
Sintesis Komposit Polianilin-Karbon Aktif dari Tongkol Jagung sebagai Elektrolit Padat Pada Baterai

Lela Mukmilah Yuningsih, Dikdik Mulyadi, Yusri Mutia Fauziyah

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Jl. R Syamsudin
SH No. 50 Kota Sukabumi, 43113

Email: lelathea@ummi.ac.id

Received: March 2018; Revised: August 2018; Accepted: November 2018; Available Online: November 2018

Abstrak

Komposit polianilin-karbon aktif disintesis dengan menggunakan metode polimerisasi anilin secara oksidasi kimia serta variasi suhu karbonisasi 800 °C dan 1000 °C. Komposit polianilin-karbon aktif dikarakterisasi nilai konduktivitas, gugus fungsi, kristalinitas, morfologi, komposisi dan besaran listriknya dengan analisis LCR-meter, FTIR, XRD, SEM-EDX dan multimeter digital. Nilai konduktivitas komposit polianilin-karbon suhu karbonisasi 800 °C dan 1000 °C berturut-turut yaitu 0.718 S/cm dan 1.1003 S/cm. Komposit polianilin-karbon aktif 800 dan Polianilin-Karbon aktif 1000 menunjukkan adanya pita serapan yang identik dengan PANI. Bilangan gelombang yang muncul pada komposit PANI-karbon aktif 800 dan PANI-karbon aktif 1000 merupakan puncak karakteristik dari PANI dimana bilangan gelombang 1562 cm⁻¹, 1558 cm⁻¹ merupakan vibrasi C=N dan 1479 cm⁻¹, 1475 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur C=C dengan derajat kristalinitas PANI-Karbon aktif 800 yaitu 23.31% dan PANI-Karbon aktif 1000 yaitu 37.68 %. Analisis morfologi permukaan dan kandungan unsur komposit menggunakan SEM-EDX menunjukkan bahwa partikel polianilin tumbuh pada serat karbon aktif dan terbebas dari unsur pengotor. Tegangan dan Arus yang dihasilkan PANI-Karbon 800 dan PANI-Karbon 1000 berturut-turut tegangan 1.09 Volt dengan arus 19.74 mA dan 1.15 Volt dengan arus 19.98 mA.

Kata kunci: Karbon aktif, komposit, konduktivitas, polianilin.

Abstract

The polyaniline-activated carbon composites are synthesized using aniline chemical oxidation polymerization methods as well as variations in carbonization temperature of 800 °C and 1000 °C. The polyaniline-activated carbon composites are characterized by their value of conductivity, functional groups, crystallinity, morphology, composition and electrical quantities by LCR-meter analysis, FTIR, XRD, SEM-EDX and digital multimeters. The conductivity value of composite polyanilin-activated carbon with carbonization temperature of 800°C and 1000 °C are 0.718 S/cm and 1.1003 S/cm. Polyaniline-activated carbon 800 composite and Polyaniline-activated carbon 1000 composite showed absorption bands according to PANI. The wave number that appear on PANI-activated carbon 800 composite and PANI-activated carbon 1000 peak is characteristic of PANI where the wave number 1562 cm⁻¹, 1558 cm⁻¹ is the vibration of the C = N and 1479 cm⁻¹, 1475 cm⁻¹ is the vibration of the C = C with slacking off the degree of crystallinity PANI-activated carbon 800 i.e. 23.31% and PANI-activated Carbon 1000 i.e. 37.68%. Analysis of surface morphology and composite element content using SEM-EDX shows that particles of polianilin grows on active carbon fiber and free from impurity. The resulting voltage and current both PANI-Carbon 800 and PANI-carbon 1000 are 1.09 volt 19.74 mA and 1.15 Volts 19.98 mA.

Keywords: Activated carbon, composite, conductivity, polyaniline.

