

Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Larutan Elektrolit pada Aplikasi Sel Elektrokimia

Wahyu Rahmadhan¹, Yusnimar Sahan², M. Iwan Fermi²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia

Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email : wahyu.robo@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm empty fruit bunches ash is the material which has K^+ about 25.68%. K^+ has a high value of potential is -2.94 volt (V). That is making K^+ be the ion which high possibility for reduction others ion. This research having goals to known DC electricity value (such as voltaic value, current, power, and capacity) within using oil palm empty fruit bunches ash as the electrolyte solution. Part of scrap electronic device that is printed computer board/PCB and Galvanic zinc metal used as electrodes (Kation and Anion). Oil palm empty fruit bunches ash solute made by (b/b) mass ratio, ash: water is 1: 4. And then, the rate of kalium analyzed by flame photometry. As a result, kalium has 60.375 g/L in oil palm empty fruit bunches solutions. After that making an application of electrochemical cell with variates 8, 10 and 12 electrodes cell to calculate voltaic and current values. Beside that other variety is compare ash solution with NaCl solution about DC electricity value with equal of electrode cells (12 cells) and ratio. Results are electrochemical cell having voltaic value, current, power with 12 cells of electrodes is 4.76 V, 0.65 miliampere (mA) and 3.094 miliwatt (mW). The conclusion that oil palm empty fruit bunches ash solution having more high electricity value than NaCl solutions.

Keywords: ash, current, NaCl, PCB, volt

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki perkebunan sawit terluas didunia. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2016 diperkirakan mencapai 11,91 juta Hektare (ha) yang terdiri dari 4,6 juta ha perkebunan rakyat, 747,9 ribu ha perkebunan negara dan sisanya 6,5 juta ha perkebunan swasta. Perkebunan sawit yang luas menjadikan Indonesia sebagai salah satu eksportir minyak kelapa sawit terbesar didunia (Ditjenbun, 2017).

Proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan misalnya POMEI. Sedangkan limbah padat seperti cangkang, serabut, bungkil dan TKS (tandan kosong sawit).

TKS termasuk limbah yang paling

banyak dihasilkan pada proses pengolahan kelapa sawit. Tercatat bahwa TKS yang diperoleh pada proses pengolahan kelapa sawit mencapai 23 % dalam pengolahan satu ton kelapa sawit. Limbah TKS menyebabkan penyakit dan pencemaran lingkungan. Saat ini biasanya limbah dibakar didalam *incinerator* menghasilkan abu TKS. Lalu abu hasil dari pembakaran tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk. Selain itu, abu TKS juga dimanfaatkan sebagai pembuatan pestisida pada tanaman (Udoetok, 2012).

Abu TKS dominan mengandung logam berat didalamnya seperti kalsium (Ca^+) dan kalium (K^+). Disamping itu, Menurut penelitian yang dilakukan Imaduddin,dkk (2008), campuran antara

air dengan abu TKS menghasilkan larutan KOH karena sifat ion K^+ bersifat reaktif terhadap air. Berdasarkan jenis larutannya, KOH merupakan larutan elektrolit kuat sehingga sangat baik digunakan dalam aplikasi sel elektrokimia.

Selain menggunakan abu TKS, penelitian ini juga memanfaatkan limbah elektronik yakni PCB (*Printed Circuit Board*) sebagai elektroda. PCB memiliki kandungan Cu didalamnya. Diharapkan pada penelitian ini PCB mampu menggantikan elektroda yang berasal dari logam komersial, sekaligus mengurangi volume limbah PCB.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan Baku

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PCB dari printer bekas dan seng galvanis sebagai elektroda. Abu TKS yang berasal dari PTPN V Sei Pagar, kristal NaCl teknis, dan akuades.

2.2 Peralatan yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wadah sel elektrokimia, neraca analitik, labu ukur 1 L, gelas ukur 100 ml, gelas kimia 100 ml, multimeter digital, kertas ampas, dan lampu LED merah 1,6 watt.

