

Pengaruh Konsentrasi LiOH terhadap Sifat Listrik Anoda Baterai Litium Berbasis Karbon Aktif Tempurung Kemiri

Hidayati Susana*, Astuti

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Limau Manis, Pauh Padang 25163

**hidayatisusana@gmail.com*

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis material anoda baterai litium dari litium hidroksida (LiOH) dan karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan aktivasi kimia dari arang kemiri menggunakan H_3PO_4 2,5 % sebagai aktivator pada temperatur aktivasi 600 °C. Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan SEM. Selanjutnyadilakukan pembuatan material anoda dengan menggunakan metode sol-gel dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g; 1 g; 1,5 g dan 2 g. Material anoda dibuat dalam bentuk pelet dan dikarakterisasi menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), LCR meter dan *Cyclic Voltammetry* (CV). Hasil SEM menunjukkan bahwa pori karbon aktif tersebar hampir merata, dan berdasarkan hasil XRD, semua sampel memiliki fasa *carbon* (C) dengan struktur kristal *hexagonal*. Konduktivitas dan kapasitansi maksimum yang diperoleh pada konsentrasi LiOH 1,5 g sebesar $(2,34 \times 10^{-6})$ S/cm dan 327,93 μ F.

Kata kunci : arang kemiri, baterai litium, LiOH, kapasitansi, konduktivitas

ABSTRACT

Synthesis of anode material of lithium battery from lithium hydroxide (LiOH) and activated carbon has been done. The synthesis of activated carbon was carried out by using chemical activation of candlenut charcoal with H_3PO_4 2.5 % as activator candlenut charcoal was activated at 600 °C. The obtained activated carbon was characterized using SEM. Furthermore, the anode material was prepared by using sol-gel method with the variation LiOH of concentration of 0.2 g; 1 g. 1.5 g, and 2 g. The anode material was made in the from of pellets which were then characterized using XRD, LCR meters, and Cyclic Voltammetry. SEM results show that the pores of activated carbon spread almost evenly. Furthermore XRD results indicate that all samples had a carbon (C) phase with a hexagonal crystal structure. The maximum conductivity and capacitance that are 2.34×10^{-6} S/cm and 327.93 μ F, respectively are obtained at LiOH concentration of 1,5 g.

Keywords: candlenut, lithium battery, LiOH capacitancy and conductivity

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini kebutuhan masyarakat meningkat, dan terjadi pergeseran kebutuhan dari kebutuhan tersier menjadi kebutuhan primer. Kebutuhan tersier yang sangat pesat perubahannya adalah kebutuhan barang-barang elektronik. Hampir semua barang elektronik memerlukan baterai sebagai pasokan listriknya. Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Baterai litium memiliki kapasitas listrik tiga kali lebih besar dibanding baterai sekunder lainnya seperti *Nickel Cadmium* (NiCad) atau *Nickel Metal Hydride* (NiMH). Baterai litium tidak mengenal efek memori sehingga proses *charging* dan *discharging* lebih praktis tanpa mengurangi kapasitas baterai secara signifikan. Baterai litium selain ringan juga sangat fleksibel dalam ukuran dan bentuk serta dapat didesain sesuai dengan ruang yang ada dalam suatu *packing portabel* divais.

Baterai litium merubah energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia. Sel baterai litium terdiri dari elektroda, elektrolit dan separator. Elektroda baterai litium terdiri dari katoda dan anoda. Material anoda baterai litium terutama yang berbasis karbon aktif telah banyak dikembangkan. Hal ini dikarenakan karbon aktif mempunyai luas permukaan yang besar, stabil, mudah terpolarisasi, dan murah (Rosi dkk., 2013).

Beberapa penelitian tentang pembuatan bahan anoda pada baterai litium diantaranya Wigayati (2009) yang membuat lembaran grafit dengan konduktivitas listrik $(6,2 \times 10^{-3} - 43,8 \times 10^3)$ S/cm. Subhan dan Prihandoko (2011) melakukan penelitian membuat komposit anoda $Li_4Ti_5O_{12}$ dan *soda lime silica* dengan konduktivitas listrik $32,7 \times 10^{-3}$ S/cm. Prakash dkk. (2013)

melakukan sintesis *Lithium Cobalt Vanadate* (LiCoVO_4) menggunakan metode sol-gel untuk material katoda baterai litium dengan konduktivitas $1,16 \times 10^{-5}$ S/cm.

