



PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN PADUAN KITOSAN-
POLIETILENGLIKOL6000

Oleh

Alinda Megagita Nurratri¹⁾, Khabibi²⁾, Retno Ariadi Lusiana³⁾, Abdul Haris⁴⁾
& Rahmad Nuryanto⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Jurusan Kimia Universitas Diponegoro

Email: ¹alindamn@gmail.com, ²khabibi@live.undip.ac.id, ³retno.lusiana@live.undip.ac.id,
⁴a.haris@live.undip.ac.id & ⁵nuryantorahmad@live.undip.ac.id

Abstrak

Kitosan adalah polimer alami yang memiliki sifat non toksik, hidrofil, biokompatibel dan biodegradabel dan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi membran kitosan yang dipadukan dengan Polietilen glikol berat molekul 6000/PEG 6000 (kitosan-PEG6000) dan mengkarakterisasi membrannya. Mula-mula kitosan dan PEG6000 dilarutkan dan dipadukan dengan perbandingan tertentu, kemudian larutannya diubah menjadi bentuk membran. Membran kitosan-PEG diperoleh dengan memvariasikan perbandingan kitosan-PEG sebesar 8:2; 7:3; 6:4; dan 5:5 (v/v). Karakterisasi membran dilakukan dengan pengujian ketebalan, pengembangan/*swelling*, morfologi, biodegradasi, ketahanan terhadap pH. Uji tarik dan FTIR untuk mengetahui gugus fungsinya. Hasil karakterisasi membran kitosan-PEG 6000 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan PEG dalam membran menghasilkan membran yang lebih tipis, kemampuan *swelling* meningkat, hidrofilitasnya meningkat, kemampuan biodegradable menurun, kekuatan mekanik menurun, memiliki ketahanan pH pada range 3-13 dan kontur permukaan berpori dengan ukuran pori 30-120 nm.

Kata Kunci: Kitosan, PEG, Membran & Karakterisasi

PENDAHULUAN

Teknologi membran telah berkembang dengan pesat dalam beberapa dekade ini. Teknologi membran memiliki berbagai keunggulan baik secara teknik maupun ekonomi, sehingga sering kali digunakan pada bidang lingkungan, kesehatan, dan industri [1]. Membran berfungsi sebagai penghalang (barrier) tipis yang selektif diantara dua fasa dengan hanya melewatkan komponen tertentu, dan menahan komponen yang lainnya. Membran memiliki keunggulan dibandingkan dengan teknik pemisahan lainnya, karena memerlukan energi yang lebih rendah untuk operasi dan pemeliharaan, peralatannya modular, dan tidak butuh kondisi ekstrim. Salah satu biomaterial yang dapat digunakan untuk pembuatan membran adalah kitosan [2-3].

Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil proses deasetilasi kitin. Dalam beberapa dekade terakhir, kitosan banyak digunakan

sebagai membran, karena mempunyai sifat hidrofilitas, non-toksik, kompatibilitas biologi dan biodegradabel. Sifat biodegradabel yang dimiliki kitosan, merekomendasikan penggunaan senyawa ini dalam industri ramah lingkungan. Dari segi proses, pembuatan membran kitosan relatif lebih sederhana dan membutuhkan waktu yang lebih singkat bila dibandingkan dengan pembuatan membran sintesis. Beberapa peneliti telah melakukan pembuatan membran kitosan untuk berbagai macam tujuan, seperti adsorpsi logam [4-5], dialisis urea kreatinin [6] dan *drug delivery* [7].

Di sisi lain, membran yang berbahan dasar kitosan saja memiliki beberapa kekurangan antara lain: membran yang dihasilkan kurang berpori dan masih bisa ditingkatkan hidrofilitasnya sehingga jika diaplikasikan untuk dialisis yang didapatkan masih kurang optimal[8]. Modifikasi membran kitosan diharapkan dapat menghasilkan membran dengan

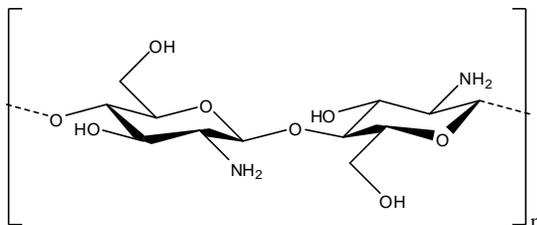


karakter yang lebih baik [1]. Penelitian tentang modifikasi membran kitosan telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan menggunakan beberapa material, seperti Polisulfonat, natrium tripolifosfat dan asam sitrat [3]. Pada penelitian ini polietilen glikol berat molekul 6000 (PEG 6000). PEG digunakan dalam pembuatan plastik pada industri polimer.