2.3 Persiapan Elektroda

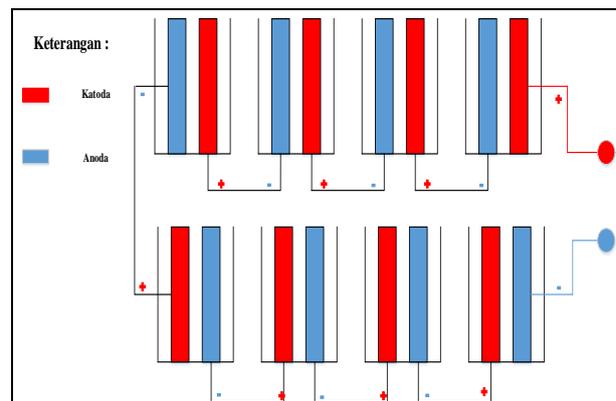
Pada penelitian ini, elektroda yang digunakan adalah PCB sebagai katoda dan seng galvanis sebagai anoda. PCB dan seng galvanis mula-mula dipotong dengan ukuran 10 cm (panjang) dan 5 cm (lebar). Setelah itu permukaan keduanya dihaluskan dengan menggunakan kertas ampas kasar.

2.4 Desain Unit Sel Elektrokimia

Penelitian ini menggunakan variasi unit sel yakni 8, 10, dan 12. Wadah unit sel

elektrokimia terbuat dari bahan arklirik berbentuk balok dengan ukuran 24 cm x 12 cm x 12 cm. Didalam balok tersebut diberikan pembatas-pembatas yang menghasilkan 12 kotak yang memiliki ukuran 8 cm x 3 cm x 12 cm.

Satu unit sel dimasukkan kedalam prototipe sel elektrokimia kemudian diisi dengan larutan elektrolit sebanyak 150 ml. Tiap sel dihubungkan dengan penjepit buaya dan kabel dengan rangkaian seperti gambar berikut.



Gambar 2.1 Desain Unit Sel Elektrokimia

2.5 Persiapan Larutan Elektrolit

1. Larutan ekstrak abu TKS

Metoda yang digunakan adalah ekstraksi maserasi dengan pelarut akuades. Abu TKS dibuat dengan perbandingan massa (b/b) massa abu TKS : akuades adalah 1 : 4. Kemudian diaduk selama 15 menit. Setelah itu campuran diendapkan selama 48 jam. Setelah itu larutan dipisahkan dengan endapan yang terbentuk.

2. Larutan NaCl

Larutan NaCl dibuat dari kristal NaCl teknis 99%. NaCl dibuat dengan perbandingan massa (b/b) kristal NaCl : akuades adalah 1 : 4.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk Untuk menentukan kinerja sel elektrokimia yang didesain dan dibuat, maka dilakukan perlakuan pengaruh variasi jumlah pasangan elektroda yaitu 8, 10 dan 12.

Selain itu kinerja sel elektrokimia ditentukan berdasarkan dua jenis elektrolit yaitu larutan NaCl (perbandingan massa (b/b) NaCl : akuades = 1 : 4) dan larutan ekstrak TKS (perbandingan massa (b/b) abu TKS : akuades = 1 : 4).

PCB digunakan sebagai katoda dan seng digunakan sebagai anoda. Karena berdasarkan deret volta PCB yang mengandung logam Cu memiliki nilai potensial sel yang lebih besar dibandingkan dengan seng (Zn). Sebelum dicampurkan dengan larutan elektrolit, PCB dan seng terlebih dahulu dihaluskan permukaannya menggunakan kertas amplas. Hal ini bertujuan untuk memperluas luas permukaan bidang elektroda agar mempercepat terjadinya reaksi elektrokimia pada sel. Sehingga transfer elektron pada sel menjadi semakin cepat.

Hasil rangkaian sel elektrokimia yang dibuat menggunakan 12 pasang sel dapat dilihat digambar 3.1 berikut.