Pada penelitian sebelumnya (Astuti dan Taspika, 2015), telah disintesis karbon aktif dengan luas permukaan absorpsi $391,567 \text{ m}^2/\text{g}$ dari tempurung kemiri yang diaktivasi pada suhu 600°C . Selanjutnya, karbon aktif ini dikembangkan sebagai material anoda baterai litium oleh Negara dan Astuti (2015) menggunakan metode sol-gel, dengan variasi temperatur *sintering* $400, 450, 500^\circ\text{C}$. Metode sol gel mempunyai keunggulan diantaranya peralatan yang digunakan sederhana, mudah dilakukan, dapat menjaga kemurnian fasa dan morfologi yang baik dan homogen (Yuniarti, 2013). Nilai konduktivitas dan kapasitansi optimal diperoleh pada proses *sintering* 450°C yaitu masing-masing sebesar $1,08 \times 10^4$ S/cm, dan $198,6 \mu\text{F}$.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian tersebut, maka pada penelitian ini dibuat anoda baterai litium berbasis karbon aktif dengan variasi konsentrasi LiOH (*Lithium Hydroxide*). Pengaruh jumlah penambahan atau konsentrasi LiOH dilakukan untuk mendapatkan konduktivitas optimum, sehingga dapat diaplikasikan sebagai anoda pada baterai litium.

II. METODE

2.1 Pembuatan Karbon Aktif

Tempurung kemiri dibersihkan lalu dikarbonisasi dalam *furnace* dengan temperatur 500°C selama 20 menit. Setelah itu dihaluskan hingga berbentuk serbuk. Serbuk tersebut diayak dengan Standard Test Sieve 200, kemudian direndam dalam larutan H_3PO_4 dengan konsentrasi 2,5% selama 24 jam. Setelah direndam, serbuk kemudian dipanaskan pada temperatur 600°C dan menghasilkan arang. Arang dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral, kemudian dikeringkan pada temperatur 120°C . Ukuran pori dan morfologi dilihat dengan menggunakan SEM.

2.2 Pembuatan Bahan Anoda

Karbon aktif digunakan sebagai bahan baku pembuatan anoda baterai litium. Karbon aktif dan LiOH dicampur, diaduk dan kemudian digerus. PEG 6000 dimasukkan kedalam gelas ukur kemudian dilarutkan dengan etanol 95% dengan temperatur 50°C sambil diaduk menggunakan *Hot Plate Magnetic Stirrer* hingga homogen. Campuran LiOH dan serbuk karbon aktif dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi larutan PEG 6000 sambil diaduk dan diikuti dengan penambahan asam sitrat 4 molar hingga pH asam. Setelah pH tercapai, temperatur pengadukan dinaikkan menjadi 100°C hingga berbentuk gel selama 1 jam. Gel tersebut dikalsinasi pada temperatur 300°C untuk menghilangkan kandungan air dan zat organik lainnya. Gel tersebut dicetak dalam bentuk pelet lalu dikarakterisasi menggunakan XRD, LCR meter dan CV.

2.3 X-Ray Diffraction XRD

Difraksi sinar-X (*X-ray Diffractometer*) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran kristal. Ukuran sebuah kristal dihitung berdasarkan pelebaran puncak difraksi menggunakan persamaan *Scherrer* Persamaan 1.

$$D = \frac{k\lambda}{B \cos \theta} \quad (1)$$

dengan k adalah konstanta material sebesar 0,9, λ adalah panjang gelombang sinar X (nm), B adalah lebar setengah puncak maksimum (rad), θ adalah sudut *Bragg* puncak difraksi dan D adalah ukuran kristal (nm). Selain itu analisis XRD dapat digunakan untuk membedakan antara material yang bersifat kristal dengan amorf, karakterisasi kristal material, identifikasi mineral-mineral yang berbutir halus seperti tanah liat, penentuan dimensi-dimensi sel satuan.