DOI: <http://10.15408/jkv.v4i2.7390>

1. PENDAHULUAN

Karbon aktif lebih sering diaplikasikan sebagai adsorben. Selain diaplikasikan sebagai adsorben karbon juga memiliki fungsi lain yang jauh lebih memiliki nilai jual yang tinggi yaitu sebagai bahan karbon untuk baterai kendaraan berbasis energi listrik, sebagai pengganti bahan aditif elektroda pada baterai, juga bahan elektrolit padat baterai. Syarat bahan agar dapat dijadikan elektroda maupun elektrolit padat pada baterai adalah memiliki nilai konduktivitas yang tinggi, karena dengan semakin tinggi nilai konduktivitas suatu bahan maka semakin baik bahan tersebut dalam menghantarkan arus (Destyorini *et al.* 2010)

Menurut Yuningsih *et al.* (2016) Nilai konduktivitas karbon aktif tongkol jagung yaitu berkisar antara 0.8351-0.8622 S/cm. Nilai konduktivitas ini relatif masih rendah untuk dapat diaplikasikan sebagai elektrolit padat. Untuk meningkatkan nilai konduktivitas dari karbon aktif dapat dilakukan pengompositan karbon aktif (Surianty *et al.*, 2013).

Komposit karbon aktif dapat dibuat dengan menambahkan sejenis polimer konduktif dengan karbon aktif (Nurdiati 2015). Polianilin (PANI) merupakan polimer konduktif yang sering digunakan dikarenakan polianilin memiliki sifat elektrokimia, listrik dan optis yang unik serta mempunyai stabilitas termal yang baik (Surianty *et al.* 2013). Nurdiati (2015) telah berhasil mensintesis komposit PANI-karbon dari tempurung kemiri sebagai bahan elektrode kapasitor dengan nilai konduktivitas listrik sebesar 5.7×10^{-5} S/cm.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai konduktivitas, besaran listrik, karakteristik gugus fungsi, kristalinitas, morfologi dan komposisi komposit PANI-karbon dengan variasi suhu karbonisasi karbon aktif 800 °C dan 1000 °C.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, *stirer*, oven, *furnace*, peralatan kaca yang umum di laboratorium, LCR-meter HIOKI 3522-50 untuk mengukur konduktivitas, FTIR Bruker, XRD Shimadzu 7000, SEM-EDX ZEISS EVO 50 dan Multimeter Digital DEKKO DM-133D.

Bahan-bahan yang digunakan adalah tongkol jagung, akuades, anilin, kalium dikromat, asam klorida dan aseton.

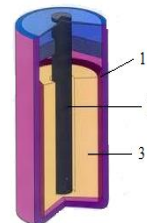
Sintesis Karbon Aktif Tongkol Jagung

Sintesis arang aktif mengacu pada Nyimas *et al.* (2014). Tongkol jagung dipotong-potong dan dicuci, setelah itu dioven untuk pada suhu 105 °C selama 12 jam. Selanjutnya, tongkol jagung dimasukkan ke dalam *furnace*, kemudian dipanaskan pada suhu 800°C dan 1000°C selama 2 jam. Setelah itu arang yang dihasilkan didinginkan di dalam *furnace* selama 12 jam, dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 105 °C. Kemudian arang di aktivasi secara fisika pada suhu 600 °C selama 2 jam.

Sintesis Komposit PANI-Karbon aktif

Polimerisasi anilin mengacu pada penelitian Nur (2017). 0.2 gram karbon aktif ditambahkan anilin dengan rasio bobot anilin terhadap karbon aktif (ba:bk) 5:1; 10:1; 15:1 dan 20:1. Campuran diaduk selama 1 jam kemudian dilarutkan kedalam 75 mL larutan HCl. Larutan inisiator dibuat dengan melarutkan $K_2Cr_2O_7$ dalam 75 mL larutan HCl. Konsentrasi HCl yang digunakan adalah 3M. Perbandingan mol inisiator terhadap monomer sebesar 1:2. Kedua larutan dicampur dan diaduk selama 30 menit. Campuran didiamkan selama 24 jam. Hasil komposit PANI-karbon aktif disaring kemudian dicuci dengan larutan HCl 0.2 M dan aseton selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 60 °C. Komposit PANI-Karbon dikarakterisasi dengan analisis LCR-meter, FTIR, SEM-EDX dan XRD.