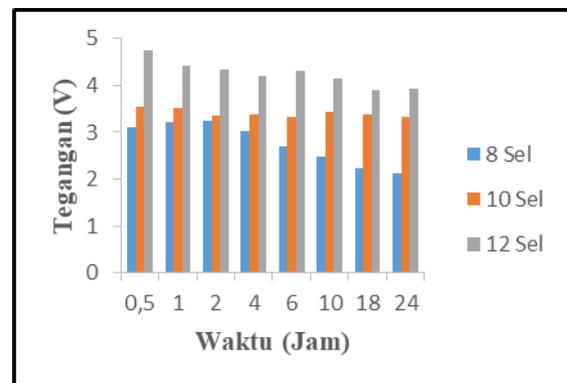
Gambar 3.1 Sel elektrokimia dengan 12 pasang sel elektroda

3.1 Perlakuan Pengaruh Jumlah Pasangan Elektroda pada Kinerja Sel Elektrokimia

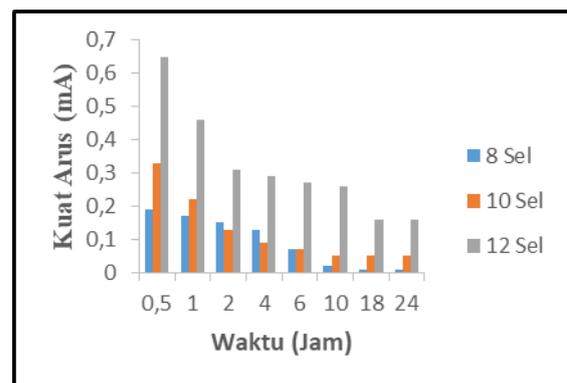
Tegangan dan kuat arus yang dihasilkan dengan variasi jumlah pasangan elektroda dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 4.2 dibawah ini. Dari gambar 3.1 dan 3.2 dapat dilihat bahwa banyak pasangan sel elektroda dan waktu penggunaan sel mempengaruhi besar tegangan dan kuat

arus yang dihasilkan. Tegangan tertinggi dihasilkan menggunakan 12 pasang sel saat waktu 0,5 jam, yaitu 4,76 volt. Sementara itu tegangan paling rendah dihasilkan pada 8 pasang sel yang digunakan selama 24 jam, yaitu 2,13 volt.

Begitu juga dengan nilai kuat arus yang memiliki nilai tertinggi saat menggunakan 12 pasang sel elektroda saat 0,5 jam, yaitu 0,65 miliampere (mA). Sedangkan kuat arus paling rendah dihasilkan oleh 8 pasang sel elektroda saat penggunaan sel selama 24 jam yaitu 0,01 miliampere (mA).



Gambar 3.1 Hubungan Waktu vs Tegangan pada Variasi Jumlah Sel Elektroda



Gambar 3.2 Hubungan Waktu vs Kuat Arus pada Variasi Jumlah Sel Elektroda

Beda potensial yang dihasilkan pada penelitian jauh lebih kecil apabila dihitung secara teoritis. Berdasarkan deret volta, satu pasang sel Cu-Zn bisa menghasilkan potensial sel sebesar +1,10 V. Faktor yang menyebabkan perbedaan secara teoritis

salah satunya karena tiap sel katoda-anoda dihubungkan tidak terhubung secara baik sehingga tegangan yang dihasilkan tidak maksimal. Disamping itu PCB yang digunakan tidak memiliki komponen Cu sepenuhnya didalam satu sel sehingga beda potensial serta kuat arus yang dihasilkan menjadi tidak maksimal.

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa tegangan ketika digunakan dalam waktu yang lama cenderung menurun. Hal ini disebabkan energi potensial pada sel berubah menjadi energi listrik. Energi listrik digunakan untuk menghidupkan lampu LED yang digunakan sebagai alat uji. Energi yang berasal dari potensial sel mengalir dalam bentuk arus listrik sehingga membuat sel kehilangan potensial listriknya. Mengakibatkan potensial sel pada elektroda yang terukur semakin menurun (Tipler,1998).