2.4 Cyclic Voltammetry (CV)

Teknik *Cyclic Voltammetry* merupakan teknik yang sering digunakan untuk mengetahui informasi kuantitatif dan kualitatif dari reaksi elektrokimia. Teknik ini didasarkan pada variasi penggunaan potensial pada elektroda dalam arah maju (*forward*) dan balik (*reverse*) dengan pencatatan arus yang ditimbulkannya. Potensial yang digunakan biasanya berubah secara linier sebagai fungsi waktu, nilai perubahan potensial terhadap waktu disebut *scan rate* (v). Prinsip kerjanya adalah dengan memberikan potensial tertentu pada elektroda, maka akan diketahui arus yang terjadi. Arus yang dihasilkan dari reaksi reduksi disebut arus katodik dan arus yang dihasilkan dari reaksi oksidasi disebut arus anodik. Perhitungan kapasitansi berdasarkan data *Cyclic Voltammetry* dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.

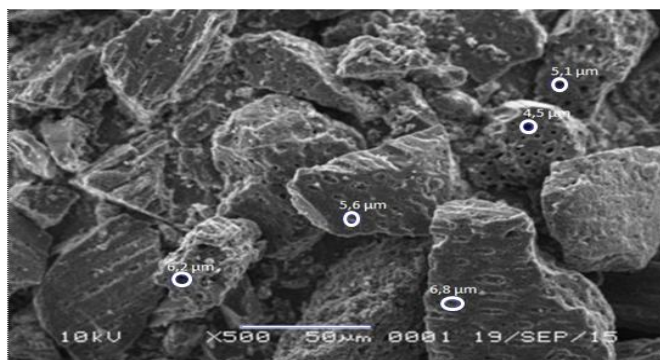
$$C = \frac{I}{v} \quad (2)$$

dengan C adalah kapasitansi (F), I adalah arus puncak yang terukur (A), V adalah tegangan yang terukur (V), v adalah laju penyapuan / *scan rate* (V/s).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakterisasi Morfologi Permukaan Karbon Aktif

Hasil karakterisasi SEM pada karbon aktif tempurung kemiri dapat dilihat pada Gambar 1 yang memperlihatkan pori karbon aktif yang banyak dan tersebar hampir merata. Berdasarkan teori, semakin banyak pori-pori karbon aktif semakin besar fraksi permukaan terhadap volume partikelnya. Diameter pori karbon aktif yang diperoleh sangat bervariasi mulai dari beberapa nanometer sampai 6,8 μm .

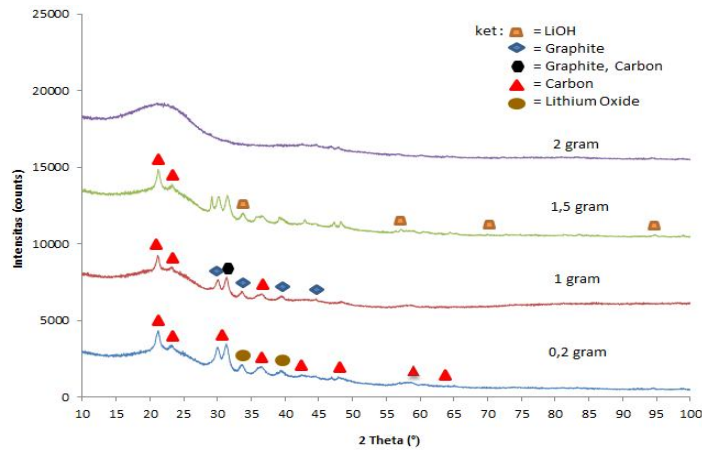


Gambar 1 Foto SEM permukaan karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi pada suhu 600 °C dengan perbesaran 500x

