

PENGARUH STERILISASI TERHADAP KEKUATAN TARIK MEMBRAN NANOKOMPOSIT DISINTESIS DARI ESKTRAK *Cymbopogon citratus* (Kitosan Agen Penstabil)

Florencia Livia Kurniawan^{1*}, Komariah², Rochelle Gita Ozora³, Farah Nurlidar⁴

¹ Departemen Bahan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, DKI Jakarta

² Departemen Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, DKI Jakarta

³ Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, DKI Jakarta

⁴ Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, Organisasi Riset Tenaga Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Puspiptek Serpong, Banten

*Korespondensi: Florencia Livia Kurniawan, florencia@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Membran nanokomposit merupakan gabungan antara beberapa material dengan tujuan untuk membentuk suatu material baru yang kaya akan manfaat. Material membran nanokomposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu, yang terdiri dari *filler* dan agen penstabil. Filler yang digunakan adalah AgNO₃ dan agen penstabil yang digunakan adalah kitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*). Membran nanokomposit yang diperuntukkan sebagai media penyembuh luka wajib bersifat tidak beracun, tidak menimbulkan alergi dan terbuat dari bahan biomaterial yang bersifat anti bakteri dan antiinflamasi. Nanokomposit yang berasal dari turunan kitosan kumbang tanduk telah menarik perhatian yang besar, terutama karena memiliki sifat fisik dan kimia yang khas. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh sterilisasi terhadap sifat mekanik dari membran nanokomposit yang akan digunakan sebagai antiseptik dalam rongga mulut. **Bahan dan Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan menggunakan membran nanokomposit yang diuji kekuatan tarik, dan perpanjangannya, serta kesterilitasan membran. Membran nanokomposit dipotong sesuai standar, dan dibagi menjadi dua kelompok nilai sterilisasi yaitu 0 kGy dan 25 kGy. **Hasil:** Hasil uji analisis statistik *One-way ANOVA* menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari *tensile strength*, *stress at break*, dan *elongation* adalah 0,187; 0,187; dan 0,992 secara berurutan sehingga dapat dikatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antar spesimen dikarenakan $p > 0,05$. **Pembahasan:** Kekuatan tarik merupakan salah satu parameter utama untuk menilai kelayakan material sebagai membran, khususnya dalam aplikasi biomedis seperti pembalut luka atau media antiseptik mulut. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara spesimen yang disterilisasi dan tidak disterilisasi ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa proses sterilisasi dengan sinar gamma 25 kGy tidak secara substansial mempengaruhi integritas mekanik dari membran yang diuji. **Kesimpulan:** Rata rata kekuatan tarik yang dilakukan pada membran nanokomposit tidak mengalami perubahan signifikan setelah dilakukan proses sterilisasi dengan radiasi sinar gamma.

Kata kunci: Membran Nanokomposit; Kitosan Kumbang Tanduk; Uji Tarik; Uji Sterilisasi; Iradiasi Gamma.

ABSTRACT

Background: Nanocomposite membranes are a combination of several materials aimed at forming a new material with enhanced benefits. These membranes consist of two or more materials combined into one, typically comprising a filler and a stabilizing agent. In this study, silver nitrate (AgNO₃) is used as the filler, and chitosan derived from the rhinoceros beetle (*Xylotrupes gideon*) serves as the stabilizer. Nanocomposite membranes intended for wound healing must be non-toxic, non-allergenic, and composed of biomaterials that possess antibacterial and anti-inflammatory properties. Chitosan derived from rhinoceros beetles has gained significant attention due to its unique physical and chemical characteristics. This study aims to evaluate the effect of sterilization on the mechanical properties of nanocomposite membranes, which are intended to be used as antiseptic agents in the oral cavity. **Materials and Methods:** This research is an observational analytic study. The nanocomposite membranes were tested for their tensile strength, elongation, and sterility. Membranes were cut according to standard dimensions and divided into two sterilization groups: 0 kGy (non-sterilized) and 25 kGy (gamma-ray sterilized). **Results:** Statistical analysis using One-Way ANOVA showed significance values for Tensile strength: 0.187 Stress at break: 0.187 Elongation: 0.992. Since all p -values > 0.05 , it can be concluded that there were no statistically significant differences between the specimen groups.

