

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VII**

“Penguatan Profesi Bidang Kimia dan Pendidikan Kimia
Melalui Riset dan Evaluasi”

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan P.MIPA FKIP UNS
Surakarta, 18 April 2015



MAKALAH
PENDAMPING

KIMIA ANALITIK

ISBN :978-602-73159-0-7

PEMANFAATAN MEMBRAN NATA DE BAMBOO SEBAGAI SEPARATOR BATERAI SEL KERING

Fikka Kartika Widyastuti^{1,*}, dan Fredy Kurniawan²

¹Program Studi Pascasarjana Kimia, Fakultas MIPA, ITS, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Pascasarjana Kimia, Fakultas MIPA, ITS, Surabaya, Indonesia

* Keperluan Korespondensi, email : fredy@chem.its.ac.id

ABSTRAK

Telah dibuat separator baterai dari *nata de bamboo*. Separator baterai merupakan komponen yang sangat penting karena memiliki fungsi sebagai jembatan garam dalam sel galvanik. Selama ini separator baterai dibuat dari selulosa, serat sintetis seperti PVA, nilon, rayon, dan lain sebagainya yang masih di import oleh Indonesia. *Nata de bamboo* dibuat dengan memfermentasikan sari dari rebung bambu. Selulosa bakterial hasil fermentasi rebung bambu dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum* yang telah dipres dan dikeringkan kemudian diaplikasikan sebagai separator baterai sel kering. Pengaruh ketebalan membran *nata de bamboo* yang dibuat sebagai separator pengganti pada baterai asli diamati. Karakterisasi elektrokimia dari membran dilakukan menggunakan teknik *Linier Sweep Voltammetry* dan *Impedance Spectroscopy*. Membran *nata de bamboo* dengan ketebalan 0.1 mm menghasilkan daya baterai sebesar 1.153 VA dengan tahanan membran separator sebesar $R_p = 622.380 \text{ m}\Omega$. Sedangkan separator baterai asli memiliki ketebalan rata-rata sebesar 0.13 mm dengan daya baterai 1.151 VA dengan tahanan membran separator $R_p = 166.770 \text{ m}\Omega$. Berdasarkan hasil ini maka disimpulkan bahwa membran *nata de bamboo* mampu diaplikasikan sebagai separator baterai sel kering.

Kata Kunci : *nata de bamboo, baterai, separator*

PENDAHULUAN

Baterai memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Melihat kegunaan baterai dalam aplikasi energi yang telah meluas ini, maka keamanan dari sel baterai menjadi hal yang sangat penting. Salah satu komponen baterai yang paling penting

secara kritis untuk memastikan keamanan sel adalah separator. Separator adalah serat nonwoven atau membran yang bertindak sebagai perintang antara elektroda positif dan negatif. Meskipun menjadi insulator (bahan isolasi) listrik, separator memiliki pori untuk menyediakan mobilitas ion [1].

Berbagai macam separator telah banyak digunakan pada baterai selama bertahun-tahun. Separator telah dibuat dari kertas selulosa dan selofan hingga busa, membran penukar ion, dan lembaran membran datar mikropori yang dibuat dari bahan polimer [2].

Serat selulosa sebagai polimer telah berkembang pesat penggunaannya karena keunggulan-keunggulan yang dimilikinya seperti sifat mekanik yang baik, kelimpahan yang banyak, murah, ramah lingkungan, mudah didegradasi serta dapat diperbaharui. Selulosa merupakan polimer alam yang dapat dihasilkan dari tanaman, namun juga dapat dihasilkan dari bakteri, disebut selulosa bakterial.