3.2 Karakterisasi XRD

Pengamatan struktur kristal dan fasa yang terbentuk dalam material anoda dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g dan 2 g dilakukan dengan menggunakan XRD. Hasil uji semua sampel dicocokkan dengan data ICDD (*International Centre Diffraction Database*) pada PDF (*Powder Diffraction File*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Untuk memudahkan perbandingan intensitas difraksi pada gambar 2 untuk sampel 0,2 g; 1 g; 1,5 g dan 2 g, masing-masing digeser dengan rentang sebesar 5000 dan ukuran kristal sampel material anoda dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *Scherrer*. Hasil perhitungan ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, ukuran kristal *carbon* (C) material anoda bertambah besar dengan naiknya konsentrasi LiOH dalam rentang 0,2 g – 1,5 g. Pada konsentrasi 2 g tidak terdeteksi lagi fasa dan ukuran kristal disebabkan bertambahnya aktivator. Aktivator mengakibatkan struktur kristal bersifat amorf.



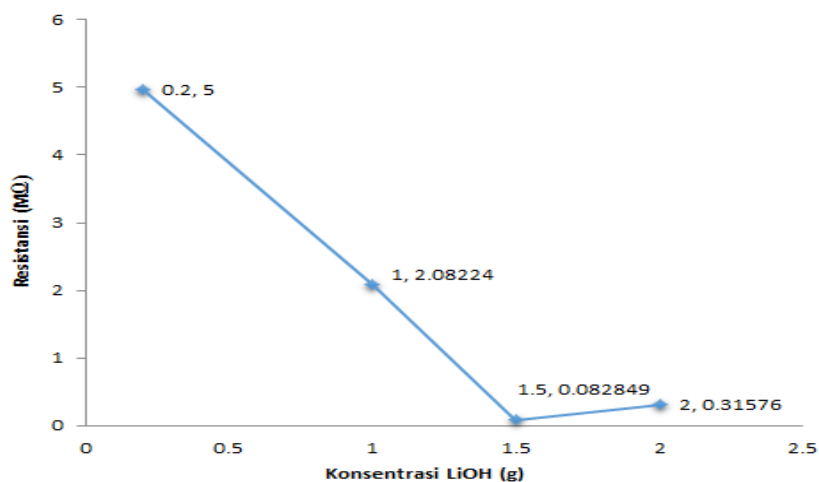
Gambar 2 Hasil uji XRD material anoda dengan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g.

Tabel 1 Ukuran kristal material anoda dengan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g

Unsur	<i>k</i>	λ (nm)	<i>B</i> (rad)	θ (°)	<i>D</i> (nm)
Konsentrasi LiOH 0,2 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002746627	1,061,245	5,136,018,136
Konsentrasi LiOH 1 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002402972	105,747	586,979,465
Konsentrasi LiOH 1,5 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002402972	1,060,005	5,870,281,736

3.3 Karakterisasi Konduktivitas Listrik Material

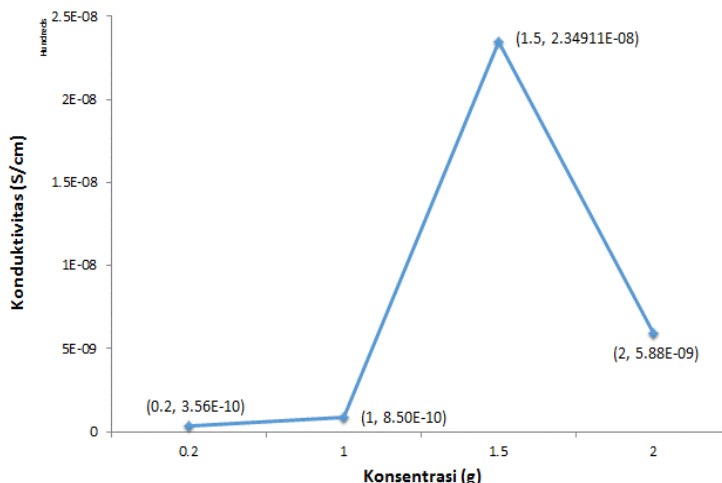
Pengukuran konduktivitas listrik material anoda yang dibuat dalam bentuk pelet dilakukan dengan menggunakan LCR meter dengan frekuensi 1000 Hz. Hasil pengukuran yang didapatkan dengan menggunakan LCR meter adalah nilai resistansinya. Gambar 3 menunjukkan grafik resistansi material anoda untuk setiap variasi konsentrasi LiOH.