Karakterisasi Besaran Listrik Komposit PANI-Karbon



Gambar 1. Model baterai komposit PANI-Karbon (William *et al.* 2014)

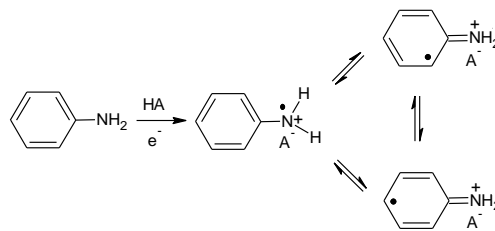
Keterangan :

1. Anoda : Terbuat dari Zn(seng)
2. Katoda : Terbuat dari Grafit/Karbon
3. Elektrolit : Elektrolit padat komposit PANI-Karbon

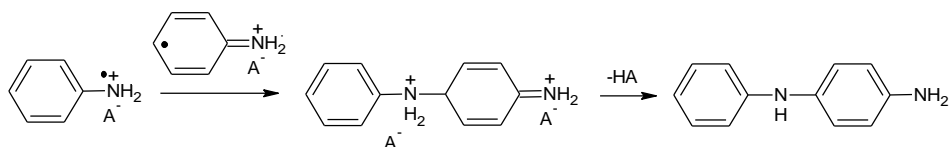
Pengukuran arus dan tegangan komposit PANI-karbon dilakukan dengan menggunakan multimeter digital DEKKO DM-

133D. Pertama disiapkan baterai yang sudah tidak digunakan, dikeluarkan isi dari baterai tersebut, lalu dimasukkan komposit PANI-karbon kedalam baterai dan dipadatkan isinya sampai penuh kemudian ditutup kembali seperti semula. Kemudian diukur tegangan dan arusnya dengan multimeter digital. Adapun model baterai komposit PANI-Karbon ditunjukkan pada gambar 1.

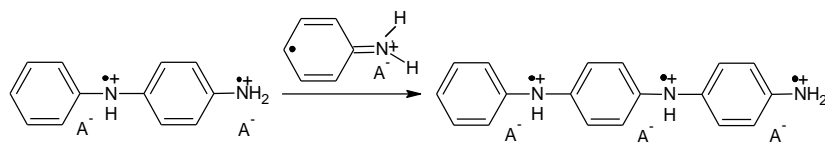
Tahap 1. Inisiasi



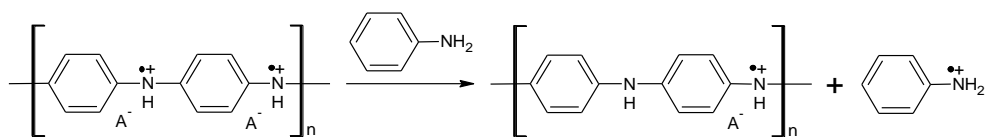
Tahap 2. Kopling radikal



Tahap 3. Propagasi rantai



Tahap 4. Terminasi



Gambar 2. Mekanisme reaksi polimerisasi (Taylor 2009)

Karakterisasi Komposit PANI-Karbon Aktif

Nilai konduktivitas karbon aktif dan PANI-Karbon dengan berbagai rasio bobot komposit pada frekuensi 10000 Hz ditunjukkan pada tabel 1. Nilai konduktivitas komposit PANI-Karbon semakin meningkat seiring meningkatnya suhu karbonisasi dari karbon

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis PANI-Karbon aktif

Sintesis komposit PANI-karbon dilakukan dengan menggunakan metode polimerisasi anilin secara oksidasi kimia. Menurut Hadiana (2012) polimerisasi anilin secara oksidasi kimia dapat dilakukan dengan cara oksidasi anilin oleh inisiator pada media larutan asam. Adapun mekanisme polimerisasi anilin secara oksidasi kimia ditunjukkan pada gambar 2.

aktif, hal ini disebabkan karena meningkatnya suhu karbonisasi menyebabkan derajat kristalinitas semakin meningkat yang mana mengindikasikan pembentukan struktur atom karbon yang semakin teratur sehingga menyebabkan peningkatan konduktivitas (Destyorini *et al.*, 2010).

