

DEPOLIMERISASI KITOSAN SECARA BIOLOGIS MENGUNAKAN KAPANG ENDOFIT LAUT DAN APLIKASINYA SEBAGAI NANOCARRIER

MIRAH AFIZA NURAZIZAH



**PROGRAM STUDI MAGISTER 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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Depolimerisasi Kitosan Secara Biologis Menggunakan Kapang Endofit Laut dan Aplikasinya Sebagai *Nanocarrier*” 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Mirah Afiza Nurazizah
C3501241016

- 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.



RINGKASAN

MIRAH AFIZA NURAZIZAH. Depolimerisasi Kitosan Secara Biologis Menggunakan Kapang Endofit Laut dan Aplikasinya Sebagai *Nanocarrier*. Dibimbing oleh KUSTIARIYAH dan SAFRINA DYAH HARDININGTYAS

Kitosan merupakan biopolimer alami yang memiliki berbagai aplikasi dalam bidang farmasi, biomedis, dan pangan. Namun, keterbatasan kelarutannya pada pH netral akibat tingginya bobot molekul dan derajat polimerisasi membatasi penggunaannya. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan depolimerisasi kitosan menjadi kitosan oligosakarida (COS), yang memiliki sifat kelarutan lebih baik. Metode depolimerisasi secara biologis menggunakan kapang endofit laut dinilai sebagai pendekatan yang ramah lingkungan, hemat energi, dan berkelanjutan. Selain itu, COS telah menunjukkan efektivitas sebagai *nanocarrier* untuk penghantaran senyawa bioaktif bermolekul kecil. Meski demikian, eksplorasi terhadap kemampuannya dalam membawa senyawa bermolekul besar masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi kitosan hasil depolimerisasi menggunakan kapang endofit laut *Aspergillus terreus* KTR45 dan *Penicillium citrinum* KTR47, dan mengevaluasi efektivitas enkapsulasi dari nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen.

Penelitian ini meliputi prekultuur kapang endofit laut dalam media cair *Potato Dextrose Broth* (PDB) yang ditambahkan koloidal kitosan. Setelah itu, kultur dipindahkan ke media hidrolisis yang mengandung kitosan koloid. Proses depolimerisasi menghasilkan dua fraksi, yaitu fraksi cairan filtrat (F1) berupa filtrat/ kitosan yang larut dalam media, sementara fraksi residu (F2) berupa substrat/ residu kitosan yang tidak larut. Kedua fraksi dianalisis warna, rendemen, kelarutan, viskositas, bobot molekul, gugus fungsi, derajat deasetilasi, derajat polimerisasi, dan zeta potensial. Pembuatan nanopartikel dimulai dengan mencampurkan kitosan terdepolimerisasi dengan kolagen dan sodium tripolifosfat, kemudian dihomogenisasi dan dikarakterisasi untuk ukuran partikel, stabilitas dan mikrostruktur. Data penelitian disajikan secara deskriptif dan inferensial. Data inferensial dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan rancangan acak kelompok (RAK).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kapang endofit laut berhasil mendepolimerisasi kitosan. Nilai viskositas pada semua fraksi mengalami penurunan, dengan nilai viskositas terendah terdapat pada fraksi F1 KTR47 sebesar $1,04 \pm 0,11$ cP, sedangkan yang tertinggi terdapat pada fraksi F2 KTR47 sebesar $2,06 \pm 0,55$ cP. Hal ini sejalan dengan nilai berat molekul yang dihasilkan, di mana fraksi F1 KTR47 memiliki berat molekul sebesar 0,611 kDa, sementara yang tertinggi terdapat pada fraksi F2 KTR47 yaitu 124 kDa. Kelarutan tertinggi pada pH netral mencapai 50%, diperoleh pada sampel F1 KTR47 dan F1 KTR45. Derajat deasetilasi (DD) menunjukkan bahwa semua fraksi memiliki DD lebih dari 80%. Nilai potensial zeta untuk semua sampel bernilai positif (+), dengan nilai potensial zeta terendah terdapat pada fraksi F1 KTR47 sebesar (+4,119), yang mengindikasikan berat molekul rendah. Selanjutnya, nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen berhasil dilakukan dengan ukuran partikel rata-rata <500 nanometer, menunjukkan stabilitas yang cukup baik. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan potensi kapang endofit laut sebagai agen depolimerisasi

kitosan secara biologis, serta memberikan informasi penting tentang karakteristik kitosan terdepolimerisasi dan aplikasinya dalam formulasi nanoenkapsulasi.

