



PEMBUATAN BATERAI SENG UDARA DAN UJI PERFORMANSI DENGAN PERANGKAT ARDUINO

Popy Takarani¹, Yeheskel², Desy Kalapadang¹, Mardiah^{1*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

Email: mardiah@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Limbah biomassa seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan sekam padi mempunyai potensi yang besar sebagai karbon aktif yang dapat digunakan sebagai katoda udara. Penelitian ini bertujuan untuk membuat baterai seng udara dan menguji performansi baterai tersebut menggunakan perangkat arduino. Pembuatan baterai seng udara terdiri dari logam seng sebagai anoda, karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi sebagai katoda udara, dan media elektrolit berupa larutan asam, basa, dan garam. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa baterai seng udara dapat dibuat dengan seng sebagai anoda, karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi sebagai katoda udara, dan media elektrolit berupa larutan asam, basa, dan garam. Hasil uji performansi baterai dengan menggunakan arduino memperlihatkan bahwa baterai seng udara yang menggunakan karbon aktif dari TKKS memiliki performa yang lebih baik daripada karbon aktif yang berasal dari sekam padi.

Kata Kunci : *Baterai seng udara, TKKS, sekam padi, arduino*

1. PENDAHULUAN

Salah satu cara mengatasi pemanasan global adalah dengan mengalihkan penggunaan energi fosil ke bahan rendah emisi seperti energi listrik. Baterai adalah salah satu penyimpan energi yang paling aman, mudah, dan dapat di daur ulang jika dibandingkan dengan metode lain seperti bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar relatif lebih berbahaya karena mempunyai potensi besar untuk meledak dan efisiensi yang lebih kecil karena dalam konversi energi harus melewati panas dan mekanik. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif sistem pemasokan energi listrik.

Baterai logam udara memiliki potensi yang menarik perhatian karena mempunyai energi spesifik yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan baterai yang bersifat *rechargeable* seperti Li ion, Ni-Baterai Cd, dan timbal-asam (Mori, 2017). Untuk jenis baterai ini, anoda yang digunakan adalah logam aktif seperti Li, Ca, Mg, Al, Fe, dan Zn. Mainar dkk (2018) menyebutkan bahwa *Li-air*; *Al-air* and *Mg-air* memiliki densitas energi teoritis masing-masing sebesar 13.0, 8.1 and 6.8 kWh /kg sementara *Zn-air* 1,3 kWh /kg. Namun logam seng merupakan logam yang berlimpah di alam, aman untuk lingkungan, dan aman dalam keadaan beroksigen serta atmosfer lembab, dibandingkan dengan logam aluminium dan magnesium yang mudah terkorosi maupun logam lithium yang ketersediaannya terbatas. Selain itu, udara yang tersedia secara bebas dan melimpah berperan pada katoda.

Karbon aktif sebagai media penyerap udara dapat dibuat dari bahan-bahan alam seperti tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi yang ketersediaannya cukup melimpah. Limbah biomassa tandan

kosong kelapa sawit (TKKS) dan sekam padi mempunyai potensi sebagai katoda udara. Berdasarkan data statistik Departemen Pertanian pada tahun 2015 produksi kelapa sawit Indonesia mencapai 23 juta ton. Dari produksi tersebut dihasilkan limbah biomassa TKKS sebanyak 22-23 % atau sekitar 5 juta ton. Sementara itu, Pakpahan (2011), proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Sehingga salah satu cara untuk memanfaatkan kedua limbah biomassa tersebut adalah dengan menjadikan sumber bahan baku katoda udara. Adapun, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat katoda udara dari karbon aktif hasil pirolisis tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi kemudian membuat baterai seng udara dengan seng sebagai anoda, karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi sebagai katoda udara, serta media elektrolit berupa larutan asam, basa, dan garam. Kemudian melakukan uji performansi baterai seng udara tersebut dengan perangkat arduino untuk mengetahui besar tegangan, arus, kapasitas dan daya listrik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Kimia Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Adapun TKKS dan sekam padi diperoleh dari Kab. Penajam Paser Utara. Larutan HCl, NaOH, NaCl masing-masing 1 M, 3 M dan 5 M.