Sama halnya dengan tegangan, nilai kuat arus cenderung menurun ketika digunakan dalam waktu yang relatif meningkat. Hal ini disebabkan adanya energi potensial yang mengalir dari potensial sel tinggi ke rendah yang mengakibatkan berkurangnya beda potensial pada sel elektroda. Beda potensial yang semakin berkurang menyebabkan kuat arus yang mengalir ke beban (dalam lampu) menjadi semakin berkurang. Karena berdasarkan hukum ohm, arus (I) berbanding lurus dengan beda potensial/tegangan pada baterai (V) (Tipler, 1998).

Melalui persamaan daya listrik, dilakukan perhitungan daya sel yang dihasilkan. Daya sel elektrokimia paling tinggi dihasilkan pada 12 pasang sel sebesar 3,094 mW saat 0,5 jam penggunaan sel. Sementara itu daya paling rendah dihasilkan ketika menggunakan 8 pasang sel elektroda dengan penggunaan sel selama 24 jam yakni 0,021 mW sesuai dengan gambar 3.3.

Daya cenderung menurun karena

energi listrik yang dimiliki sel yang ditransfer ke lampu. Indikator yang dapat diperhatikan berhubungan dengan daya yang semakin berkurang adalah nyala lampu yang diuji semakin redup (Giancoli, 2005). Selain itu juga penurunan daya akibat potensial listrik (V) dan arus (I) yang berkurang pada sel sehingga membuat daya listrik yang dihasilkan oleh sel semakin berkurang dalam selang waktu yang semakin lama.

Kinerja ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Yulianti, dkk (2017) menggunakan Cu-Zn berasal dari logam bekas yaitu semakin bertambahnya waktu penggunaan sel elektrokimia, maka kinerja sel elektrokimia semakin menurun. Pada penelitian ini tegangan yang dihasilkan sedikit lebih baik karena menghasilkan 4,76 V dengan 12 pasang sel elektroda, sedangkan penelitian Yulianti, dkk menghasilkan tegangan 4,96 V menggunakan 20 pasang sel dengan elektroda yang sama, yaitu Cu dan Zn. Karena secara teoritis, satu pasang sel Cu-Zn dapat menghasilkan beda potensial maksimal sebesar +1,10 volt.

Tabel 3.1 Perbandingan Kinerja Sel Elektrokimia Hasil Penelitian

Variabel Pembeding	Kinerja Sel Elektrokimia Penelitian Ini	Kinerja Sel Elektrokimia Yulianti, dkk (2017)
Jumlah sel elektroda	12 pasang sel	20 pasang sel
Tegangan	4,76 Volt	4,96 Volt
Arus	0,65 mA	3,02 mA
Daya	3,094 mW	14,949 mW

3.2 Kinerja Larutan Elektrolit dari Abu TKS dan NaCl

Hasil analisis menggunakan *flame photometry* mendapatkan kandungan kalium (K^+) yang terdapat pada abu TKS adalah 60,375 g/L. Konsentrasi basa (KOH) pada abu TKS dengan menggunakan titrasi asidimetri adalah 0,3 M.

Tabel 3.2 Perbandingan Larutan NaCl Teknis dan Ekstraksi Abu TKS

Waktu (Jam)	NaCl Teknis			Ekstrak Abu TKS		
	Kuat Arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (mW)	Kuat Arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (mW)
0,5	0,22	2,90	0,63	0,65	4,76	3,09
1	0,1	2,62	0,26	0,46	4,43	2,03
2	0,05	2,39	0,12	0,31	4,33	1,34
4	0,04	2,49	0,10	0,34	4,19	1,42
6	0,03	2,50	0,08	0,27	4,3	1,16
10	0,03	2,48	0,07	0,26	4,14	1,07
18	0,02	2,35	0,04	0,16	3,895	0,62
24	0,02	2,48	0,05	0,16	3,929	0,62

Berdasarkan tabel 3.1 tegangan, kuat arus dan daya yang dihasilkan menggunakan larutan elektrolit yang berasal dari ekstrak abu TKS pada waktu penggunaan sel elektrokimia yang sama memiliki nilai yang lebih baik daripada larutan NaCl. Hal ini menandakan bahwa ekstrak abu TKS mampu menghantarkan ion-ion elektron pada sel elektroda jauh lebih baik dibandingkan dengan larutan NaCl. Hal ini dibuktikan melalui perhitungan daya hantar listrik pada larutan kedua elektrolit.