Selulosa bakterial adalah nanomaterial yang dihasilkan oleh berbagai macam strain spesies *Acetobacter* dan juga strain *Pseudomonas*, *Achrobacter*, *Alcaligene*, *Aerobacter*, dan *Azotobacter*[3]. Selulosa bakterial atau hidrogel alami ini sifatnya lebih baik daripada hidrogel yang dihasilkan dari polimer sintetik, sebagai contoh, selulosa bakterial menunjukkan kadar air tinggi (98-99%), penyerapan cairan yang baik, kekuatan basah yang tinggi, dan kemurnian bahan kimia yang tinggi dan dapat disterilisasi dengan aman tanpa mengubah struktur dan sifatnya sedikit pun [4].

Adapun [5] telah melakukan penelitian tentang penggunaan substrat lain pengganti air kelapa sebagai substrat pembuatan selulosa bakterial atau *nata* yang salah satunya adalah rebung bambu (gambar 1). Selulosa bakterial yang kemudian disebut sebagai *nata de bamboo* (NDB) ini memiliki sifat mekanik diantaranya kuat tarik sebesar 57,28 Mpa, kuat ulur sebesar 8,370% dan

Kapasitas Penyerapan Air (KPA) sebesar 591,8572%.



Gambar 1. Rebung bambu

Seiring dengan perkembangan aplikasi selulosa bakterial sebagai bahan membran *nata de bamboo* ini diharapkan berpeluang untuk di aplikasikan sebagai separator baterai.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini rebung bambu segar, aqua DM, urea, gula pasir, asam asetat glasial, larutan NaOH 1%, starter nata (*Acetobacter xylinum*), dan baterai sel kering merk.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, gelas beaker, blender, pisau, pemanas (*hot plate*), pengaduk kaca, kain kasa, penyaring, cetakan *nata*, kertas pH (indikator universal), kertas koran, gunting, karet, pinset, lakban, kertasaring, cetakan selimut, alas dantutupbaterai, pipet volum, alat *hydraulic press*, oven, micrometer sekrup, power supply, multimeter, kabel, dan penjepit buaya. Sedangkan instrumen yang digunakan untuk analisis adalah alat analisis erai adalah Autolab.

Cara Kerja

1. Pembuatan *nata de bamboo*

Rebung bambu segar dipotong-potong kemudian ditimbang sebanyak 225 gram. Ditambahkan aqua DM sebanyak 1 liter, diblender, dan dipanaskan hingga mendidih, setelah itu disaring. Gula ditambahkan ke dalam filtrat sebanyak 100 gram dan urea 4 gram sambil dipanaskan dan diaduk hingga mendidih [5].

Larutan didinginkan di dalam pendinginan dan diatur pH ± 4 dengan penambahan asam asetat glasial. Larutan substrat sebanyak 300 mL dituang ke dalam cetakan *nata* dan ditambahkan starter *nata* (*Acetobacter xylinum*) sebanyak 10 mL setiap 100 mL volume substrat. Kemudian ditutup dengan kertas koran, diikat dengan karet dan dilakban. Fermentasi dilakukan selama 10 hari [5]. Perlu diperhatikan untuk semua peralatan yang digunakan harus dalam keadaan steril.

Setelah 10 hari, lapisan *nata* yang terbentuk dibilas dengan air mengalir dan direndam dengan air panas selama 15 menit. Selanjutnya direndam dalam NaOH 1% selama 24 jam dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan asam asetat 1% selama 24 jam [5].

2. Pembuatan membran *nata de bamboo*

Nata de bamboo yang telah dibersihkan dipotong menurut pola (selimut, alas, dan penutup baterai), kemudian ditimbang sesuai dengan massa yang ditentukan. Massa yang digunakan adalah 12 gram untuk selimut baterai dan alas serta tutup baterai masing-masing ± 3 gram.

Nata de bamboo yang telah dipotong-potong menurut pola dipress dengan alat press hidrolik dengan tekanan 2,5 ton selama 2 menit. Setelah itu dikeringkan pada suhu 60°C selama ± 30 menit sehingga

diperoleh lembaran tipis yang disebut sebagai membran *nata de bamboo*.