Discussion: The tensile strength of the nanocomposite membranes decreased after gamma-ray sterilization compared to non-sterilized membranes. However, the difference was not statistically significant. **Conclusion:** The average tensile strength of the nanocomposite membranes did not change significantly after sterilization, based on statistical analysis.

Keywords: Nanocomposite Membrane; Horn Beetle Chitosan; Tensile Test; Sterilization Test.

PENDAHULUAN

Membran nanokomposit merupakan gabungan antara beberapa material dengan tujuan untuk membentuk suatu material baru yang kaya akan manfaat. Membran nanokomposit sedang intensif digunakan karena memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan komposit, baik organik ataupun anorganik.¹ Pemanfaatan bahan yang berasal dari sumber daya terbaru dan matriks polimer yang diperkuat dengan nanopartikel organik dan anorganik memungkinkan membran nanokomposit untuk mempertahankan sifat biodegradabilitasnya. Membran nanokomposit yang digunakan sebagai media penyembuh luka harus memiliki karakteristik tidak beracun, tidak menyebabkan alergi, serta terbuat dari bahan biomaterial yang memiliki sifat antibakteri dan antiinflamasi. Material membran nanokomposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu, yaitu *filler* dan agen penstabil. *Filler* yang digunakan dapat berupa AgNO_3 , TiO_2 , Bentonit, dan lainnya. Membran nanokomposit yang paling sering digunakan adalah yang mengandung filler perak nitrat (AgNO_3).²

Senyawa perak nitrat merupakan garam perak yang paling umum, dan mempunyai sifat antibakteri dan antiinflamasi. Sifat antiinflamasi yang terdapat dalam perak nitrat umumnya digunakan sebagai disinfektan,

mencegah karies, mengobati ulser, mengurangi rasa sakit yang disebabkan oleh sariawan, serta dapat mengobati luka bakar. Namun, perak nitrat memiliki kekurangan karena bersifat toksik. Pada kadar yang tinggi perak nitrat dapat menurunkan fungsi fisiologis pada tubuh jika terlalu lama dipaparkan.³ Toksisitas perak nitrat perlu direduksi dengan beberapa metode seperti fisika, kimia, namun kedua metode tersebut cukup mahal dan memiliki dampak buruk bagi lingkungan oleh karenanya diperlukan metode lain yaitu biologi (biomimikri) dengan menggunakan daun serai dapur (*Cymbopogon citratus*). Pemilihan metode biomimikri karena memiliki sifat yang lebih unggul seperti biokompetibel, hemat biaya, hemat waktu, dan ramah lingkungan. Proses reduksi mengubah atau menghilangkan Ag^+ menjadi Ag^0 .

Di Indonesia, tanaman obat atau lebih dikenal sebagai obat tradisional, telah lama menjadi pilihan untuk pemeliharaan dan perawatan kesehatan. Diperkirakan ada ribuan jenis tanaman yang dipercayai memiliki manfaat pengobatan, termasuk untuk pengobatan gigi dan mulut, seperti daun serai dapur.⁴ Daun serai dapur mengandung alkaloid, flavonoid, dan beberapa lainnya.⁵ Senyawa-senyawa ini memiliki berbagai fungsi, termasuk sebagai antipprotozoal, anti-inflamasi, antimikroba, antibakteri, antidiabetik, antikolinesterase, *molluscidal*, dan antijamur.⁶

Serai dapur adalah jenis rumput-rumputan berumpun yang sering ditemui membentuk kelompok besar. Serai dapur merupakan tanaman herbal yang tumbuh secara alami di sekitar sungai, rawa, dan daerah-daerah lain yang berdekatan dengan air. Serai dapur biasanya ditanam di pekarangan, tegalan, atau di antara tanaman lain sebagai tanaman bumbu atau tanaman obat.⁷ Hasil reduksi perak nitrat dengan ekstrak daun serai dapur menghasilkan senyawa AgNP, hasil reduksi AgNP dapat meningkatkan aktivitasnya seperti antibakteri, anti-inflamasi, dan lain-lain, namun terdapat kekurangan dari stabilitas senyawa tersebut, oleh karena itu diperlukan suatu bahan sebagai penstabil (*capping agent*) berupa polimer kitosan.⁸

