yang sama terjadi pada tegangan DC 20 V dengan konsentrasi elektrolit NaCl 0,1 M menggunakan elektroda grafit. Jenis elektroda G(Anoda)-Ti(Katoda) dan G(Anoda)-SS(Katoda) juga membentuk konsentrasi ion OH^- yang tinggi dengan tegangan konstan DC 10 V pada larutan berkonsentrasi 0,0004 M NaCl.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEKDIKTI yang telah memberi bantuan biaya penelitian melalui kegiatan Program Kegiatan Mahasiswa – Penelitian Eksakta (PKM-PE) 2018.

DAFTAR PUSTAKA

1. Allieux, FM., Holland, BJ., Kong, L., Dumeé, LF. 2017. Electro-Catalytic Biodiesel Production from Conola Oil in Methanolic and Ethanolic Solutions with Low-Cost Stainless Steel and Hybrid Ion-Exchange Resin Grafted Electrodes. *Frontiers in Material*. **4**, 22-32.
2. Artadi, A. 2007. Penggunaan Grafit Batu Baterai Sebagai Alternatif Elektroda Spektrografi Emisi. *JFN*, **1**(2), 105-120.
3. Chen, CC., Chen, JH., Chao, CG. 2005. Electrochemical Characteristics of Surface of Titanium Formed by Electrolytic Polishing and Anodizing. *Journal of Mater. Sci.* **40**, 4053-4059.
4. Ciblak, A., Mao, X., Padilla, I., Vesper, D., Alshawabkeh, I., Alshawabkeh, AN. 2012. Electrode Effects on Temporal Changes in Electrolyte pH and Redox Potential for Water Treatment. *Journal. Env. Sci. Heal.* **47**, 718-726.
5. Couper, A.M., Pletchen D., dan Walsh, E., 1990. Electrode Material For Electrosynthesis. *Chem.Rev.* **90**, 837-865.
6. Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius: Yogyakarta
7. Fereidooni, L., Tahvildari, K., And Mehrpooya, M. 2017. Trans-esterification of Waste Cooking Oil with Methanol by Electrolysis Process Using KOH. *Renew. Energy*.
8. Guan, G and Kusakabe, K. 2009. Synthesis of Biodiesel Fuel Using an Electrolysis Method. *Chem. Eng. Journal.* **153**, 159-163.
9. Hamid, RA., Purwono., Oktawan, W. 2017. Penggunaan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon Dengan Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Elektrolisis dalam Penurunan Konsentrasi TSS dan CoD pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal. Tek. Kim.* **6**, 01.
10. Hubbert, MK. 1956. Nuclear Energy and The Fossil Fuel. *Shell. Dev.Texas.* 07-25.
11. Isana, SYL. 2010. Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda *Stainless steel*. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Yogyakarta
12. Marlina, E., Wahyudi, S., dan Yuliati, L. 2013. Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O dengan Katalis NaHCO₃. *Jurnal Rekayasa Mesin.* **4**(1), 53-58.
13. Moeksin, R., Shofahaudy, MZ., dan Warsito, DP. 2017. Pengaruh Rasio Metanol dan Tegangan Arus Elektrolisis Terhadap Yield Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia.* **23**(1), 39-47.
14. Nurjannah. 2010. *Perengkahan Katalitik Minyak Sawit Untuk Menghasilkan Biofuel*. Disertasi. Institut Teknologi Semarang: Semarang
15. Putra, RS., Hartono, P., Julianto, TS. 2015. Conversion of Methyl Ester from Used Cooking Oil: the Combine Use of Electrolysis Process and Chitosan. *Energy Procedia.* **65**, 309-316.
16. Putra, RS., Pratama, K., Antono, Y., Idris, M., Rua, J., Ramadhani, H. 2016. Enhanced Electrocatalytic Biodiesel Production with Chitosan Gel (Hydrogel and Xerogel). *Procedia Engineering.* **148**, 609-614.
17. Putra, RS., Liyanita, A., Arifah, N., Puspitasari, E., Sawaludin., Hizam, MN. Enhanced Electro-Catalytic Process on the Synthesis of FAME Using CaO from Eggshell. *Energ. Procd.* **105**, 289-296
18. Saulis, G., Lape, R., Praneviciute, R., Mickevicius, D. 2005. Changes of the Solution pH Due to Exposure by High-voltage Electric Pulse. *Bioelectrochemistry.* **67**, 101-108
19. Tambun, H. 2009. *Analisis Pengaruh Temperatur Reaksi dan Konsentrasi Katalis KOH dalam Media Etanol terhadap Perubahan Kualitasistik Fisika Biodiesel Minyak Kelapa*. Thesis. Universitas Sumatra Utara: Medan.
20. Wahyono, Y., Sutanto, H., Hidayanto, E. 2017. Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode Elektrolisis dari Elektrolit Air dan Air Laut dengan Penambahan Katalis NaOH. *Youngster. Phys. Journal.* **6**, 353-359.