2.1 Persiapan Anoda

Plat seng ukuran $1 \times 1 \times 0,03$ meter di potong menjadi ukuran $4 \times 4 \times 0,03$ cm.

2.2 Pembuatan Karbon Aktif dari Sekam Padi dan TKKS

Sekam padi dan TKKS dimasukkan kedalam silinder/reaktor pirolisis dengan suhu operasi 600°C selama waktu kurang lebih dua jam hingga tidak terbentuk gas dan tar lagi. Kemudian sebanyak 200 gram char (karbon yang tertinggal di dalam reaktor) masing-masing direndam dalam 500 mL zat aktivator NaOH 1 M selama 24 jam. Kemudian dilanjutkan dengan perendaman menggunakan HCl 1 M selama 24 jam. Kemudian karbon aktif yang diperoleh dibersihkan dari pengotor dan dibilas dengan akuades hingga pH nya netral dan dioven pada suhu 105°C hingga kering dan berat nya konstan. Selanjutnya, karbon aktif yang diperoleh, dilakukan analisa proksimat.

2.3 Perakitan Baterai

Plat Seng disusun berlapis bersama karbon aktif sebesar 2 gram dan kertas saring. Kawat tembaga digunakan sebagai kolektor arus. Larutan elektrolit yang telah disiapkan ditetaskan sebanyak 3 mL ke dalam penyerap larutan hingga menyentuh keseluruhan plat. Perlakuan diulang dengan menggunakan larutan elektrolit NaOH, NaCl dan HCl sebagaimana tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Baterai

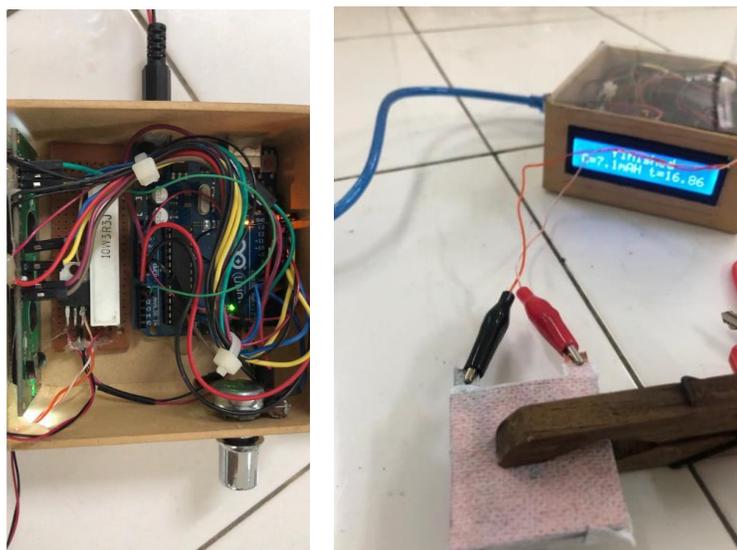
2.4 Pengukuran Kuat Arus dan Tegangan Listrik

Pengukuran kuat arus dan tegangan listrik dilakukan dengan menggunakan multimeter dan arduino dengan mengontakan kutub *positif* pada anoda dan kutub *negatif* pada katoda.

2.5 Uji Performansi Baterai

Uji performansi menggunakan bantuan perangkat Arduino. Arduino adalah platform *prototyping open-source* dan merupakan *hardware* yang dapat digunakan untuk membuat proyek berbasis pemrograman. Hardware Arduino memiliki prosesor mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel AVR, tetapi software yang digunakan memiliki bahasa pemrograman tersendiri. Arduino dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik atau siapapun yang ingin mengembangkan peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah untuk digunakan (Junaidi dan Prabowo, 2013).