3. Karakterisasi membran *nata de bamboo*

- Uji Ketebalan

Membran *nata de bamboo* ditentukan ketebalannya menggunakan alat mikrometer sekrup. Setiap lembaran membran NDB bagian selimut baterai (persegi panjang) diukur pada 12 titik berbeda. Pada masing-masing lembaran NDB bagian alas dan tutup baterai diukur ketebalannya pada 8 titik berbeda. Selanjutnya ditentukan ketebalan rata-rata membran.

- Uji Daya dan Tahanan Baterai

Sebelum pengukuran, baterai dibongkar kemudian membran *nata de bamboo* ditempatkan di dalam sel untuk menggantikan separator baterai asli. Elektrolit baterai ditambahkan 2 mL air lalu dimasukkan ke dalam sel. Sedangkan untuk baterai asli diberikan perlakuan yang sama tanpa mengganti separatornya. Selanjutnya dilakukan pengukuran daya baterai asli dan baterai dengan separator *nata de bamboo* menggunakan teknik *Linear Sweep Voltammetry* sehingga diperoleh kurva IV (arus vs potensial) yang mewakili daya baterai. Sedangkan untuk penentuan tahanan baterai menggunakan teknik *Electrochemical Impedance Spectroscopy*. Kedua pengukuran ini dilakukan pada elektroda kerja *stainless-steel*, sebuah counter, dan elektroda pembanding. Nilai daya dan tahanan yang diperoleh dari kedua jenis baterai dibandingkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan *nata de bamboo*

Rebung bambu yang digunakan pada tahap ini harus benar-benar segar (gambar 2) karena akan sangat mempengaruhi proses fermentasi *nata de bamboo*. Ekstrak dari rebung bambu berperan sebagai substrat penyedia nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Namun kebutuhan akan substrat makro seperti sumber C dan N masih harus ditambahkan agar *nata* yang dihasilkan optimal. Sebagai sumber karbon dapat ditambahkan sukrosa, fruktosa atau glukosa. Sedangkan sebagai sumber nitrogen dapat ditambahkan urea, ZA atau ammonium sulfat[6]. Dalam penelitian ini digunakan gula dan urea.



Gambar 2. Rebung bambu segar

Penggunaan asam dalam pembuatan nata berfungsi sebagai pengatur pH. Tingkat keasaman atau pH mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Bakteri *Acetobacter* yang biasa digunakan dalam pembuatan *nata* menyukai suasana asam. Bakteri ini tumbuh baik pada rentang pH 2.8 – 4.3 [7]. Asam yang banyak digunakan dalam pembuatan *nata* adalah asam asetat yang digunakan untuk mengatur keasaman agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan yaitu mendekati pH optimal 4.3 [8].

Setelah proses fermentasi selama 10 hari diperoleh lembaran *nata de bamboo* yang berada pada lapisan atas dan siap untuk dipanen (gambar3). *Nata de bamboo* yang telah dipanen kemudian dicuci

menggunakan air mengalir dilanjutkan direndam dalam air panas selama 15 menit. Kemudian lembaran – lembaran *nata de bamboo* direndam secara bergantian dalam larutan NaOH 1% dan larutan asam asetat 1% masing – masing selama 24 jam. Tujuan serangkaian perlakuan ini adalah untuk menetralkan *nata*. Sehingga diperoleh *nata de bamboo* netral seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3. *Nata de bamboo* siap panen



Gambar 4. *Nata de bamboo* netral

b. Pembuatan membran *nata de bamboo*

Nata de bamboo yang telah dinetralkan kemudian dikurangi kadar airnya dengan sedikit dikeringkan menggunakan kertas saring. Setelah itu dipotong sesuai dengan pola separator baterai yang terdiri atas selimut, alas, dan tutup baterai. Selimut berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 10 cm dan lebar 5 cm. Sedangkan alas dan tutup berbentuk lingkaran dengan diameter masing - masing ± 3.8 cm dan ± 3.3 cm.