Kata kunci: biopolimer, berat molekul, enzim, kelarutan

@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.



SUMMARY

MIRAH AFIZA NURAZIZAH. Biological Depolymerization of Chitosan Using Marine Endophytic Fungi and Its Potential Application as a Nanocarrier. Supervised KUSTIARIYAH and SAFRINA DYAH HARDININGTYAS

Chitosan is a natural biopolymer with potential applications in pharmaceuticals, biomedicine, and food. However, its high molecular weight limits solubility at neutral pH, restricting its use. Depolymerization into chitosan oligosaccharides (COS) improves solubility, with biological methods using marine endophytic fungi offering a sustainable alternative. In addition, COS is effective as a nanocarrier for low molecular weight compounds, but its use for larger molecules remains limited. This study aims to characterize chitosan depolymerized by *Aspergillus terreus* KTR45 and *Penicillium citrinum* KTR47, and to evaluate the encapsulation efficiency of depolymerized chitosan–collagen nanoparticles.

This study involves preculture marine endophytic fungi in Potato Dextrose Broth (PDB) medium supplemented with colloidal chitosan. The cultures were then transferred to hydrolysis medium containing colloidal chitosan. The depolymerization process yielded two fractions: the liquid filtrate fraction (F1), consisting of filtrate/soluble chitosan in the medium, and the residue fraction (F2), consisting of substrate/insoluble chitosan residue. Both fractions were analyzed for color, yield, solubility, viscosity, molecular weight, functional groups, degree of deacetylation, degree of polymerization, and zeta potential. For encapsulation, nanoparticles were prepared by mixing depolymerized chitosan with collagen and sodium tripolyphosphate, followed by homogenization and characterization for particle size, stability, and penetration. The research data were presented descriptively and inferentially. Inferential data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) based on a randomized block design (RBD)

The results showed that both fungi successfully depolymerized chitosan. Viscosity values decreased across all fractions, with the lowest viscosity value found in fraction F1 KTR47 at 1.04 ± 0.55 cP, while the highest was in fraction F2 KTR47 at 2.06 ± 0.11 cP. This aligns with the molecular weight values obtained, where fraction F1 KTR47 had a molecular weight of 0.611 kDa, while the highest was found in fraction F2 KTR47 at 124 kDa. The highest solubility at neutral pH reached 50%, obtained in samples F1 KTR47 and F1 KTR45. The degree of deacetylation (DD) indicates that all fractions have a DD of over 80%. The zeta potential values for all samples are positive (+), with the lowest zeta potential value found in fraction F1 KTR47 at (+4.119), indicating a low molecular weight. Furthermore, depolymerized chitosan–collagen nanoparticles were successfully produced with an average particle size of <500 nanometers, demonstrating good stability. Overall, this study successfully demonstrated the potential of marine endophytic fungi as biological depolymerization agents for chitosan, as well as providing important information on the characteristics of depolymerized chitosan and its application in nanoencapsulation formulations.

Keywords: *depolymerization, enzyme, molecular weight, solubility.*

DEPOLIMERISASI KITOSAN SECARA BIOLOGIS MENGUNAKAN KAPANG ENDOFIT LAUT DAN APLIKASINYA SEBAGAI NANOCARRIER

MIRAH AFIZA NURAZIZAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Teknologi Hasil Perairan

**PROGRAM STUDI MAGISTER 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.



Judul Tesis : Depolimerisasi Kitosan Secara Biologis Menggunakan Kapang
Endofit Laut dan Aplikasinya Sebagai *Nanocarrier*

Nama : Mirah Afiza Nurazizah

NIM : C3501241016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Kustiariyah, S.Pi., M.Si.