Adapun pengukuran untuk uji meliputi pengukuran tegangan, arus, waktu, kapasitas baterai dan daya yang dihasilkan. Kutub *positif* dan *negatif* baterai dihubungkan dengan suatu resistor bernilai 5,3 ohm sebagai *discharge*. Uji performansi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Pengujian baterai seng udara dengan menggunakan Arduino

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Sekam Padi Sebagai Katoda Udara Berdasarkan Analisa Proksimat

Pada penelitian ini diperoleh yield karbon aktif dari TKKS sebesar 66% dan yield sekam padi 47%. Adapun hasil analisa proksimat dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisa proksimat diperoleh kadar air karbon aktif dari kedua bahan sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu lebih rendah dari 15 %. Kadar air yang tinggi akan menurunkan mutu karbon aktif karena air yang teradsorpsi pada karbon aktif akan menurunkan kapasitas dan daya adsorpsi terhadap gas. Kadar zat terbang yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai dengan SNI yaitu kurang dari 25%. Semakin

rendah kadar zat terbang dari karbon aktif, semakin baik mutu karbon aktif tersebut. Sementara kadar abu yang diperoleh karbon aktif sekam tidak memenuhi SNI karena kandungannya jauh lebih tinggi dibandingkan standar yang telah ditetapkan yaitu 10 % sedangkan karbon aktif dari TKKS memiliki karbon terikat yang lebih besar dan kadar abu yang rendah daripada karbon aktif dari sekam padi.

Tabel 1. Analisa proksimat bahan baku dan karbon aktif

Nama	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)
Bahan baku TKKS	2,9062	14,3871	81,4532	1,0537
Bahan baku Sekam padi	5,6293	21,3894	68,9287	3,9529
Karbon aktif TKKS	2,0202	9,8480	20,7211	67,4106
Karbon aktif Sekam	13,9321	41,0013	15,4638	29,5029
Karbon aktif standar SNI	Maksimum 15%	Maksimum 10%	Maksimum 25%	Minimum 65%

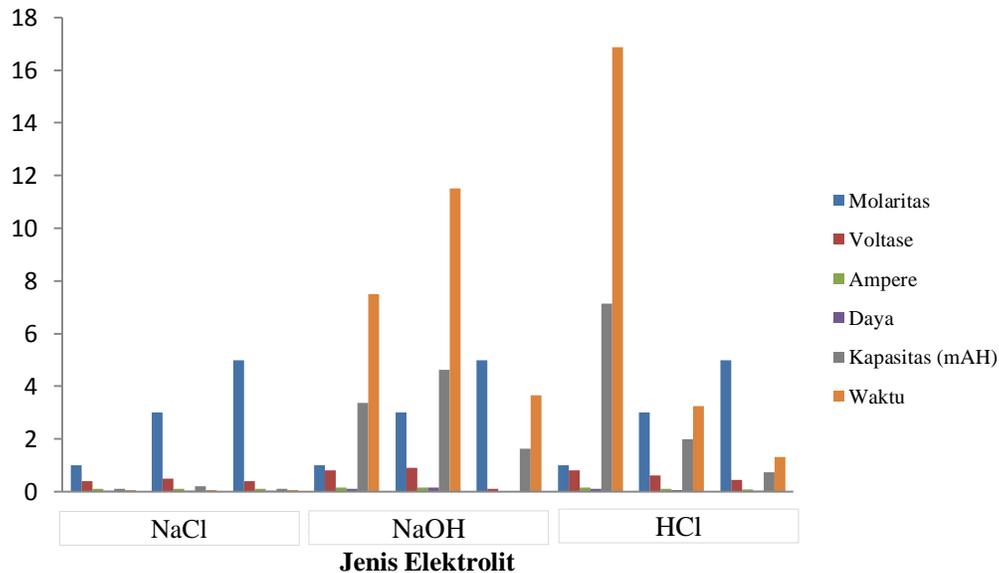
3.2 Pembuatan Baterai Seng Udara dan Uji Performansi

Pembuatan baterai diawali dengan membuat satu *cell* baterai. Hasil pengukuran tegangan, arus, waktu, daya dan kapasitas baterai pada berbagai jenis elektrolit dengan menggunakan karbon aktif dari TKKS dan sekam padi dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan grafik hasil pengukuran dari satu *cell* baterai. Berdasarkan kedua Gambar tersebut didapatkan bahwa karbon aktif yang baik digunakan yaitu karbon aktif yang terbuat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) hal ini sesuai dengan analisa proksimat yang telah dilakukan. Dimana karbon terikat (*fixed carbon*) TKKS lebih tinggi daripada sekam padi sehingga memungkinkan udara yang terserap semakin baik dan larutan elektrolit yang memberikan hasil tertinggi ialah larutan HCl dengan konsentrasi 1 Molaritas 0,8 Volt; 0,15 Ampere; 0,12 Watt; 7,14 mAH dan 16,86 detik. Dan untuk hasil terendah ialah larutan NaCl dengan konsentrasi 1 Molaritas 0,4 Volt; 0,1 Ampere; 0,04 Watt; 0,1 mAH dan 0,07 detik pada karbon aktif dari TKKS.

