

OPTIMASI ELEKTRISITAS BATERAI KERTAS BERBASIS KARAGINAN-PVA DENGAN PENAMBAHAN SILIKON DIOKSIDA (SiO_2)

TERESIA LIMBONG



DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Elektrisitas Baterai Kertas Berbasis Karaginan-PVA dengan Penambahan Silikon Dioksida (SiO_2)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2025

Teresia Limbong
C3401201011



ABSTRAK

TERESIA LIMBONG. Optimasi Elektrisitas Baterai Kertas Berbasis Karaginan-PVA dengan Penambahan Silikon Dioksida (SiO_2). Dibimbing oleh BUSTAMI IBRAHIM dan WAHYU RAMADHAN.

Kemajuan teknologi meningkatkan kebutuhan baterai ramah lingkungan dan efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan silikon dioksida dengan menentukan rasio yang optimal terhadap peningkatan elektrisitas serta kinerja baterai fleksibel berbasis karaginan-PVA. Analisis mencakup uji daya listrik, FTIR, *water uptake*, konduktivitas proton, dan kuat tarik. Empat rasio komposisi material (2:1:1, 1:2:1, 1:1:2, 1:1:1) digunakan untuk menghasilkan membran dengan karakteristik mekanik dan konduktivitas proton optimal. Hasil penelitian tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap seluruh nilai pengujian. Penambahan SiO_2 pada penelitian tetap memberikan peran dalam peningkatan stabilitas mekanik dan konduktivitas ionik. Nilai elektrisitas pada tegangan tertinggi yaitu sebesar 0,25 V, kuat arus tertinggi sebesar 0,025 A, dan daya listrik sebesar 5,7 mW, tidak terjadi pembentukan gugus baru pada spektrum FTIR, daya serap air tertinggi sebesar 56,8%, nilai konduktivitas tertinggi $8,81 \times 10^{-6}$ S/cm, serta kuat tarik tertinggi sebesar 5,39 MPa. Penelitian ini menunjukkan kombinasi material yang seimbang menghasilkan baterai kertas efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: baterai kertas, konduktivitas proton, polimer organik, membran karaginan-silikon dioksida-PVA.

ABSTRACT

TERESIA LIMBONG. Optimization of the Electricity of Carrageenan-PVA Based Paper Batteries with the addition of Silicon Dioxide (SiO_2). Supervised by BUSTAMI IBRAHIM dan WAHYU RAMADHAN.

Technological advances increase the need for environmentally friendly and efficient batteries. This study aims to analyze the effect of silicon dioxide addition by determining the optimal ratio on improving the electricality and performance of carrageenan-PVA-based flexible batteries. The analysis included electrical power, FTIR, *water uptake*, proton conductivity, and tensile strength tests. Four material composition ratios (2:1:1, 1:2:1, 1:1:2, 1:1:1) were used to produce membranes with optimal mechanical characteristics and proton conductivity. The results showed no significant effect on all test values. The addition of SiO_2 in the study still plays a role in increasing mechanical stability and ionic conductivity. The electrical value at the highest voltage was 0.25 V, the highest current strength was 0.025 A, and the electrical power was 5.7 mW, there was no formation of new groups in the FTIR spectrum, the highest water absorption was 56.8%, the highest conductivity value was 8.81×10^{-6} S/cm, and the highest tensile strength was 5.39 MPa. This research shows that a balanced combination of materials produces efficient and environmentally friendly paper batteries.

Keywords: carrageenan-silicon dioxide-PVA membrane, organic polimer, paper battery, proton conductivity



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMASI ELEKTRISITAS BATERAI KERTAS BERBASIS KARAGINAN-PVA DENGAN PENAMBAHAN SILIKON DIOKSIDA (SiO₂)

TERESIA LIMBONG

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Hasil Perairan

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Asadatun Abdullah, SPi, MSM, MSi
- 2 Prof. Dr. Ir. Joko Santoso, M.Si



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Optimasi Elektrisitas Baterai Kertas Berbasis Karaginan-PVA
dengan Penambahan Silikon Dioksida (SiO₂)

Nama : Teresia Limbong
NIM : C3401201011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Bustami Ibrahim, M.Sc



Pembimbing 2:
Dr. Eng Wahyu Ramadhan, S.Pi., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Roni Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 198304212009121003