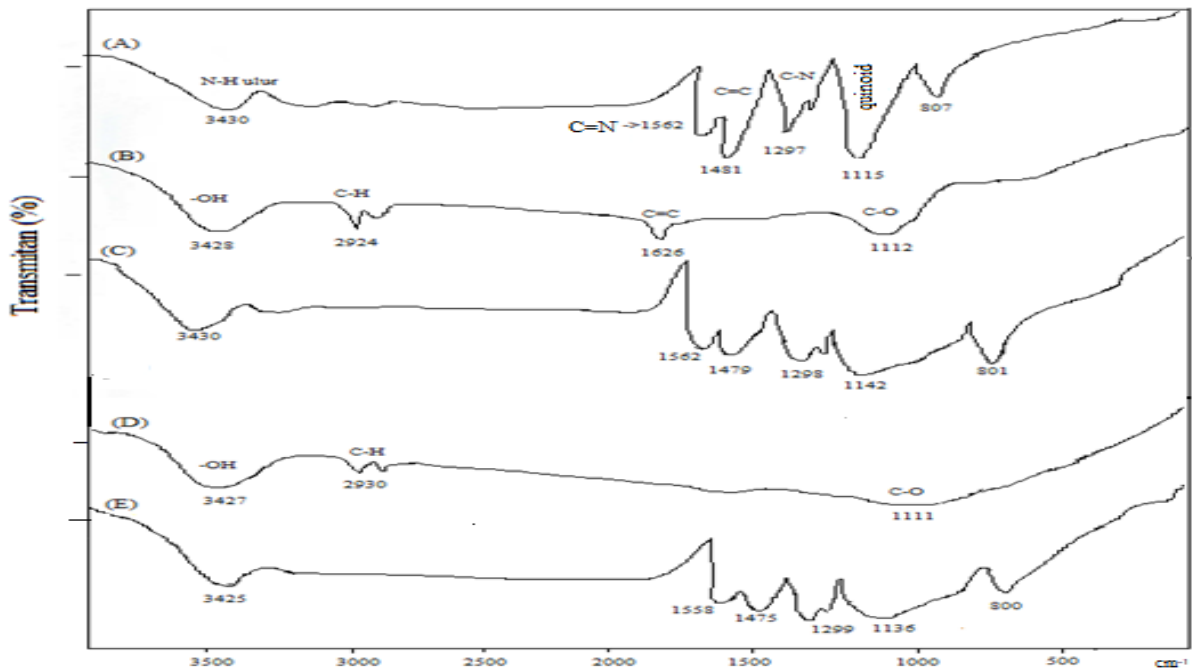
Meningkatnya rasio anilin menyebabkan penurunan nilai konduktivitas, hal ini dikarenakan pada bobot anilin yang tinggi monomer anilin tidak terprotonasi secara sempurna atau menyisakan atom nitrogen imin (=N-) yang tidak terprotonasi dalam PANI (Rao *et al.* 2002). Nilai konduktivitas komposit optimum yang diperoleh pada komposit PANI-Karbon aktif dengan suhu karbonisasi 800 °C dan 1000 °C yakni pada rasio anilin-karbon 5:1 yaitu 0.718 S/cm dan 1.1003 S/cm.

Hasil pengujian dengan menggunakan FTIR diperoleh seperti ditunjukkan oleh gambar 3. Karbon aktif dengan karbonisasi 800 °C dan 1000 °C menunjukkan adanya vibrasi -OH pada 3428 cm⁻¹ dan 3427 cm⁻¹. Serapan pada bilangan gelombang 2924 cm⁻¹ dan 2930 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C-H dari senyawa

aromatik, serapan pada bilangan gelombang 1113 cm⁻¹ dan 1111 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi C-O, dan serapan pada bilangan gelombang 1626 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C=C. Komposit PANI-karbon aktif 800 dan PANI-Karbon aktif 1000 menunjukkan adanya pita serapan yang identik dengan PANI. Bilangan gelombang 1562 cm⁻¹, 1558 cm⁻¹, 1479 cm⁻¹ dan 1475 cm⁻¹ yang muncul pada komposit PANI-karbon aktif 800 dan PANI-karbon aktif 1000 merupakan puncak karakteristik dari PANI dimana 1562 cm⁻¹, 1558 cm⁻¹ merupakan vibrasi C=N dan 1479 cm⁻¹, 1475 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur C=C. Sedangkan puncak karakteristik dari PANI konduktif yakni pada bilangan gelombang 1142 cm⁻¹ dan 1136 cm⁻¹ (Sharma *et al.* 2015).

Tabel 1. Nilai konduktivitas Karbon Aktif dan Komposit PANI-Karbon aktif pada frekuensi 10000Hz

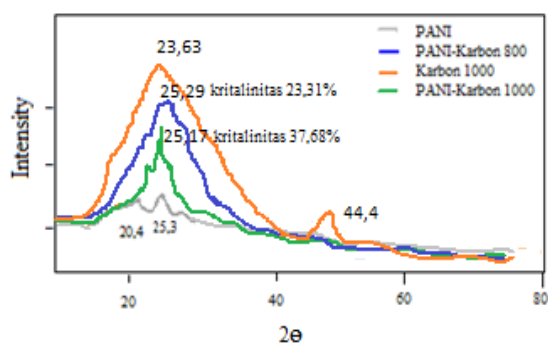
Konduktivitas Karbon aktif (S/cm)		Rasio Anilin-Karbon	Konduktivitas PANI-Karbon aktif (S/cm)	
Karbon aktif 800	Karbon aktif 1000		PANI-Karbon aktif 800	PANI-Karbon aktif 1000
		5:1	0.718	1.1003
0.00172	0.00775	10:1	0.0722	0.1575
		15:1	0.0179	0.0842
		20:1	0.00722	0.0249