LANDASAN TEORI

Kitosan merupakan polimer kationik alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang banyak terdapat di alam. Kitin dapat diperoleh dari crustacea atau berbagai fungi dan cangkang udang. Kitin merupakan bentuk molekul yang hampir sama dengan selulosa. Kitin mudah mengalami degradasi secara biologis, tidak beracun, tidak larut dalam air, asam anorganik encer, dan asam organik, tetapi larut dalam larutan dimetil asetonamida dan litium klorida [9]. Struktur kimia kitosan dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Struktur Kitosan



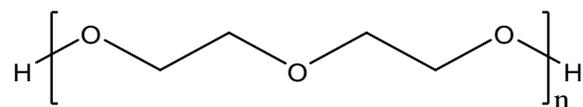
Kitosan juga memiliki kegunaan yang sangat luas misalnya sebagai adsorben limbah logam berat dan zat warna, pengawet, antijamur, kosmetik, farmasi, flokulan, antikanker, dan antibakteri [10-12]. Kitosan diketahui mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, film dan fiber. Kitosan diperoleh melalui beberapa tahapan proses yaitu deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi. Salah satu faktor utama yang mencirikan sifat fisik kitosan adalah derajat deasetilasi. Derajat deasetilasi menunjukkan banyaknya asetil yang dilepaskan kitin pada saat proses deasetilasi terjadi. Umumnya derajat deasetilasi yang diharapkan dalam standar mutu kitosan adalah 70-100%. Pada pH asam, kitosan memiliki gugus amin bebas (-NH₂) menjadi bermuatan positif

untuk membentuk gugus amin kationik (NH₃⁺). Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh tingkat ionisasi NH₃⁺ dan dalam bentuk terionisasi penuh, kelarutannya dalam air meningkat karena adanya jumlah gugus yang bermuatan. Gugus amin bebas (NH₂) dari kitosan yang pada suasana asam akan terprotonasi membentuk gugus amino kationik (NH₃⁺), mempengaruhi aktivitas kitosan melalui interaksi ionik ataupun ikatan kimia dengan zat lain yang bermuatan negatif atau elektronegatif, misalnya senyawa berwarna, senyawa anionik ion halida dan ion lain lain yang bermuatan negatif.

Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen Glikol (PEG) merupakan golongan senyawa polieter dari etilen oksida. PEG dibuat melalui polimerisasi etilen oksida dan secara komersil tersedia dalam rentang berat molekul yang luas dari 300 g/mol sampai 10.000 g/mol. Polietilen glikol memiliki sifat-sifat yang baik, termasuk kelarutan yang baik di dalam air dan pelarut organik, sifat toksik yang rendah, tidak bersifat antigen dan imunogen, serta bersifat hidrofilik atau mudah berikatan dengan air. Polietilen glikol biasa digunakan sebagai emulsifier, bahan tambahan deterjen, humektan, dan pelumas larut air untuk melapisi tekstil. Untuk pembentukan dan penyeragaman pori-pori membran dapat dilakukan penambahan PEG sebagai porogen [13]. Struktur PEG ditunjukkan pada gambar 2.

Gambar 2. Struktur Polietilen Glikol Membran



Membran adalah suatu lapisan yang memisahkan dua fasa dimana perpindahan massanya dapat diatur dan hanya dapat dilewati oleh zat tertentu saja. Membran dapat berupa padatan atau campuran dan berfungsi sebagai media pemisah yang selektif berdasarkan perbedaan koefisien difusitas, muatan listrik maupun perbedaan kelarutan [14]. Meningkatnya aplikasi membran di berbagai industri tidak terlepas dari keunggulan yang dimilikinya.

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



Keunggulan utama teknologi membran dibandingkan dengan teknologi pemisahan secara konvensional, yaitu membran bekerja dengan prinsip *sieving mechanism* atau *solution diffusion*, artinya pemisahan dengan membran tidak membutuhkan bahan kimia aditif, dapat beroperasi secara isothermal pada suhu kamar, dan konsumsi energi yang lebih rendah. Agar diperoleh membran yang baik perlu dilakukan karakterisasi yang meliputi karakterisasi pengujian ketebalan, pengembangan/*swelling*, morfologi, biodegradasi, ketahanan terhadap pH, uji tarik mekanik. Pengamatan morfologi permukaan mikrostruktur membran juga dapat dilihat dengan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Selain itu keberadaan gugus fungsi pada membran juga perlu diamati dengan *Fourier transform infra red* (FTIR).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah: Alat gelas standar, Penyaring vakum, neraca analitik OHAUS, *hotplate Stirrer*, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), pH meter, kertas saring dan *thickness meter*.