Nata de bamboo yang telah dipotong menurut pola kemudian ditimbang sesuai

dengan massa yang diinginkan, yaitu ± 12 gram untuk selimut separator dan masing - masing ± 3 gram untuk bagian alas dan tutup separator. Kemudian dipress menggunakan alat preshidrolik dengan tekanan 2,5 ton selama 2 menit. *Nata de bamboo* yang telah dipress lalu dikeringkan pada suhu 60°C selama ± 30 menit sehingga diperoleh lembaran tipis yang disebut sebagai membran *nata de bamboo* yang siap diaplikasikan sebagai separator baterai.

c. Karakterisasi membran NDB

- Uji Ketebalan

Sebelum diaplikasikan sebagai separator baterai, ketebalan membran *nata de bamboo* ditentukan menggunakan micrometer sekrup. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran ketebalan membran *nata de bamboo* untuk selimut, alas dan tutup. Dari tabel dapat dilihat bahwa rata-rata ketebalan selimut baterai adalah 0.10 mm, dan alas serta tutup masing sebesar 0.083 mm dan 0.087 mm. Sedangkan separator pabrik memiliki ketebalan selimut 0.17 mm. Sehingga jika dibandingkan, membran NDB memiliki ketebalan yang tidak jauh berbeda dengan separator baterai asli pabrik.

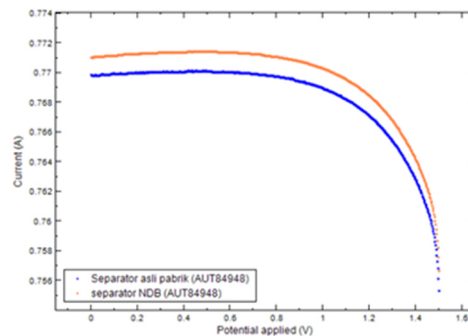
Tabel 1. Hasil uji ketebalan membran NDB

Pengukuran	Ketebalan (mm)		
	Selimut	Alas	Tutup
1	0.08	0.07	0.07
2	0.09	0.09	0.09
3	0.10	0.09	0.10
Rata-rata	0.090	0.083	0.087

- Uji daya listrik

Pada teknik *Linier Sweep Voltammetry* (LSV), arus listrik dialurkan sebagai fungsi perubahan potensial. Pemindaian dilakukan dari batas potensial yang lebih rendah

menuju yang lebih tinggi. Hasil dari pengukuran daya baterai asli dan separator dari membran NDB dapat dilihat pada gambar 5.



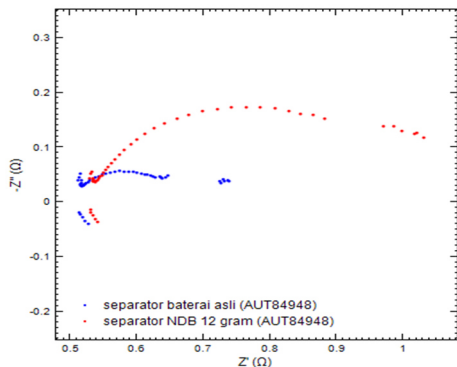
Gambar 5. Hasil *Linier Sweep Voltammetry* separator baterai asli dan separator *nata de bamboo*

Dari grafik tersebut tampak bahwa potensial yang diberikan 0-1.5 V menghasilkan arus listrik (A) yang berbeda - beda antara baterai separator asli dan baterai separator membran *nata de bamboo*. Dimana ketiga membran *nata de bamboo* 12 gram memiliki nilai arus lebih tinggi dibandingkan baterai dengan separator asli pabrik. Luas area dari grafik tersebut kemudian diintegrasikan sehingga diperoleh nilai daya baterai. Baterai asli memiliki daya sebesar 1.151 VA sedangkan baterai dengan separator NDB sebesar 1.153 VA. Dari hasil ini menjelaskan bahwa baterai dengan membrane *nata de bamboo* sebagai separator memiliki daya yang lebih besar dibandingkan separator baterai asli.