Gambar 3. Spektrum FTIR (a) PANI (Mathew *et al.* 2013) (b) karbon 800 °C (c) komposit PANI-karbon aktif 800 (d) karbon 1000

°C (e) komposit PANI-karbon aktif 1000.

Hasil XRD komposit PANI-karbon ditunjukkan pada gambar 4. Puncak difraksi karbon yang dihasilkan yaitu pada $2\theta = 23.63^\circ$ dan $2\theta = 44.4^\circ$ dengan intensitas yang kecil. Menurut Sonibare *et al.*, (2010) melebarinya puncak difraksi sinar-X pada sudut $2\theta = 10^\circ$ - 30° dan munculnya puncak di $2\theta = 24^\circ$ mengindikasikan bahwa karbon aktif yang dihasilkan merupakan *turbostatic*, yang mana bentuk *turbostatic* mendekati bentuk kristalin dari karbon. Menurut Sharma *et al.* (2015) struktur semikristalin dari PANI berada pada nilai $2\theta = 20.4^\circ$ dan 25.3° yang merupakan PANI dalam bentuk garam emeraldin.



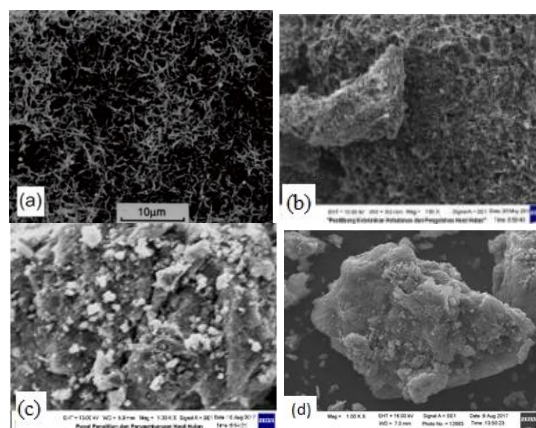
Gambar 4. Spektra XRD PANI (Sharma *et al.*, 2015), Karbon, PANI-Karbon 800 dan PANI-Karbon 1000

Puncak difraksi yang diperoleh untuk komposit PANI-karbon aktif 800 dan PANI-Karbon aktif 1000 berturut-turut yaitu pada nilai $2\theta = 25.29^\circ$ dan 25.17° yang merupakan karakteristik PANI dalam komposit PANI-Karbon dan puncak khas karbon pada komposit PANI-karbon yaitu pada $2\theta = 23.93^\circ$. Hal ini menunjukkan bahwa PANI terdispersi pada permukaan karbon membentuk komposit PANI-karbon dengan derajat kristalinitas PANI-Karbon aktif 800 yaitu 23.31% dan PANI-Karbon aktif 1000 yaitu 37.68 %.

Mikrograf SEM PANI-karbon (gambar 5) yang disintesis menunjukkan pembentukan butiran yang mengumpul dan tidak teratur dari PANI, hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Sharma *et al.* (2015) dimana polimerisasi PANI ke karbon menyebabkan pengendapan PANI pada permukaan karbon sehingga permukaan karbon menjadi kasar.

Tabel 2 menunjukkan komposisi unsur yang terkandung dalam komposit PANI-karbon adalah C, N, O dan Cl. C dan O merupakan hidrokarbon penyusun karbon aktif, sedangkan

N merupakan unsur penyusun PANI dan Cl merupakan anion hasil pendopingan PANI oleh HCl. Berdasarkan hasil yang diperoleh komposit PANI-karbon terbebas dari pengotor.



Gambar 5. Mikrograf SEM (a) PANI pada perbesaran 1000x (Wallace *et al.* 2003) (b) karbon tongkol jagung (Yuningsih *et al.* 2016) (c) komposit PANI-Karbon 800 (d) komposit PANI-karbon 1000.