Gambar 3 Grafik resistansi terhadap penambahan konsentrasi LiOH.

Gambar 3 menunjukkan bahwa penurunan nilai resistansi material anoda dengan penambahan massa LiOH sampai 1,5 g. Pada konsentrasi LiOH 2 g nilai resistansi material anoda justru naik, hal itu kemungkinan disebabkan terdapatnya pengotor (impuritas).

Penentuan nilai konduktivitas material anoda dapat diketahui dari nilai resistivitas, dimana nilai konduktivitasnya berbanding terbalik dengan nilai resistivitas. Hal itu disebabkan karena adanya hambatan yang diberikan pada setiap material, dimana semakin besar hambatan yang diberikan maka konduktivitas listriknya semakin kecil. Nilai konduktivitas terhadap konsentrasi LiOH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik nilai konduktivitas material anoda terhadap penambahan konsentrasi LiOH

Pada Gambar 4 nilai konduktivitas didapatkan berdasarkan pengujian LCR meter yang telah mengalami reduksi dengan faktor pembagi 100. Dilihat dari Gambar 4 nilai konduktivitas material anoda pada konsentrasi LiOH 0,2 g adalah $3,56 \times 10^{-8}$ S/cm. Nilai konduktivitas material anoda semakin besar dan mencapai titik optimum pada konsentrasi 1,5 g sebesar $2,34 \times 10^{-6}$ S/cm. Jika dibandingkan dengan konduktivitas listrik anoda yang diteliti oleh (Subhan 2011) yaitu berkisar $\sim 10^{-8}$ S/cm, maka nilai konduktivitas material anoda pada penelitian ini lebih tinggi. Tetapi konsentrasi LiOH 2 g nilai konduktivitasnya kecil menjadi $5,88 \times 10^{-7}$ S/cm. Penurunan konduktivitas ini akibat adanya interkalasi dan deinterkalasi ion lithium, dimana terjadi proses pelepasan ion litium dari tempatnya distruktur kristal suatu bahan elektroda dan pemasukan ion litium pada tempat distruktur kristal bahan elektroda yang lain (Prihandoko, 2008).

3.4 Karakterisasi Kapasitansi

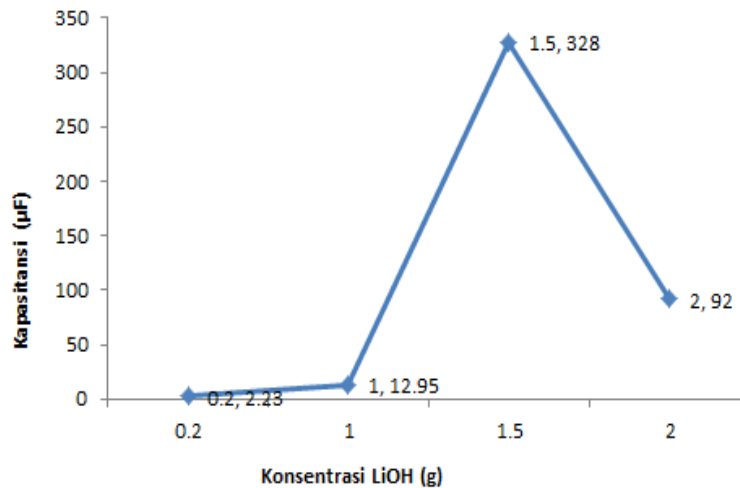
Pengujian (CV meter) bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitansi dari material anoda baterai lithium. Pengujian dengan CV meter menggunakan lembaran stainless steel sebagai elektroda dan membran elektrolit menggunakan PVA/ LiOH. Data yang diperoleh berupa grafik voltammogram yaitu kurva perbandingan antara potensial (V) terhadap arus (μ A). Pengujian ini dilakukan menggunakan membran sebagai elektrolit dengan scan rate 100 mV/s. Nilai kapasitansi dihitung menggunakan persamaan 2. Hasil perhitungan nilai kapasitansi material anoda dengan konsentrasi LiOH 0, 2 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil perhitungan nilai kapasitansi material anoda dengan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g