Bahan yang digunakan adalah kitosan, polietilenglikol BM 6000, CH₃COOH p.a, kertas saring Whatman 45, KBr p.a, Akuades p.a, NaOH p.a, dan HCl p.a

Prosedur Penelitian

Pembuatan membran paduan kitosan-PEG

Sebanyak 1,5 g kitosan dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 1% (v/v) dan sebanyak 1,5 g PEG dilarutkan dalam 100 mL akuades. Langkah selanjutnya, larutan paduan 8:2; 7:3; 6:4; 5:5 (v/v) diaduk selama 24 jam sampai homogen lalu 10 mL larutan tersebut dituangkan dalam cawan petri dan dikeringkan di oven pada suhu 50–70°C. Membran yang sudah kering dilepaskan dengan penambahan NaOH 1M, selanjutnya membran dicuci dengan akuades hingga netral dan dikeringkan.

Uji ketebalan

Membran kitosan-PEG dengan variasi komposisi 8:2; 7:3; 6:4; 5:5 (v/v) diukur ketebalannya menggunakan *thickness meter*.

Uji pengembangan terhadap air

Membran kitosan-PEG ditimbang berat keringnya, kemudian direndam enam jam dalam akuades, sampai diperoleh berat yang konstan. Membran basah diusap menggunakan kertas saring dan ditimbang.

Morfologi membran dengan SEM

Membran dikeringkan dengan mengalirkan gas N₂ selama empat jam hingga kering, kemudian diangkat dan dipotong dengan ukuran 0,5 x 0,5 cm menggunakan pinset pada kedua ujungnya. Potongan membran kemudian dilapisi. Permukaan dan penampang lintang dilakukan analisis SEM.

Uji biodegradasi

Membran dipotong dan ditimbang menggunakan neraca analitis, ditanam dalam tanah kompos dengan kedalaman 50 cm dan dibiarkan selama beberapa hari dengan dilakukan pengamatan. Spesimen ditimbang kembali menggunakan neraca analitis.

Uji ketahanan membran kitosan-PEG terhadap pH

Membran kitosan-PEG ditimbang beratnya dan dikontakkan secara langsung pada larutan dengan pH (3 ; 5 ; 7 ; 9 ; 11 ; 13) yang diatur dengan menggunakan HCl dan NaOH. Membran dibiarkan pada temperatur 25°C selama 48 jam.

Uji struktur membran dengan FTIR

Sejumlah membran paduan kitosan-PEG dicampur dengan KBr. Kemudian digerus dengan mortar sampai halus lalu ditekan untuk memperoleh bentuk pelet. Pelet KBr tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tempat cuplikan dan direkam dengan inframerah pada bilangan gelombang tertentu.

Uji kekuatan tarik

Membran dipotong sesuai dengan standar, bentuk spesimen uji kekuatan tarik. Kedua ujung dari spesimen ini dijepit pada alat uji mekanis, kemudian ditarik dan diamati kekuatan tarik, persen elongasi (%) serta *modulus youngnya*.



HASIL DAN PEMBAHASAN

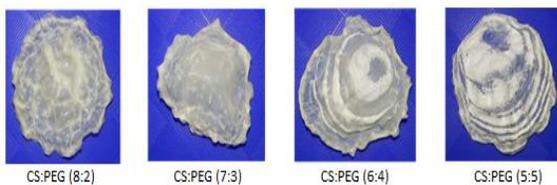
Pembuatan Membran Paduan

Pada Penelitian ini untuk memperoleh membran paduan kitosan-PEG6000 dilakukan melalui metode inversi fasa serta menentukan karakteristik membran. Ada beberapa metode pembuatan membran, diantaranya adalah sintering, stretching, track-etching, template leaching dan inversi fasa. Inversi fasa adalah metode yang paling banyak digunakan dalam pembuatan membran polimer untuk proses pemisahan, karena kemudahan dan reproducibility yang tinggi. Pada metode ini, polimer bentuk padatan diubah ke bentuk larutan dan kembali diubah ke bentuk padatan secara terkontrol pada suhu dan waktu tertentu.