Tabel 2. Komposisi Komposit PANI-Karbon

Komposit	Unsur	Berat %
PANI-Karbon800	Karbon (C)	50.11
	Nitrogen (N)	20.88
	Oksigen (O)	7.23
PANI-Karbon1000	Klor (Cl)	21.78
	Karbon (C)	70.54
	Nitrogen (N)	16.89
	Oksigen (O)	6.41
	Klor (Cl)	6.16

Komposit PANI-karbon diuji besaran listriknya dengan menggunakan alat multimeter digital. Komposit PANI-Karbon 800 menghasilkan tegangan 1.09 V dan arus sebesar 19.74 mA. Sedangkan komposit PANI-Karbon 1000 menghasilkan tegangan 1.15 V dengan arus 19.98 mA. Tegangan dan arus yang dihasilkan komposit PANI-karbon aktif 1000 lebih besar dibandingkan komposit PANI-karbon aktif 800 hal ini mengindikasikan bahwa nilai konduktivitas dan derajat kristalinitas berpengaruh terhadap besaran listrik yang dihasilkan, dimana nilai konduktivitas dan derajat kristalinitas yang besar menghasilkan besaran listrik yang besar pula.

4. SIMPULAN

Nilai konduktivitas PANI-Karbon 800 dan PANI-Karbon 1000 berturut-turut 0.718 S/cm dan 1.1003 S/cm dengan tegangan kerja 1.09 Volt dengan arus 19.74 mA dan 1.15 Volt dengan arus 19.98 mA.

DAFTAR PUSTAKA

- Destyorini F, Suhandi A, Subhan A, dan Indayaningsih I. 2010. Pengaruh suhu karbonasi terhadap struktur dan konduktivitas listrik arang serabut kelapa. *Jurnal Fisika*. 10(02): 122-132
- Hadiana D. 2012. Polimerisasi Anilin Oleh Horseradish Peroksidase Dan Karakteristiknya [Tesis]. Depok (ID): Program Studi Magister Ilmu Kimia UI
- Mathew H, Punnackal VS, Kuriakose S, Kumari BS dan Manuel A. 2013. Synthesis and electrical characterization of polyaniline-multiwalled carbon nanotube composite with different dopants. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 3(8): 1-9.
- Nur NM. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Polianilin-selulosa dari Tongkol Jagung sebagai Bahan Baku Elektrolit Padat Baterai [Skripsi]. Sukabumi (ID): Universitas Muhammadiyah Sukabumi.
- Nurdiati D. 2015. Sintesis komposit PANI/karbon dari tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai elektroda kapasitor. *Jurnal Fisika Unand*. 4(1): 51-57.
- Nyimas DS, Gustan P dan E. Gumbira S. 2014 Kajian pembuatan arang aktif berbahan baku bagas tebu melalui kombinasi proses karbonisasi hidrotermal dan aktivasi kimia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol 24 (2): 157-165.
- Rao PS, Sathyanarayana DN and Palaniappan S. 2002. Polymerization of aniline in an organic peroxide system by the inverted emulsion process. *Macromolecules*. 35: 4988-4996.
- Sharma AK, Chaudhary G, Kaushal I, Bhardwaj U and Mishra A. 2015. Studies on nanocomposites of polyaniline using different substrates. *American journal of polymer Science*. 5(1A): 1-6.
- Sonibare OO, Haeger T dan Foley SO. (2010). Structural characterization of Nigerian coals by X-ray diffraction, Raman and FTIR spectroscopy. *Energy*. 35: 5347-5353.
- Surianty, Akhiruddin, Ambarsari L. 2013. Studi elektrokimia polianilin komposit elektroda pasta karbon. *Jurnal Biofisika*. 9(2): 46-54
- Taylor. 2009. Conductive Electroactive Polymers. Francis Group, LLC. Francis.
- Wallace GG, Spinks GM, Kanemaguire LA and Teasdale P. 2003. *Conductive Electroactive Polymers-Intelligent Materials Systems*. New York (US): CRC Press.
- William RA, Berlian S dan Mariana BM. 2014. Sintesis polianilina pada matriks selulosa sebagai elektrolit padat pada model baterai sederhana. *JKK*. 3(4): 32-38.
- Yuningsih LM, Mulyadi D, Jaka AK. 2016. Pengaruh aktivasi karbon aktif dari tongkol jagung dan tempurung terhadap nilai konduktivitas. *SANTIKA: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*. 6(2): 531-536.