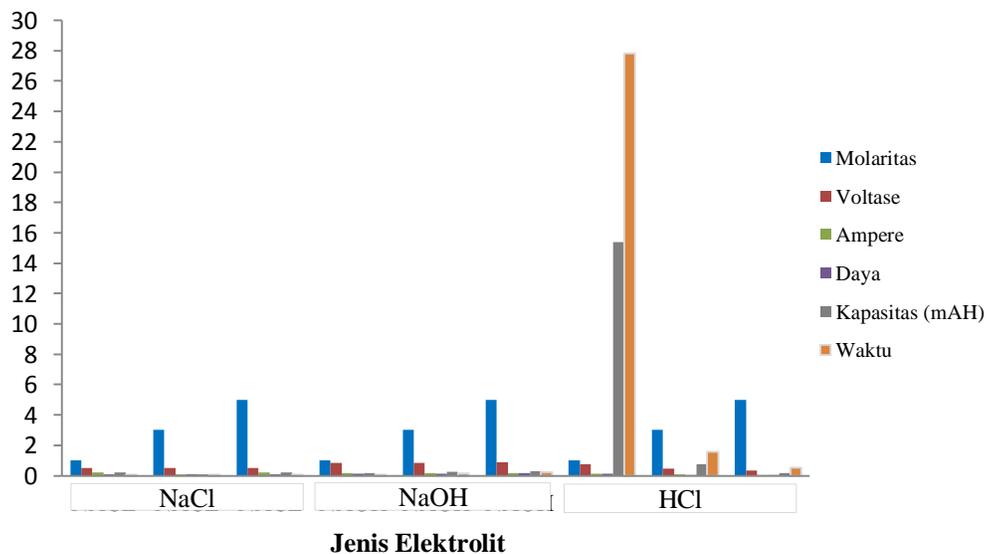
Larutan HCl di dalam air mengurai menjadi kation (H^+) dan anion (Cl^-). Reaksi ionisasi yang terjadi sebagai berikut: $HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$. Ion H^+ akan bergerak menuju katoda, mengambil elektron dan berubah menjadi gas hidrogen, $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ sementara itu, ion Cl^- akan bergerak menuju anoda, melepas elektron dan berubah menjadi gas klorin $Cl_{(aq)} \rightarrow Cl_{(g)} + e^-$. Sehingga hantaran listrik melalui larutan HCl terjadi karena ion-ion H^+ menangkap elektron pada katoda dengan membebaskan gas Hidrogen. Sedangkan ion-ion Cl^- melepaskan elektron pada anoda dengan menghasilkan gas klorin. Dengan demikian, dapat di jelaskan bahwa arus listrik dalam larutan merupakan aliran muatan (aliran ion-ion) (Sinaga, 2010).

Berdasarkan data yang didapatkan asam kuat memiliki daya kelistrikan yang lebih baik ketimbang pada larutan basa kuat dan larutan garam. Ion dalam larutan asam kuat menghantarkan elektrolit ke karbon agar dapat menghasilkan energi listrik, karbon aktif yang baik memiliki konduktivitas yang tinggi agar memudahkan dalam daya penyerapan. Ketika batrai tersebut digunakan maka karbon tersebut akan menyerap udara dan ion larutan asam kuat tersebut. Namun ketika karbon tersebut sudah mulai jenuh maka energi kelistrikan tersebut akan mengalami penurunan.



Keterangan : Konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan 1, 3 dan 5 M, tegangan dalam satuan volt (V), arus listrik dalam satuan ampere (A), waktu uji dalam detik (S), daya listrik dalam satuan watt dan kapasitas baterai dalam satuan Miliampere Hours (mAH).