Tanggal Ujian: 12 Februari 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Elektrisitas Baterai Kertas Berbasis Karaginan-PVA dengan Penambahan Silikon Dioksida (SiO₂)”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi penelitian ini, antara lain kepada:

1. Dr. Ir. Bustami Ibrahim, M.Sc dan Dr. Eng Wahyu Ramadhan, S.Pi., M.Si, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan saran kepada penulis selama menjalani studi dan penyelesaian tugas akhir.
2. Prof. Dr. Asadatun Abdullah, S.Pi., M.S.M., M.Si, sebagai dosen penguji skripsi yang telah memberikan ilmu, kritik, dan saran yang membangun pada skripsi penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Joko Santoso selaku dosen Gugus Kendali Mutu yang telah memberikan ilmu, kritik, dan saran yang membangun pada skripsi penulis.
4. Dr. Roni Nugraha, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
5. Direktorat Riset dan Inovasi (DRI) IPB atas dana hibah Program R3 atas nama Dr. Ir. Bustami Ibrahim, M.Sc dengan Nomor: 5068/IT3/PT.01.05/M/B/2024 tertanggal 2 Februari 2024.
6. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian penelitian ini.
7. Seluruh Dosen pengajar Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu dan motivasi selama menjalankan program studi sarjana.
8. Advent yang selalu menemani, membantu, dan memberikan semangat selama penyusunan skripsi penelitian ini.
9. Sahabat penulis yang telah membantu, memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi.
10. Seluruh teman-teman Teknologi Hasil Perairan angkatan 57 yang telah membantu, memberikan dukungan, dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga penulis menerima segala kritik dan saran. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkan.

Bogor, Maret 2025

Teresia Limbong

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Penelitian	4
2.4 Prosedur Analisis	7
2.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	9
III HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Karakteristik Membran Karaginan-Silikon dioksida-PVA	10
3.2 Elektrisitas Membran Baterai Kertas	11
3.3 Gugus Fungsi Membran Baterai Kertas	14
3.4 Daya Serap Membran Karaginan-Silikon dioksida-PVA	16
3.5 Konduktivitas Proton Membran	19
3.6 Kuat Tarik Membran Karaginan-Silikon dioksida-PVA	21
IV SIMPULAN DAN SARAN	23
4.1 Simpulan	23
4.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	36



DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir pembuatan dan karakterisasi membran karaginan-silikon dioksida-PVA (Sumber: Modifikasi Ibrahim <i>et al.</i> 2020)	5
2	Diagram alir pembuatan gel elektrolit (Sumber: Modifikasi Hermanto dan Sulistijono 2015)	6
3	Diagram alir pembuatan baterai kertas (Sumber: Modifikasi Ibrahim <i>et al.</i> 2020)	7
4	Visualisasi membran baterai	10
5	Pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap tegangan listrik pada sistem membrane	11
6	Pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap kuat arus listrik pada sistem membrane	11
7	Pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida- PVA terhadap daya elektrisitas pada sistem membran	12
8	Spektrum FTIR membran karaginan-silikon dioksida-PVA	14
9	Pengaruh komposisi membran karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap <i>water uptake</i>	17
10	Pengaruh komposisi membran karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap konduktivitas proton	19
11	Kuat tarik membran dengan rasio karaginan-silikon dioksida-PVA yang berbeda	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis ragam dan uji Duncan pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap tegangan baterai	29
2	Hasil uji lanjut Duncan terhadap tegangan listrik baterai	29
3	Hasil analisis ragam dan uji Duncan pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap arus baterai	29
4	Hasil uji lanjut Duncan terhadap arus listrik baterai	30
5	Hasil analisis ragam dan uji Duncan pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap daya listrik baterai	31
6	Hasil uji lanjut Duncan terhadap daya listrik baterai	31
7	Hasil analisis ragam dan uji Duncan pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida-PVA terhadap nilai <i>water uptake</i> membran	32
8	Hasil uji lanjut Duncan terhadap nilai <i>water uptake</i> membran	32
9	Hasil uji lanjut Duncan terhadap nilai konduktivitas proton membran	33
10	Hasil analisis ragam dan uji Duncan pengaruh komposisi karaginan-silikon dioksida PVA terhadap kuat tarik membran	34
11	Hasil uji lanjut Duncan terhadap nilai kuat tarik membran	34
12	Dokumentasi Penelitian	35