Membran paduan kitosan-PEG6000

Pembuatan membran kitosan-PEG6000 diawali dengan pencampuran larutan kitosan 1,5% dan larutan PEG6000 1,5% dengan komposisi perbandingan tertentu. Setelah pencetakan membran dan sudah kering, membran yang terbentuk direndam dengan NaOH 1M selama beberapa jam. Penambahan NaOH bertujuan untuk menetralkan kelebihan asam asetat yang digunakan sebagai pelarut kitosan. Selanjutnya membran dicuci dengan akuades hingga netral lalu dikeringkan pada suhu ruang. Kemudian dilakukan karakterisasi dengan menganalisis ketebalan, kemampuan water uptake, morfologi, biodegradasi, ketahanan terhadap pH, identifikasi gugus dan kekuatan mekanik. Membran kitosan-PEG yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 3. Membran kitosan-PEG



PEG merupakan polimer sintesis yang dapat digunakan untuk membuat pori-pori di dalam suatu membran yang akan dibuat, karena sifat porogenitasnya (Yang, 2003). Membran yang dibuat dari kitosan murni merupakan membran tidak berpori. Untuk meningkatkan porositas membran, maka perlu dilakukan

pemaduan dengan polimer lain yang bersifat porogen. Salah satunya adalah pemaduan menggunakan PEG. Kitosan dan PEG merupakan senyawa yang memiliki gugus OH. Paduan keduanya diharapkan akan terbentuk melalui ikatan hidrogen diantara keduanya. Ikatan hidrogen yang terdapat pada paduan keduanya berupa reaksi intermolekul antara molekul kitosan dan PEG. Tarikan antar molekul yang besar ini menimbulkan jarak yang menyebabkan terbentuknya pori pada membran.

Ketebalan Membran Paduan

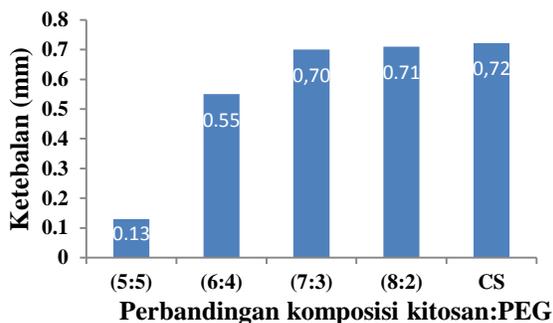
Uji ketebalan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi jumlah massa penyusun membran dalam satuan luas yang sama. Uji ketebalan dapat didefinisikan sebagai komposisi massa penyusun membran per satuan luasnya. Uji ketebalan dilakukan dengan cara mengukur ketebalan membran pada tiga posisi yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah membran menggunakan alat Thickness meter (Mitutoya). Dari data di atas, baik pada paduan dengan PEG didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi kitosan dalam membran maka membran paduan yang dihasilkan akan semakin tebal. Hal ini dikarenakan massa senyawa dalam membran per satuan luas membran berbeda, disamping itu berat molekul kitosan juga lebih besar yaitu sekitar 40.000 dibandingkan berat molekul PEG yang 6.000. Semakin banyak massa komponen penyusun membran maka ketebalan membran akan meningkat. Ketebalan membran paduan kitosan-PEG yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 4.

Tabel 1. Ketebalan Membran Paduan Kitosan-PEG6000 pada berbagai komposisi

Perbandingan Kitosan:PEG		d (cm)	Ketebalan rata-rata (mm)
v/v (mL)	w/w (gram)		
(8:2)	0,08:0,02	3	0,71
(7:3)	0,07:0,03	3	0,70
(6:4)	0,06:0,04	3	0,55
(5:5)	0,05:0,05	3	0,13



Gambar 4. Perbandingan ketebalan membran paduan kitosan-PEG6000



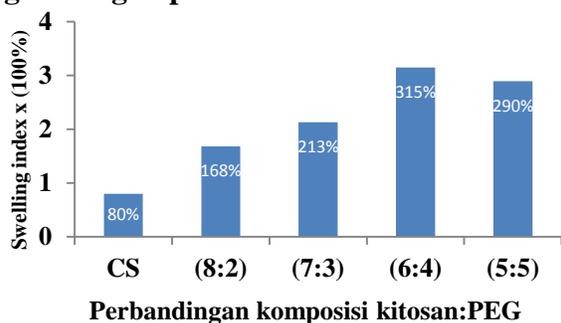
Uji Pengembangan Membran Paduan (Swelling)

Uji pengembangan ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang dapat berdifusi ke dalam membran/swelling. Swelling adalah kemampuan pengembangan membran karena adanya difusi air ke dalam membran. Pengembangan ini juga dapat memprediksi bahwa masih terdapat rongga dalam membran dimana rongga ini dapat mempengaruhi sifat mekanik membran. Data uji pengembangan masing-masing membran dapat dilihat di tabel 2 dan gambar 5.