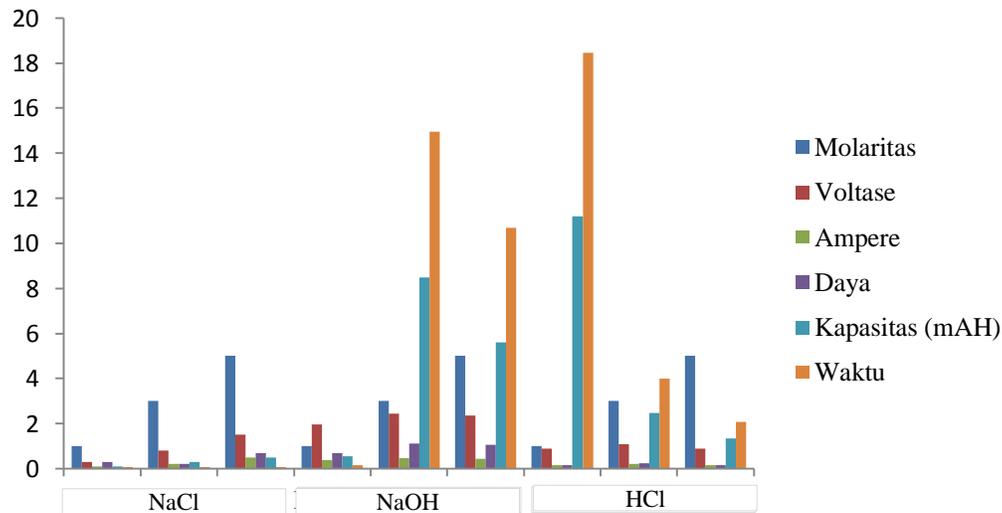
Gambar 3. Hasil Pengukuran tegangan, arus, waktu, kapasitas dan daya dengan bantuan perangkat arduino dengan beban 5,3 ohm dan 2 gram karbon aktif dari TKKS



Keterangan : Konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan 1, 3 dan 5 M, tegangan dalam satuan volt (V), arus listrik dalam satuan ampere (A), waktu uji dalam detik (S), daya listrik dalam satuan watt dan kapasitas baterai dalam satuan Miliampere Hours (mAH).

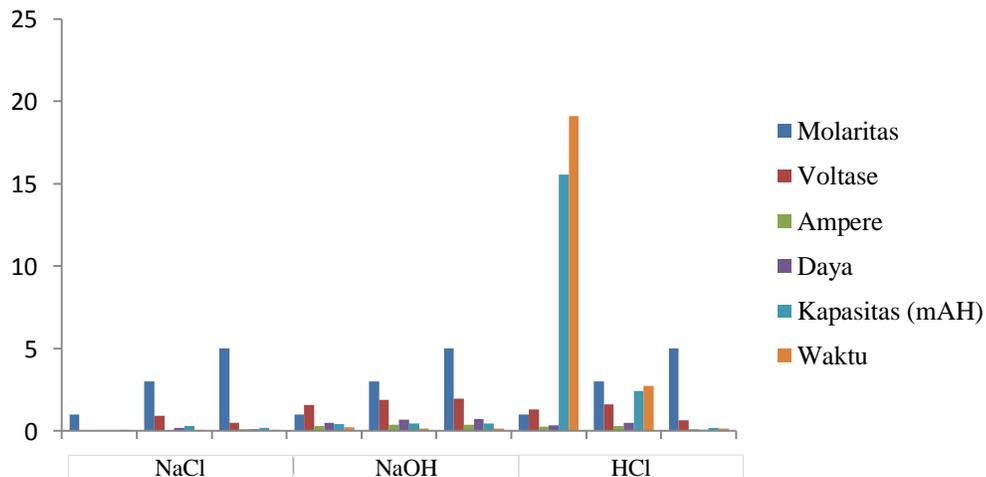
Gambar 4. (Satu Cell) Hasil Pengukuran tegangan, arus, waktu, kapasitas dan daya dengan bantuan perangkat arduino dengan beban 5,3 ohm dan 2 gram karbon aktif dari Sekam