Kitosan merupakan suatu biomaterial yang diperoleh dari cangkang hewan laut seperti udang, kepiting, dan rajungan, selain itu juga dapat ditemukan pada jamur, dan serangga seperti kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*). Kumbang tanduk merupakan hewan krustasea, maka dari itu ditemukan kitin pada kumbang tanduk. Kitin merupakan suatu biopolimer, terdiri dari beberapa unit Nasetil-D-glukosamin yang terhubung dengan ikatan β (1-4), hasil deasetilasi kitin menghasilkan kitosan. Pada penelitian ini, kitosan yang difokuskan merupakan kitosan kumbang tanduk.^{9,24}

Penggunaan kitosan sebagai agen penstabil dari AgNP menghasilkan membran nanokomposit yang dapat meningkatkan sifat mekanik.¹⁰ Sifat mekanik yang terdapat pada membran nanokomposit perlu diketahui kekuatannya dengan melakukan pengujian tarik pada membrane nanokomposit. Uji tarik

merupakan pengujian mekanis yang bertujuan untuk mengevaluasi respons suatu material terhadap gaya tarik yang diberikan. Dalam proses ini, material ditarik hingga mengalami kerusakan atau putus.¹¹

Penggunaan membran nanokomposit ini bertujuan untuk digunakan sebagai antiseptik dalam mulut, sehingga membran nanokomposit harus dalam keadaan steril. Tingkat steril suatu membran perlu diuji dengan pengujian sterilisasi. Uji sterilisasi merupakan proses yang bertujuan untuk menurunkan jumlah mikroorganisme yang terdapat pada suatu produk. Dalam proses sterilisasi, diperlukan penerapan teknik-teknik tertentu untuk memastikan sterilisasi dilakukan secara optimal, sehingga tidak ada mikroorganisme yang dapat mencemari peralatan medis.¹²

Nanopartikel perak (AgNP) mempunyai aktivitas sebagai antibakteri. AgNP terbuat dari reduksi bahan alam, pada penelitian ini menggunakan *Cymbopogon citratus*. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi dengan penambahan agen penstabil yaitu kitosan.¹³ Kitosan banyak dipergunakan dalam dunia medis, seperti untuk penyembuhan luka. Diantara senyawa lain, perak dapat meminimalisir pertumbuhan bakteri dan berperan sebagai antimikroba. Aktivitas antimikroba tergantung pada luas permukaan ukuran senyawa perak. Maka dari itu perak dibuat dalam bentuk membran nanokomposit.¹⁴

Pada penelitian terdahulu didapatkan ada tanaman yang juga memiliki sifat antiinflamasi, dan antimikroba yang berpotensi sebagai antiseptic dalam mulut. Kandungan

flavonoid yang ada di dalam tanaman Kalangka sama dengan *Cymbopogon citratus*. Kandungan tersebut memiliki kemampuan untuk menghambat maupun membunuh bakteri. Pada penelitian tersebut dikatakan ekstrak tanaman tersebut memiliki potensi menjadi *mouthwash*.¹⁵ Berdasarkan penelitian tersebut maka penelitian ini dimodifikasi dan bertujuan untuk mendapatkan suatu membran yang akan dijadikan antiseptik untuk rongga mulut. Berdasarkan latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh sterilisasi terhadap kekuatan tarik membran nanokomposit yang disintesis dari ekstrak *Cymbopogon citratus* dan penggunaan kitosan sebagai agen penstabil

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik, dengan rancangan penelitian *cross sectional*. Penelitian ini dilakukan di Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Penelitian ini menggunakan sampel membran nanokomposit. Jumlah sampel dalam penelitian ini dihitung berdasarkan metode perhitungan sampel menurut *Lemeshow*.

Berdasarkan rumus tersebut, jumlah sampel minimum yang diperlukan untuk setiap kelompok pengujian adalah 1 sampel. Dalam penelitian ini, digunakan 5 sampel untuk setiap kelompok uji, sehingga totalnya melibatkan 10 sampel membran nanokomposit. Kemudian sampel dibedakan menjadi 2 kelompok, sebelum dan sesudah dilakukan uji sterilisasi.