Tabel 2. Uji Pengembangan Membran Paduan Kitosan-PEG6000

Kitosan:PE G	Berat awal	Berat Sesudah Rata-rata	Swelling Index (%)
(8:2)	0,136	0,367	168%
(7:3)	0,133	0,419	213%
(6:4)	0,111	0,463	315%
(5:5)	0,078	0,307	290%

Gambar 5. Perbandingan persentase uji pengembangan paduan kitosan-PEG6000

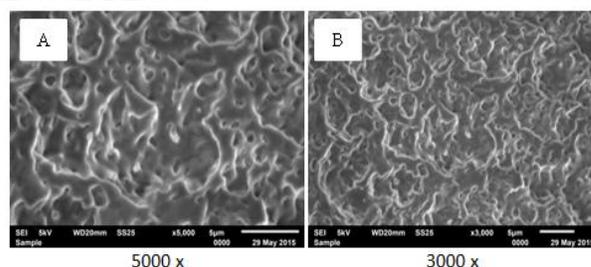


Membran kitosan memiliki nilai *swelling* 80%. Nilai ini akan bertambah ketika dipadukan dengan PEG. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5, juga didapatkan angka *swelling* paling optimum terdapat pada membran kitosan-PEG variasi 6:4. Penambahan PEG bertujuan untuk menambah pembentukan pori. Semakin banyak PEG yang ditambahkan maka pori yang terbentuk pada membran semakin banyak dan ini menyebabkan penyerapan air akan meningkat. Pada Tabel 2, terlihat adanya pola kejenuhan pada angka *swelling* membran paduan, yaitu pada perbandingan kitosan PEG (5:5). Hal ini dimungkinkan sudah terbentuk kesetimbangan antara gugus hidrofil dan hidrofob pada membran yang menyebabkan angka *swelling* menurun. Angka *swelling* optimum terdapat pada variasi komposisi kitosan-PEG (6:4). Hal ini dikarenakan salah satu faktor yang mempengaruhi *Swelling Index* adalah hidrofilisitas [15].

Morfologi Membran

Karakterisasi morfologi membran dilakukan dengan instrumen SEM. Bagian membran yang dikarakterisasi yaitu permukaan atas membran (melintang). Foto penampang permukaan atas membran dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6. Morfologi permukaan membran kitosan-PEG6000



Pada Gambar 6, terlihat bahwa morfologi membran paduan kitosan-PEG6000 memiliki kontur yang tidak rata dan berpori. Dari beberapa titik yang dicirikan sebagai pori, diukur berdasar rasio didapatkan ukuran pori membran adalah antara 30-120 nm. Terlihat juga adanya distribusi pori di sepanjang permukaan membran. Pembentukan pori pada membran kitosan dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi akibat

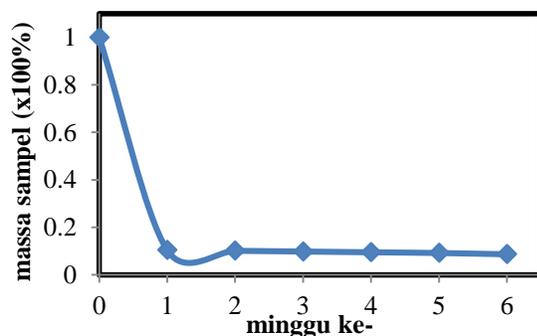
penambahan PEG sebagai pembentuk pori. Peran PEG sebagai pembentuk pori dipengaruhi oleh besarnya massa molekul dan konsentrasi PEG.

Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi membran dilakukan dengan cara menanam potongan membran di dalam wadah berisi tanah humus berkompos selama 6 minggu. Sebelum ditanam semua membran uji ditimbang, dibasahi dengan air dan ditanam pada kedalaman yang sama. Setiap minggu semua membran dibongkar, dibersihkan dan ditimbang untuk mendapatkan pola pengurangan berat dibandingkan dengan membran awal uji. Seluruh data uji disajikan pada gambar 7. Berdasarkan data persen kehilangan berat terlihat bahwa membran mengalami biodegradasi. Hal ini ditandai dengan terjadinya pengurangan berat sampel.

Berdasarkan data persen kehilangan berat sampel dari kedua membran paduan, terlihat bahwa persen kehilangan berat sampel membran semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu biodegradasi. Perubahan ini disebabkan telah terjadinya perubahan sifat membran sebagai akibat proses biodegradasi yang berlangsung. Biodegradasi merupakan reaksi penyederhanaan sebagian atau penghancuran total struktur molekul suatu bahan oleh suatu reaksi fisiologis yang dikatalis oleh mikroorganisme [16]. Oleh karena itu mikroorganisme memegang peranan penting dalam proses biodegradasi.