Kemudian Pembuatan baterai dilanjutkan dengan membuat tiga *cell* baterai yang dirangkai seri sebagaimana tampak pada Gambar 7. Hasil pengukuran tegangan, arus, waktu, daya dan kapasitas baterai pada berbagai jenis elektrolit dengan menggunakan karbon aktif dari TKKS dan sekam padi dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



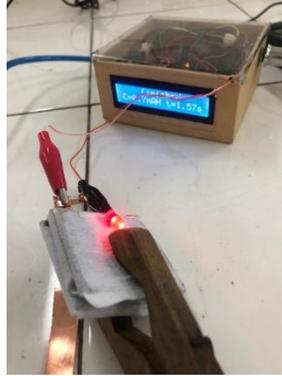
Keterangan : Konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan 1, 3 dan 5 M, tegangan dalam satuan volt (V) , arus listrik dalam satuan ampere (A) , waktu uji dalam detik (S), daya listrik dalam satuan watt dan kapasitas baterai dalam satuan Miliampere Hours (mAh).

Gambar 5. (Tiga *Cell* dirangkai Seri) Hasil Pengukuran tegangan, arus, waktu, kapasitas dan daya dengan bantuan perangkat arduino dengan beban 5,3 ohm dan 2 gram karbon aktif dari TKKS



Keterangan : Konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan 1, 3 dan 5 M, tegangan dalam satuan volt (V) , arus listrik dalam satuan ampere (A) , waktu uji dalam detik (S), daya listrik dalam satuan watt dan kapasitas baterai dalam satuan Miliampere Hours (mAh).

Gambar 6. (Tiga *Cell* dirangkai Seri) Hasil Pengukuran tegangan, arus, waktu, kapasitas dan daya dengan perangkat arduino dengan beban 5,3 ohm dan 2 gram karbon aktif dari sekam padi



Gambar 7. Tiga Cell Baterai yang dirangkai Seri

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6. menunjukkan bahwa waktu tertinggi pengukuran yang dirangkai seri ialah pada larutan HCl dengan konsentrasi 1 Molaritas 0,9 Volt; 0,17 Ampere; 0,15 watt; 11,2 mAH dan 18,45 detik dengan menggunakan karbon aktif TKKS. Sedangkan tegangan dan arus yang tertinggi diperoleh pada larutan NaOH dengan konsentrasi 3 Molaritas 2,43 Volt dan 0,46 Ampere. Sedangkan untuk hasil pengukuran waktu terendah pada larutan NaCl dengan konsentrasi 1 Molaritas 0,3 Volt; 0,17 Ampere; 0,3 watt; 0,1 mAH dan 0,07 detik. Berdasarkan hasil penelitian tiga cell baterai yang disusun seri dapat menghidupkan lampu LED dengan menggunakan larutan NaOH HCl dan NaOH pada konsentrasi 1, 3, dan 5 M

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diambil kesimpulan bahwa limbah tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi dapat dibuat menjadi karbon aktif yang dapat digunakan sebagai katoda udara, logam seng sebagai anoda dan larutan elektrolit NaOH, HCl dan NaCl. Hasil uji performansi baterai seng udara dengan menggunakan perangkat arduino menunjukkan bahwa performa baterai menggunakan karbon aktif dari TKKS lebih baik daripada sekam padi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Penelitian Eksakta (PE) tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2015, Statistik Perkebunan Indonesia Palm Oil, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Junaidi, Prabowo Yuliyani Dwi, 2013, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino, Penerbit AURA, Bandar Lampung.
- Mainar. A.R., Iruina E, Luis C. Colmenares, Kvashaa A, Iratxe de Meatzaa, Bengoecheaa M, Leoneta. O, Boyanoa I, Zhangc. Z, J. Blazqueza A, 2018. *An overview of progress in electrolytes for secondary zinc-air batteries and other storage systems based on zinc*. Journal of Energy Storage. Vol. 15.pp 304–328.



Mori, Ryoehi., 2017, *Electrochemical properties of a rechargeable aluminum–air battery with a metal–organic framework as air cathode material*, The Royal Society of Chemistry.

Pakpahan, A., 2006, *Sekam Padi, Sebuah Alternatif Sumber Energi*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.

Sinaga, 2010, *Studi Flowmeter Magnetik*, Univesitas Sumatera Utara.