Pembimbing 2:

Dr.Eng. Safrina Dyah Hardiningtyas, S.Pi., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr.Eng. Uju, S.Pi., M.Si.

NIP. 197306122000121001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.

NIP. 196307311988031002

Tanggal Ujian:
(28 Juli 2025)

Tanggal Lulus:
(05 Agustus 2025)



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Depolimerisasi Kitosan Secara Biologis Menggunakan Kapang Endofit Laut dan Aplikasinya Sebagai *Nanocarrier*” untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Program Magister Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini, antara lain kepada:

1. Dr.rer.nat. Kustiariyah Tarman, S.Pi, M.Si selaku dosen pembimbing tesis I yang bersedia memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
2. Dr. Eng. Safrina Dyah H, S.Pi, M.Si., selaku dosen pembimbing tesis II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, M.S., selaku dosen penguji pada sidang tesis yang telah memberikan arahan kepada penulis.
4. Prof. Dr. Ir. Joko Santoso, M.Si., selaku dosen Gugus Kendali Mutu yang telah memberikan arahan kepada penulis.
5. Prof. Dr. Eng. Uju, S.Pi., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi hasil Perairan (THP) Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor yang telah banyak membantu selama menyelesaikan studi.
6. Bapak/Ibu dosen dan staf Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor yang telah membantu penulis selama menempuh studi.
7. Program Project Co-Research Project Collaboration IPB University – Kasetsart University (CRPC IPB-KU) yang telah mendanai penelitian penulis di jenjang Magister pada Institut Pertanian Bogor.
8. Orang tua yaitu Ibu Rahmaniah, S.Pd dan Ayah Minadi, SH, kakak, abang, ayuk, adik dan ponakan yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa terbaiknya kepada penulis demi kelancaran studi di Institut Pertanian Bogor.
9. Moza Sivarabbila selaku sahabat yang selalu memberi keceriaan selama proses penelitian.
10. Teman-teman THP 57 dan magister THP 2023 yaitu, Abin, Ghea, Ben, Nurdin, Upi, Nay yang telah mendukung, mengingatkan, dan menemani selama penelitian.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tesis ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk menjadikan tesis ini menjadi lebih baik. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkan sebagai penunjang ilmu.

Bogor, Agustus 2025

Mirah Afiza Nurazizah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Hipotesis	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Prosedur Kerja	5
2.3.1 Penyegaran Kapang Endofit Laut (Tarman 2011)	6
2.3.2 Preparasi Koloidal Kitosan (Budiman <i>et al.</i> 2024)	6
2.3.3 Depolimerisasi Secara Biologis Kitosan (Budiman <i>et al.</i> 2024)	6
2.3.4 Pembuatan Larutan Stok Kitosan Terdepolimerisasi (Hasan <i>et al.</i> 2021)	7
2.3.5 Pembuatan Larutan Stok Kolagen (Hasan <i>et al.</i> 2021)	7
2.3.6 Formulasi Nanopartikel Kitosan Terdepolimerisasi-Kolagen (Hasan <i>et al.</i> 2021)	7
2.4 Prosedur Analisis	9
2.4.1 Karakterisasi Morfologi Kapang Endofit Laut	9
2.4.2 Rendemen Kitosan Terdepolimerisasi	9
2.4.3 Profil Warna Kitosan Terdepolimerisasi	9
2.4.4 Kelarutan Air Kitosan Terdepolimerisasi	9
2.4.5 Analisis Viskositas Kitosan Terdepolimerisasi	10
2.4.6 Analisis Gugus Fungsi Kitosan Terdepolimerisasi	10
2.4.7 Profil Bobot Molekul	10
2.4.8 Derajat Deasetilasi Kitosan Terdepolimerisasi	11
2.4.9 Derajat Polimerisasi Kitosan Terdepolimerisasi	11
2.4.10 Zeta Potensial Kitosan Terdepolimerisasi	11
2.4.11 Analisis Mikroskostruktur Nanopartikel Kitosan Terdepolimerisasi-Kolagen	12
2.4.12 Ukuran Partikel Nanopartikel Kitosan Terdepolimerisasi-Kolagen	12
2.4.13 Analisis Stabilitas Nanopartikel Kitosan Terdepolimerisasi-Kolagen	12
2.5 Analisis Data	12