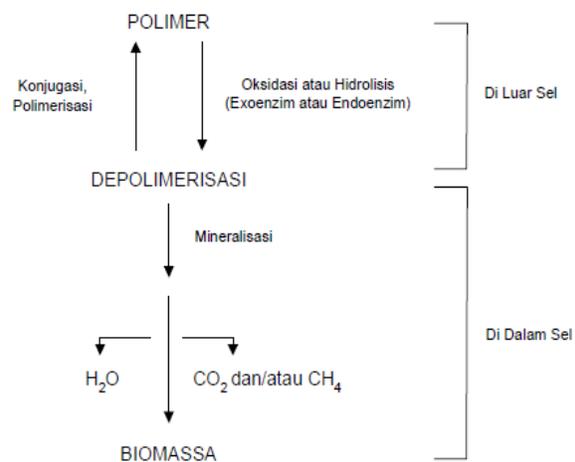
Gambar 7. Grafik degradasi membran kitosan-PEG komposisi 8:2



Pada proses biodegradasi biopolimer, terdapat dua tahapan kunci yang terjadi. Pertama, tahapan depolimerisasi dan kedua, tahapan mineralisasi. Gambar 8, menunjukkan skema

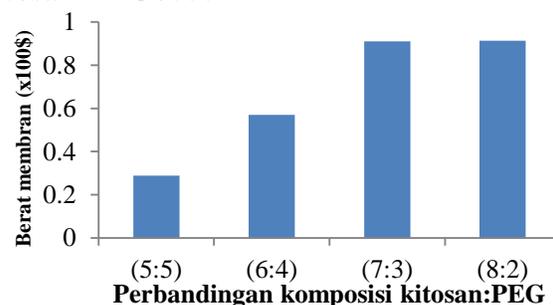
dasar biodegradasi sebuah polimer, dimana dua tahapan kunci terjadi pada proses tersebut.

Gambar 8. Skema Dasar Biodegradasi Polimer



Proses depolimerisasi merupakan proses pemutusan rantai polimer melalui reaksi enzimatik. Enzim ekstraseluler bertanggung jawab atas tahapan ini secara endo (pemecahan secara acak unit monomer terminal pada rantai polimer utama) ataupun ekso (pemecahan secara berurutan unit monomer terminal pada rantai polimer utama). Tahapan kedua setelah proses depolimerisasi adalah mineralisasi. Setelah monomer dan oligomer yang berukuran lebih kecil terbentuk maka monomer dan oligomer-oligomer tersebut ditransfer ke dalam sel dan dimineralisasi. Mineralisasi merupakan proses konversi polimer menjadi biomassa, mineral dan garam-garaman, air, dan gas seperti CO_2 , CH_4 , dan N_2 .

Gambar 9. Uji biodegradasi membran paduan kitosan-PEG6000



Berdasarkan gambar 9, persentase kehilangan berat pada membran kitosan-PEG



menunjukkan grafik yang berkebalikan. Pada membran kitosan-PEG, persentase kehilangan berat semakin menurun seiring dengan semakin banyaknya PEG yang ditambahkan. Hal ini dimungkinkan karena PEG merupakan polimer sintetik, hasil rekayasa manusia dan memiliki stabilitas cukup tinggi (Lu, 2007). Dibutuhkan waktu yang lebih panjang untuk mendegradasi sebagian atau seluruh senyawa PEG. Secara keseluruhan membran hasil paduan dapat terdegradasi oleh mikroba dalam tanah, sehingga diharapkan penggunaan membran tersebut dalam berbagai aplikasinya tidak akan menambah beban pencemaran terhadap bumi.

Tabel 3. Massa Kehilangan Kitosan dan PEG6000

Jenis Membran	Massa Kehilangan		
	Total	Kitosan	PEG
Kitosan	0,109	0,109	
CS:PEG	0,118	0,081	0,037

Dari Tabel 3, teramati bahwa tidak hanya kitosan yang dapat terdegradasi, namun PEG juga dapat mengalami degradasi oleh mikroba. Berdasarkan data, persentase degradasi membran kitosan murni adalah 78,4% dan PEG6000 sebesar 14,5%.

Uji Ketahanan Membran Terhadap pH

Uji ketahanan membran terhadap pH bertujuan untuk mengetahui stabilitas fisik membran dalam berbagai pH. Uji ini dilakukan dengan cara merendam potongan membran ke dalam larutan pH 3, 5, 9 dan 13. Hasil uji ketahanan disajikan pada tabel 4. Berdasarkan data tersebut membran stabil pada waktu perendaman selama 48 jam. Dengan demikian membran yang dihasilkan berpotensi untuk digunakan untuk dialisis larutan baik yang bersifat asam maupun basa, pengawet makanan dan pelapis makanan/*edible coating*.