- Uji tahanan listrik membran NDB

Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) adalah sebuah teknik analisis dengan mengaplikasikan stimulus elektrik seperti potensial atau arus listrik pada sistem dan mengukur responnya (kuat

arus, potensial atau sinyal lainnya). EIS telah banyak digunakan secara luas dalam bidang elektrokimia seperti pelapisan material, baterai, korosi dan sel bahan bakar.



Gambar 6. Hasil *Electrochemica Impedance Spectroscopy* separator baterai asli dan separator *nata de bamboo*

Analisis spektra EIS dilakukan dengan sirkuit ekuivalen yang mensimulasikan keadaan riil sistem dengan rangkaian komponen - komponen elektronika yang diskrit untuk memprediksi impedansi. Dari grafiknya quist yang diplotkan pada rangkaian sirkuit set alat diperoleh tahanan larutan (R_s) dan tahanan material (R_p).

Membran *nata de bamboo* menghasilkan tahanan membran separator (R_p) sebesar 510.060 m Ω . Sedangkan separator baterai asli memiliki tahanan membran separator (R_p) sebesar 171.380 m Ω . Berdasarkan hasil ini tampak bahwa tahanan membran separator *nata de bamboo* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai tahanan separator asli pabrik.

KESIMPULAN

Membran *nata de bamboo* dapat diaplikasikan sebagai separator baterai selkering karena memiliki ketebalan dan daya yang tidak jauh berbeda serta memiliki

nilai tahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan separator komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak kemudahan. Kepada Bapak Fredy Kurniawan selaku dosen pembimbing serta rekan-rekan mahasiswa Laboratorium Instrumen dan Sains Analitik ITS.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Gallo, M., 2013, Cellulosic Fibers for Alkaline Battery Separators, *Lenzinger Berichte*, 91, 93-97
- [2] Arora, P., and Zhang, Z. J., 2004, *Battery Separators*, Chemical Reviews, 10, 4419-4462
- [3] Barud, H. S., Regiani, T., Marques, R. F. C., Lustri, W. R., Messadeq, Y., and Ribeiro, S. J. L., 2011, *Antimicrobial Bacterial Cellulose-Silver Nanoparticles Composite Membranes*, Hindawi Publishing Corporation
- [4] Maneerung, T., Tokura, S., and Rujiravanit, R., (2007), "Impregnation of Silver Nanoparticles into Bacterial Cellulose for Antimicrobial Wound Dressing", *Carbohydrate Polymers*
- [5] Sulistiyana, Ulfin, I. dan Kurniawan, F., (2014), *Pemanfaatan Rebung Dan Labu siam Sebagai Membran Selulosa*, Pros. Semin. Nas. Pendidikan. Sains, Unesa, Surabaya
- [6] Iguchi, M., Yamanaka, S., dan Budhiono, A., 2000, *Bacterial Cellulose A Masterpiece of Nature's Art*, *J. Mater. Sci.*, Vol.35, hal 261-270
- [7] Shafiur, R.M., 1999, *Handbook of Food*

Preservation, Marcel Dekker, Inc :
New York, USA

[8]Kumalaningsih W.V., dan Effendi Masud,
2009, *JurnalIndustria*, 1, 86-93

TANYA JAWAB

PENANYA : Fitriana Nurfaida

Pertanyaan :

Karakteristik yang layak diadsorpsi baterai itu seperti apa?

Jawaban :

Yang memiliki ketebalan separator baterai dan mengandung daya baterai ketika sudah diaplikasikan pada separator.

PENANYA : Anggi Saputra

Pertanyaan :

Kriteria sel yang mengandung selulosa itu seperti apa?

Jawaban :

Semua sel hampir sama, yaitu yang mengandung bakteri supaya bisa dibuat separator.