Daya hantar merupakan kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan elektron-elektron pada sel dalam bentuk ion. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, daya hantar listrik pada abu TKS memiliki nilai yang lebih besar yakni $0,136 \text{ ohm}^{-1}$ dibanding larutan NaCl sebesar $0,075 \text{ ohm}^{-1}$.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sahan, dkk (2018) larutan NaCl yang digunakan pada konsentrasi (b/b) 9% menggunakan pasangan katoda-anoda, Fe-Fe 1020 menghasilkan tegangan sebesar 3,679 V. Tegangan ini jauh lebih besar daripada yang dihasilkan oleh peneliti. Hal ini bisa terjadi karena larutan NaCl yang digunakan oleh peneliti memiliki konsentrasi (b/b) yang lebih tinggi yaitu 25%, sehingga membuat larutan NaCl semakin pekat.

membuat ion-ion lebih sulit untuk bergerak. Sementara itu pada larutan

encer, ion-ion menjadi lebih banyak dan mudah bergerak sehingga mengakibatkan daya hantar menjadi lebih besar sampai mencapai harga maksimum pada pengenceran tak berhingga (Hendayana,1994).

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian mengenai Pemanfaatan larutan ekstrak abu tandan kosong sawit (TKS) sebagai larutan elektrolit pada sel elektrokimia sebagai berikut.

1. Larutan ekstrak abu TKS dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit alternatif pada sel elektrokimia.
2. Larutan ekstrak abu TKS terdiri dari banyak ion-ion logam, dan ion paling dominan adalah ion K^+ sebesar 60,375 g/L.
3. *Printed Board Circuit/PCB* dapat digunakan sebagai elektroda alternatif.
4. Apabila pasangan elektroda yang digunakan pada sel elektrokimia semakin banyak maka daya, kuat arus dan tegangan yang dihasilkan semakin meningkat.

5. Daftar Pustaka

Ditjenbun, 2017, Luas Lahan Sawit Indonesia, [http:// databooks.katadata.co.id /datapublish /2017/06/21/ berapa-luas-lahan-sawit-indonesia](http://databooks.katadata.co.id/datapublish/2017/06/21/berapa-luas-lahan-sawit-indonesia), 11 Maret 2019.

Giancoli, DC., 2005, *Physycs Principles with Applications*, 6th Edition, Pearson Education Inc, New Jersey.

Hendayana, S., Kadarohmah, A., Sumarna, A. A., dan Supriatna, A, 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi Kesatu, IKIP Semarang Press, Semarang.

Imaduddin, M., Yoeswono., K. Wijaya, dan I. Tahir, 2008, Ekstraksi Kalium dari Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit, *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, Vol. 3(1-3), 14-20.

Sahan, Y., Sudarsono, S., Silviana, E., Chairul, dan Wisrayetti., 2018, Performance of the electrical generator cell by the ferrous alloys of printed circuit board scrap and iron metal 1020, *ICOOPChE 2017*, 345, 1-7.

Tipler, P.A., 2001, *Fisika untuk Sains dan Teknik* diterjemahkan oleh Dr. Bambang Soegijono, Edisi ke 3, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Udoetok, I.A., 2012, Characterization of ash made from oil palm empty fruit bunches (oefb), *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES*, Vol. 3, 518-524.

Yulianti, D., Supriyanto, A., dan Fauzi, G. A., 2017, Analisa Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas, *Journal Teori dan Aplikasi Fisika*, 5(1), 49-57.