Tabel 4. Ketahanan Membran Paduan Kitosan-PEG6000 pada berbagai pH

Kitosan:PEG	Stabilitas membran (%)			
	3	5	9	13
5:5	99,5	99,7	99,5	99,7
6:4	99,3	99,8	99,4	99,8
7:3	99,6	99,8	99,7	99,8
8:2	99,4	99,7	99,4	99,6

Uji Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji tegangan-regangan mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik membran terhadap gaya yang diberikan oleh lingkungan. Uji ini menjelaskan kekuatan regang/elastisitas suatu membran. Membran dikatakan elastis bila membran mempunyai daya regang tinggi ketika diberikan sejumlah gaya terhadap dirinya. Membran yang elastis akan menguntungkan dibanding membran yang mudah retak (*frigel*). Dalam proses pengujian, bahan uji ditarik dengan sejumlah gaya sampai putus lalu didapatkan nilai *modulus young*-nya. Data uji tarik masing-masing membran dapat dilihat pada tabel 5.

Semakin kecil *modulus young* maka semakin kecil kekuatan mekanik membran. Penambahan alginat membuat membran lebih berpori dan jarak antara molekul dalam membran semakin renggang sehingga saat ditarik dengan gaya akan mengalami peregangan yang lebih besar dibandingkan dengan yang tidak berpori [5]

Tabel 5. Data kekuatan Tarik, kekuatan Regang dan Modulus Young Membran Paduan Kitosan-PEG6000

Membran Kitosan:PEG	Tensile Strength (MPa)	Strain (%)	Modulus Young
(8:2)	4,96	7,92	0,63
(7:3)	12,26	21,94	0,56
(6:4)	11,64	24,45	0,48

Berdasarkan data tersebut, apabila semakin banyak penambahan PEG maka didapatkan *modulus young* semakin kecil. Hal ini dikarenakan PEG berfungsi sebagai porogen membran (Yang *et al.*, 2001). Semakin banyak

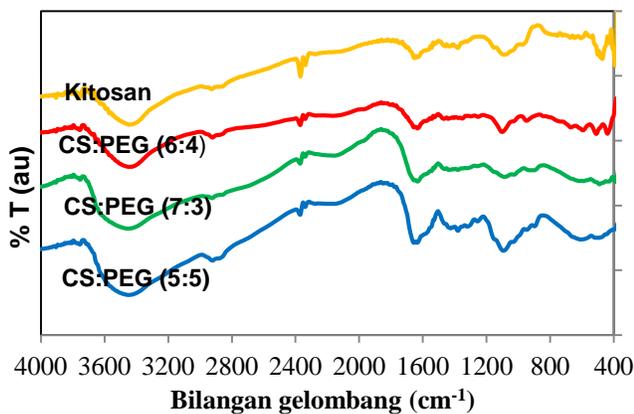


PEG yang ditambahkan maka semakin banyak pori yang terbentuk. Pori yang terbentuk tersebut membuat ruang-ruang di dalam membran yang menyebabkan strukturnya regang dan kekuatan tariknya melemah.

Fourier Transform InfraRed (FTIR)

Analisis FTIR terhadap membran bertujuan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam sampel membran paduan kitosan-PEG. Spektra FTIR membran paduan kitosan-PEG ditunjukkan pada gambar 11.

Gambar 11. Spektra FTIR membran paduan kitosan-PEG pada berbagai variasi komposisi



Gambar 11 menunjukkan adanya pergeseran spesifik kitosan, yaitu serapan pada bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur OH yang tumpang tindih dengan vibrasi ulur NH. Pada bilangan gelombang 1590 cm^{-1} terlihat serapan kembar dari gugus amina primer. Serapan ini merupakan serapan spesifik dari gugus amina kitosan yang mengindikasikan bahwa gugus amina dalam keadaan primer.

Penambahan PEG memberikan sedikit perbedaan serapan, pertama munculnya serapan yang cukup tajam pada daerah $1095,57 \text{ cm}^{-1}$, yang menunjukkan adanya gugus C-O-C dari PEG yang terikat pada kitosan. Selain itu, terjadinya pergeseran serapan dari daerah 1590 cm^{-1} ke daerah 1650 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan terjadinya perubahan pada gugus amina primer menjadi amina sekunder atau tersier akibat reaksi dengan gugus fungsi lain. Munculnya serapan yang berbeda dengan serapan spesifik kitosan

mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan struktur pada kitosan sebagai akibat interaksi antara kitosan dan PEG [17].