No	Konsentrasi LiOH (g)	Arus Puncak Max (μ A)	Scan Rate (mV/s)	Kapasitansi (μ F)
1	0,2	0,223	100	2,23
2	1	12,95	100	12,95
3	1,5	32793	100	327,93
4	2	18,371	200	91,85

Hubungan kapasitansi dengan penambahan konsentrasi LiOH dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan besar kapasitansi material anoda semakin tinggi ketika

konsentrasi LiOH dinaikkan yaitu sebesar 1,5 g 327,93 μF . Pada konsentrasi LiOH sebanyak 2 g nilai kapasitansinya turun menjadi 91,85 μF . Hal ini disebabkan terjadi nya proses interkalasi dan deinterkalasi pada ion litium. Kunci utama yang menentukan kapasitas sel baterai terletak pada aspek kimia permukaan yang menghasilkan kontak permukaan yang bagus sehingga menjamin proses interkalasi dan deinterkalasi berjalan baik (Subhan, 2011).



Gambar 5 Grafik nilai kapasitansi terhadap penambahan konsentrasi LiOH

IV. KESIMPULAN

Material anoda baterai litium dapat dibuat dengan bahan baku karbon aktif dan litium hidroksida (LiOH) dalam bentuk pelet menggunakan metode sol-gel dengan penambahan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g. Setelah dilakukan pengujian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa sintesis karbon aktif berhasil dilakukan dengan menggunakan larutan pengkativasi yaitu H_3PO_4 2,5% dan temperatur aktivasi 600 $^\circ\text{C}$. Pori-pori pada permukaan karbon aktif tersebar hampir merata dengan ukuran nanometer sampai 6,8 mikrometer. Hasil XRD menunjukkan bahwa semua sampel memiliki fasa *carbon* (C) dengan struktur kristal *hexagonal*. Semakin tinggi konsentrasi LiOH maka konduktivitas maupun kapasitansi material anoda baterai litium semakin tinggi sampai pada konsentrasi LiOH 1,5 g dan terjadi penurunan pada kenaikan konsentrasi 2 g. Nilai konduktivitas dan nilai kapasitansi optimum ditemukan pada konsentrasi LiOH 1,5 g yaitu $2,34 \times 10^{-6}$ S/cm dan 327,93 μF .

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti dan Taspika, M., Jurnal Pendidikan Fisika **11**,100-101 (2015).
 Negara, V.I.S. dan Astuti, Jurnal Fisika Unand, **4**, 178-184 (2015).
 Prakash, D., Masuda, Y. dan Sanjeeviraja, C., Elsevier, 454-459 (2013).
 Prihandoko, B., "Pemanfaatan Soda Lime Silica Dalam Pembuatan Komposit Elektrolit Baterai Litium", Disertasi S2, Universitas Indonesia, 2008.
 Rosi, M., Iskandar, F., Abdullah, M. dan Khairurrijal., Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor, Prosiding Seminar Nasional Material 2013, Bandung.
 Subhan, A., Prihandoko, B. dan Zulfia, A., Jurnal Ilmu Teknologi TELAAH, **29**, 27-36 (2011).
 Subhan, A., "Fabrikasi dan Karakterisasi $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ untuk Bahan Anoda Baterai Litium Keramik", Tesis S2, Universitas Indonesia, 2011.
 Wigayati, E.M., Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia, **9**, 70-78 (2009).
 Yuniarti, E., "Pengaruh pH, Suhu dan Waktu pada Sintesis LiFePO_4/C dengan Metode Sol-gel sebagai Material Katoda untuk Baterai Sekunder Lithium", Tesis S2, Universitas Gajah Mada, 2013.