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

III	HASIL DAN PEMBAHASAN	14
3.1	Karakteristik Kapang Endofit Laut	14
3.2	Karakteristik Fisik dan Gugus Fungsi Kitosan Oligosakarida	15
3.2.1	Profil Warna Kitosan Terdepolimerisasi	15
3.2.2	Rendemen Kitosan Terdepolimerisasi	17
3.2.3	Kelarutan Kitosan Terdepolimerisasi	18
3.2.5	Profil Bobot Molekul Kitosan Terdepolimerisasi	21
3.2.6	Gugus Fungsi Kitosan Terdepolimerisasi	23
3.2.7	Derajat Deasetilasi dan Polimerisasi Kitosan Terdepolimerisasi	25
3.2.8	Zeta potensial Kitosan Terdepolimerisasi	26
3.3	Karakteristik Nanopartikel Kitosan Terdepolimerisasi-Kolagen	28
3.3.1	Kenampakan nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen	28
3.3.2	Stabilitas fisik nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen	29
3.3.3	Karakteristik nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen	30
3.3.4	Mikrostruktur kitosan terdepolimerisasi-kolagen	32
IV	SIMPULAN DAN SARAN	34
4.1	Simpulan	34
4.2	Saran	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN	45
	RIWAYAT HIDUP	52

DAFTAR TABEL

1	Profil warna kitosan terdepolimerisasi	16
2	Parameter fisik kitosan dan kitosan terdepolimerisasi	20
3	Derajat deasetilasi dan polimerisasi kitosan terdepolimerisasi	25
4	Ukuran partikel dan indeks polidispersitas nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen	30

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir proses	8
2	Karakteristik morfologi kapang endofit laut. Keterangan (a–b): <i>A. terreus</i> KTR45 tampak depan dan belakang; (c–d): <i>P. citrinum</i> KTR47 tampak depan dan belakang; (e–f): Kenampakan mikroskopis <i>A. terreus</i> KTR45; (g–h) Kenampakan mikroskopis <i>P. citrinum</i> KTR47	14
3	s	
4	Kelarutan kitosan terdepolimerisasi	19
5	Distribusi bobot molekul kitosan terdepolimerisasi	22
6	Spektrum FTIR gugus fungsi kitosan dan kitosan terdepolimerisasi	24

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 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.

		xi
7	Nilai zeta potensial kitosan terdepolimerisasi	27
8	Kenampakan nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen. Keterangan: F1-K KTR45: kitosan terdepolimerisasi F1 KTR45-kolagen; F2-K KTR45: kitosan terdepolimerisasi F1 KTR45-kolagen; F1-K KTR47: kitosan terdepolimerisasi F2 KTR47-kolagen.	28
9	Mikrostruktur nanopartikel kitosan terdepolimerisasi-kolagen. Keterangan: a: F1-K KTR45; b; F1-K KTR47 menggunakan CLSM (600x); c: F2-K KTR45; d: F2-K KTR47 menggunakan mikroskop digital (1000x)	32

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis ragam warna kitosan terdepolimerisasi	46
2	Analisis ragam rendemen kitosan terdepolimerisasi	48
3	Analisis ragam viskositas	49
4	Analisis ragam ukuran partikel	49
5	Analisis ragam indeks polidispersitas	50
6	Hasil evaluasi pertumbuhan kapang pada media hidrolisis kitosan	50
7	Hasil analisis kelarutan oligokitosan pada pelarut dengan pH berbeda	51
8	pH media depolimerisasi kitosan pada hari ke-7	51