PENUTUP

Kesimpulan

Membran paduan kitosan-PEG6000 dengan variasi komposisi 8:2; 7:3; 6:4; 5:5 (v/v) telah dapat dibuat. Karakterisasi membran kitosan-PEG6000 menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi kitosan dalam membran menghasilkan membran yang lebih tebal, kekuatan mekanik lebih tinggi, kemampuan *water uptake* menurun, kemampuan *biodegradable* meningkat, memiliki ketahanan pH pada range 3-13 dan kontur permukaan berpori dengan ukuran pori 30-120nm.

Saran

Karakterisasi membran dapat diperluas dengan penentuan porositas, sudut kontak air dan XRD serta aktivitasnya terhadap bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rafique, A., Mahmood Zia, K., Zuber, M., Tabasum, S., and Rehman, S., 2016, Chitosan functionalized poly(vinyl alcohol) for prospects biomedical and industrial applications: A review. *Int. J. Biol. Macromol.*, 87, 141–154.
- [2] Urugami, T., 2019, Chitin and Chitosan Derivative Membranes in Resources, *Energy, Environmental and Medical Field* G. Crini, E.L. (ed) Springer Nature, Switzerland
- [3] Lusiana, R.A., Pambudi, G.A., Sari, F.N., Widodo, D.S., and Khabibi, K., 2019, Grafting of heparin on blend membrane of citric acid crosslinked chitosan /polyethylene glycol-poly vinyl alcohol (PVA-PEG). *Indones. J. Chem.*, 19, 151–159.
- [4] Rahayu, P. and Khabibi, K., 2016, Adsorpsi Ion Logam Nikel(II) oleh Kitosan Termodifikasi Tripolifosfat. *J. Kim. Sains dan Apl.*, 19, 21-28.
- [5] Kanti, P., Srigowri, K., Madhuri, J., Smitha, B., and Sridhar, S., 2004, Dehydration of



- ethanol through blend membranes of chitosan and sodium alginate by pervaporation. *Sep. Purif. Technol.* ,40, 259–266.
- [6] Lusiana, R.A., Siswanta, D., Mudasir, and Hayashita, T., 2013, The influence of PVA.citric acid/chitosan membrane hydrophilicity on the transport of creatinine and urea. *Indones. J. Chem.* ,13, 262–270.
- [7] Fei-jun, W., Fang-su, L., Meng, C., and Zi-qiang, S., 2015, Biocompatible Microcapsule of Carboxymethyl Cellulose/Chitosan as Drug Carrier. *Adv. Mater. Res. Vol 1118* 227–236.
- [8] Jin, J., Song, M., and Hourston, D.J., 2004, Novel chitosan-based films cross-linked by genipin with improved physical properties. *Biomacromolecules* ,5, 162–168.
- [9] Kurita, K., 1998, Chemistry and application of chitin and chitosan. *Polym. Degrad. Stab.* ,59, 117–120.
- [10] Pramesti, S.T., Khabibi, K., and Prasetya, N.B.A., 2012, Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai adsorben ion logam besi (III) dan Kromium (III). *J. Kim. Sains dan Apl.* ,15, 70–75.
- [11] Khamidah, I.N., Djunaidi, M.C., and Khabibi, K., 2011, Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Adsorben Ion Logam Co(II) dan Ni(II). *J. Kim. Sains dan Apl.* ,14, 21–25.
- [12] Prambaningrum, W., Khabibi, K., and Djunaidi, M.C., 2009, Adsorpsi Ion Besi(III) dan Kadmium(II) Menggunakan Gel Kitosan. *J. Kim. Sains dan Apl.* , 12, 47-58.
- [13] Yang, L., Hsiao, W., and Chen, P., 2001, Chitosancellulose composite membrane for affinity purifications of biopolymers and immunoabsorption. *J Membr Sci*, 5084, 1–13
- [14] Djunaidi, M.C., Khabibi, K., and Ulumuddin, I., 2017, Separation of Cu²⁺, Cd²⁺ and Cr³⁺ in a Mixture Solution Using a Novel Carrier Poly(Methyl Thiazoleethyl Eugenoxy Acetate) with BLM (Bulk Liquid Membrane). *J. Phys. Conf. Ser.* ,755,.
- [15] Pierog, M., Magdalena, G., and O, J., 2009, Swelling Behavior of Chitosan Hydrogel Membranes. In, *Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivate*. Nicolaus Copernicus University, Poland, pp. 75–82.
- [16] Madsen, E.L. 1997, 1997, Methods for determining biodegradability. In, In: C. J. Hurst (ed), *Manual of Environmental Microbiology*. American Society for Microbiology, Washington, DC., pp. 709–720.
- [17] Zhang, M., Gong, Y.D., Li X.H., Zhao, N.M and Zhang, X. F., 2001, “Properties and Biocompatibility of Chitosan Films Modified by Blending with PEG”, *Biomaterials* 23,2641



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN