

SINTESIS AEROGEL NANOFIBER SELULOSA *ULVA* SEBAGAI MATRIKS *FLAVOR CARRIER* MELALUI *IN-SITU* ENCAPSULATION

GANSUAR SEPRI



**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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis Aerogel Nanofiber Selulosa *Ulva* sebagai Matriks *Flavor Carrier* melalui *In-Situ Encapsulation*” 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, November 2025

Gansuar Sepri
C3401211016

- 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 mengumunkan 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.



ABSTRAK

GANSUAR SEPRI. Sintesis Aerogel Nanofiber Selulosa *Ulva* sebagai Matriks *Flavor Carrier* melalui *In-Situ Encapsulation*. Dibimbing oleh BAMBANG RIYANTO dan UJU

Selulosa *Ulva* merupakan biomassa laut yang memiliki potensi besar sebagai aerogel melalui pendekatan *green technology*. Aerogel ini menawarkan kinerja unggul, bersifat multifungsi, dan dapat diaplikasikan untuk mempertahankan senyawa rasa dan aroma yang bersifat volatil sehingga tidak mudah hilang selama penyimpanan maupun pemasakan. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh rasio nanofiber selulosa (CNF) dari ampas *Ulva* terhadap karakteristik aerogel nanofiber selulosa serta kemampuannya sebagai matriks *flavor carrier* dalam melepaskan aroma. Aerogel diformulasikan dengan variasi rasio suspensi CNF (0%, 10%, 30%, 50%) dalam matriks alginat yang ditambahkan *essence* udang. Aerogel berbasis selulosa ampas *Ulva* dibuat dengan teknik gelasi dan *freeze drying*, sedangkan profil pelepasan aroma menggunakan *Headspace GC-MS* untuk mengevaluasi kemampuan matriks *flavor carrier*. Analisis BET/BJH menunjukkan kategori mesopori dengan peningkatan diameter pori (1,8–7,8 nm) dan volume pori (0,012–0,015 cm³/g), disertai penurunan luas permukaan (26,24–7,80 m²/g). Toluena tetap stabil pada seluruh perlakuan aerogel, sedangkan 2-pentadecanone hanya terdeteksi pada rasio CNF 30% (0,68%) dan meningkat signifikan pada rasio CNF 50% (6,93%). Peningkatan rasio CNF dalam matriks alginat secara substansial meningkatkan kapasitas aerogel nanofiber selulosa *Ulva* sebagai sistem penghantaran senyawa *flavor* yang mampu menahan dan melepaskan komponen volatil secara lebih terkontrol.

Kata kunci: aerogel, pangan biru, pelepasan terkendali, sistem pengantaran

ABSTRACT

GANSUAR SEPRI. Synthesis of *Ulva* Cellulose Nanofiber Aerogel as a Flavor Carrier Matrix through *In-Situ Encapsulation*. Supervised by BAMBANG RIYANTO and UJU

Ulva cellulose is a marine biomass with great potential as an aerogel through a green technology approach. This aerogel offers superior performance, is multifunctional, and can be applied to retain volatile flavor and aroma compounds, preventing their loss during storage or cooking. This study aims to determine the effect of the ratio of cellulose nanofibers (CNF) derived from *Ulva* residue on the characteristics of cellulose nanofiber aerogels and their capability as a flavor-carrier matrix in aroma release. Aerogels were formulated with varying ratios of CNF suspension (0%, 10%, 30%, 50%) within an alginate matrix enriched with shrimp essence. *Ulva* residue-based cellulose aerogels were prepared using gelation and freeze-drying techniques, while aroma release profiles were analyzed using *Headspace GC-MS* to evaluate the performance of the flavor-carrier matrix. BET/BJH analysis revealed mesoporous structures with increasing pore diameter (1.8–7.8 nm) and pore volume (0.012–0.015 cm³/g), accompanied by a decrease in surface area (26.24–7.80 m²/g). Toluene remained stable across all aerogel treatments, whereas 2-pentadecanone was only detected at the 30% CNF ratio (0.68%) and showed a significant increase at the 50% CNF ratio (6.93%). Increasing the CNF ratio within the alginate matrix substantially enhanced the capacity of *Ulva* cellulose nanofiber aerogels as a flavor delivery system, capable of retaining and releasing volatile components in a more controlled manner.

Keywords: aerogel, blue food, controlled release, delivery system



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.

SINTESIS AEROGEL NANOFIBER SELULOSA *ULVA* SEBAGAI MATRIKS *FLAVOR CARRIER* MELALUI *IN-SITU* *ENCAPSULATION*

GANSUAR SEPRI

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

Penguji pada Ujian Skripsi:
Roni Nugraha, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Dr. Eng. Safrina Dyah Hardiningtyas, S.Pi., M.Si.



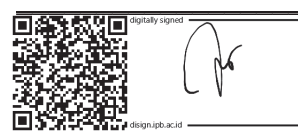
Judul Skripsi : Sintesis Aerogel Nanofiber Selulosa *Ulva* sebagai Matriks
Flavor Carrier melalui *In-Situ Encapsulation*

Nama : Gansuar Sepri
NIM : C3401211016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Eng. Uju, S.Pi., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Roni Nugraha, S.Si., M.Sc., Ph.D.
198304212009121003



Tanggal Ujian: 15 Oktober 2025

Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah dengan judul "Sintesis Aerogel Nanofiber Selulosa *Ulva* sebagai Matriks *Flavor Carrier* melalui *In-Situ Encapsulation*" telah diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan melancarkan proses dalam penyusunan maupun penyelesaian karya ilmiah ini, khususnya kepada:

1. Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si. dan Prof. Dr. Eng. Uju, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi atas ilmu, motivasi, dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
2. Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Hilirisasi Riset — Pengujian Model dan Prototipe Tahun Anggaran 2025 Nomor: 29/SPK/C.C4/PPK.DHK/VII/2025
3. Dr. Eng. Safrina Dyah Hardiningtyas, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Program Studi dan Dosen Penguji Skripsi, serta Roni Nugraha, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan sekaligus Dosen Gugus Kendali Mutu.
4. Kedua orang tua saya Alm. Abd. Bahri, Ibu saya Suarni, dan saudara saya Rahmad Fajri AB S.T atas segala doa, motivasi, bantuan materil yang selalu diberikan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan studi ini.
5. Rio, Nabil, Saddam, Thariq, Farsyad, Haryo, Arya, Aris, Akmal, Faishal, dan Zalfa yang membantu dan membersamai penulis selama di THP.
6. Teman-teman Divisi Pengolahan Anjani, Syauqina, Dini, Natasya, Rusty atas bantuan dan kebersamaan dalam menyelesaikan penelitian.
7. Teman-teman THP IPB 58 Nilaksamana Ganeshira yang telah membersamai penulis selama menyelesaikan studi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2025

Gansuar Sepri



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
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 Kerja	5
2.3.1 Preparasi dan Penentuan Karakteristik Ampas <i>Ulva</i>	5
2.3.2 Produksi dan Penentuan Karakteristik Nanofiber Selulosa	5
2.3.3 Fabrikasi dan <i>Release Profile</i> Aerogel Nanofiber Selulosa sebagai <i>Flavor Carrier</i>	6
2.3 Prosedur Analisis	7
2.3 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	12
III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Karakteristik Ampas <i>Ulva</i>	13
3.2 Profil Selulosa dan Nanofiber Selulosa <i>Ulva</i>	14
3.2.1 Rendemen dan Kemurnian Selulosa	14
3.2.2 Morfologi Mikrostruktur dan Distribusi Ukuran Nanofiber Selulosa	16
3.2.3 Gugus Fungsi Ampas <i>Ulva</i> , Selulosa dan Nanofiber Selulosa	17
3.2.4 Profil XRD Ampas <i>Ulva</i> , Selulosa dan Nanofiber Selulosa	18
3.3 Karakteristik Aerogel Nanofiber Selulosa Ampas <i>Ulva</i>	19
3.3.1 Visualisasi Makroskopis Aerogel Nanofiber Selulosa Ampas <i>Ulva</i>	19
3.3.2 Morfologi Mikrostruktur Aerogel	20
3.3.3 Analisis Diameter Pori, Volume Pori, dan Luas Permukaan Aerogel	
3.3.4 Penyusutan Volume Aerogel	25
3.3.5 Estimasi Densitas, dan Porositas Aerogel	26
3.4 Komposisi dan Konsentrasi Senyawa Volatil yang <i>Release</i> dari Matriks Aerogel Nanofiber Selulosa	27
IV SIMPULAN DAN SARAN	29
4.1 Simpulan	29
4.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

1	Formulasi Aerogel Nanofiber Selulosa sebagai <i>flavor carrier</i>	6
2	Perbandingan komposisi kadar abu, selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada ampas <i>Ulva</i> , rumput laut <i>Ulva fasciata</i> , dan limbah agar	14
3	Hasil analisis kadar kemurnian selulosa, lignin dan nilai <i>Acid Detergent Fiber</i> (ADF)	15
4	Transformasi visualisasi aerogel dari pencetakan hingga pengeringan	20
5	Nilai luas permukaan, ukuran pori, dan volume pori aerogel dengan perbedaan pada rasio suspensi nanofiber selulosa	23
6	Komposisi dan konsentrasi senyawa volatil <i>flavor</i> dari aerogel nanofiber selulosa	27

DAFTAR GAMBAR

1	Kenampakan visual ampas <i>Ulva</i> (a), dan tepung ampas <i>Ulva</i> ukuran 80 mesh (b)	13
2	Kenampakan visual fraksi selulosa ampas <i>Ulva</i> (a), fraksi nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i> (b), dan suspensi nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i> konsentrasi 0,3% (c)	15
3	Kenampakan mikrostruktur selulosa (a), dan nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i> pada perbesaran 5000x (b)	16
4	Spektrum FT-IR ampas <i>Ulva</i> , fraksi selulosa, dan fraksi nanofiber selulosa	17
5	Pola <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) dari ampas <i>Ulva</i> (a), fraksi selulosa ampas <i>Ulva</i> (b), dan fraksi nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i> (c)	19
6	Kenampakan mikrostuktur aerogel tanpa suspensi nanofiber selulosa (1a-2a), dengan 10% suspensi nanofiber selulosa (1b-2b), 30% suspensi nanofiber selulosa (1c-2c), serta 50% suspensi nanofiber selulosa (1d-2d) pada perbesaran 3.000x dan 10.000x	21
7	Grafik isoterm adsorpsi/desorpsi N ₂ dari aerogel CNF 0% (a), aerogel CNF 10% (b), aerogel CNF 30% (c), aerogel CNF 50% (d)	24
8	Perbandingan penyusutan volume aerogel CNF 0%, CNF 10%, CNF 30%, dan CNF 50% (Huruf <i>superscript</i> yang berbeda menunjukkan nilai signifikansi yang berbeda nyata (p<0,05))	25
9	Grafik hubungan nilai densitas dan porositas aerogel CNF 0%, CNF 10%, CNF 30%, dan CNF 50% (Huruf <i>superscript</i> yang berbeda pada parameter yang sama menunjukkan nilai signifikansi yang berbeda nyata (p<0,05))	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Dokumentasi preparasi ampas <i>Ulva</i> , produksi nanofiber selulosa, produksi aerogel nanofiber selulosa sebagai <i>flavor carrier</i> , dan pengukuran volume aerogel	39
---	---	----

2	Lampiran 2 Perhitungan rendemen selulosa dan nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i>	40
3	Lampiran 3 Diameter nanofiber selulosa (40 titik) yang diukur menggunakan <i>software</i> ImageJ	40
4	Lampiran 4 Perhitungan indeks kristalinitas (Crl) nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i>	42
5	Lampiran 5 Tabel nilai pengukuran diameter pori (makropori >50 nm) menggunakan <i>software</i> ImageJ	43
6	Lampiran 6 Perhitungan persentase fraksi air dan padatan dalam prekursor aerogel	46
7	Lampiran 7 Konsentrasi akhir nanofiber selulosa dalam prekursor aerogel	47
8	Lampiran 8 Tabel nilai penyusutan volume, densitas, dan porositas aerogel nanofiber selulosa	48
9	Lampiran 9 Perhitungan penyusutan volume aerogel nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i>	48
10	Lampiran 10 Perhitungan densitas aerogel nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i>	49
11	Lampiran 11 Perhitungan porositas aerogel nanofiber selulosa ampas <i>Ulva</i>	49
12	Lampiran 12 Analisis deskriptif, normalitas, homogenitas, ANOVA, dan uji lanjut duncan pada data penyusutan volume	50
13	Lampiran 13 Analisis deskriptif, normalitas, homogenitas, ANOVA, dan uji lanjut duncan pada data densitas aerogel	51
14	Lampiran 14 Analisis deskriptif, normalitas, homogenitas, ANOVA, dan uji lanjut duncan pada data porositas aerogel	52
15	Lampiran 15 Kromatogram Analisis Headspace GCMS pada Sampel Aerogel CNF 0%	53
16	Lampiran 16 Kromatogram Analisis Headspace GCMS pada Sampel Aerogel CNF 10%	53
17	Lampiran 17 Kromatogram Analisis Headspace GCMS pada Sampel Aerogel CNF 30%	54
18	Lampiran 18 Kromatogram Analisis Headspace GCMS pada Sampel Aerogel CNF 50%	55



@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.