Dua kelompok ini akan dibandingkan dan dilihat nilai uji kekuatan tarik. Hasil data

yang diperoleh kemudian dilakukan perbandingan antara kelompok sebelum dan sesudah dilakukan sterilisasi dengan perhitungan statistik. Hasil yang diperoleh dari perhitungan statistik akan terlihat pengaruh uji sterilisasi terhadap kekuatan tarik membran nanokomposit.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua tahap, penelitian tahap satu dimulai dari pembuatan sampel. Pembuatan ekstrak dari *Cymbopogon citratus* Daun serai dapur diperoleh dari Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah, Obat dan Aromatik (BSIP-TROA) dan telah dideterminasi kemudian, dikeringkan selama satu minggu, dan dilakukan pengecilan ukuran dengan *mixer*. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi, yaitu serbuk daun serai dapur yang diperoleh direndam dalam etanol 70% dengan rasio 1:10 selama 24 jam. Hasil rendaman di evaporasi menggunakan evaporator, sehingga menghasilkan ekstrak kasar.

Pembuatan Nanokomposit kitosan dengan sintesis AgNP menggunakan ekstrak daun serai dapur, dalam penelitian ini metode yang digunakan diadopsi dan dimodifikasi dari hasil penelitian sebelumnya, terkait dengan sintesis nanokomposit kitosan dengan sintesis AgNP menggunakan ekstrak daun serai dapur. Ekstrak daun serai dapur sebanyak 500 mg dilarutkan dalam 100 ml air. Sebanyak 10 mL larutan tersebut dicampur dengan 90 mL AgNO₃ konsentrasi 0,1 M. Campuran diinkubasi selama 24 jam hingga berubah warna menjadi coklat tua yang menunjukkan terbentuknya nanopartikel perak (AgNP).

Larutan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur dan dipanaskan pada suhu 90°C selama 15 menit.

Cairan kemudian disentrifugasi pada suhu kamar dengan kecepatan 9000 rpm selama 10 menit. Setelah dicuci tiga kali dengan aquades, disentrifugasi kembali dengan kecepatan yang sama selama 10 menit. Endapan yang diperoleh dibuat konsentrasi terbaik dari hasil metode dilusi. Konsentrasi terbaik dari AgNP disintesis untuk membentuk nanokomposit dengan menambahkan 15 mL kitosan dengan 10 mg AgNP (konsentrasi terbaik) diaduk menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 2500 rpm selama 1 jam kemudian ditambahkan 5 mL larutan tripolipospat 0,1% tetes demi tetes, kemudian diaduk kembali menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 2500 rpm selama 1 jam. Tambahkan tween 80 sebanyak 0,1mL dengan konsentrasi 0,1%, kemudian diaduk kembali menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit.

Campuran kemudian disentrifugasi pada suhu kamar dengan kecepatan 9000 rpm selama 10 menit. Endapan yang diperoleh diletakan dalam cawan petri dan di oven pada suhu 50°C selama 4 – 5 jam. Membran yang terbentuk dikarakteristikan dengan uji tarik, dan sterilisasi.¹⁶

Penelitian tahap kedua dilakukan uji tarik pada membran nanokomposit, dalam penelitian ini uji tarik dilakukan dengan melakukan pemotongan sampel membran nanokomposit. Pemotongan sampel dilakukan dengan menggunakan alat pemotong dumbel ASTM D638 type V, dan ditekan lagi dengan alat

pemotong dumbel. Setelah sampel terpotong, kemudian sampel diuji dengan instrumen *Universal Testing Machine* Zwick Roel, *load cell* 20 Newton, dengan menggunakan kecepatan 5 mm/menit. Membran diuji kekuatan tarik dengan cara, kedua ujung sampel dijepit pada alat uji tarik, lalu catat hasil kekutan tarik, serta perpanjangan membran nanokomposit.

Penelitian dilanjutkan dengan uji sterilisasi, Pada penelitian ini sampel membran nanokomposit yang sudah dilakukan pemotongan kemudian dikemas vakum dalam kantong plastik berbahan polietilen, dan diiradiasi sinar gamma dengan dosis 25 kGy (Gamma cell 220 upgraded). Selanjutnya, setelah proses penyinaran, dilakukan uji sterilitas dengan merendam sampel dalam medium *nutrient broth* (NB) pada suhu 37°C selama 14 hari. Analisis pengujian dilakukan berdasarkan kekeruhan, sesuai dengan pedoman ISO 11137.

Data dari uji kekuatan tarik dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas *Levene* untuk memastikan data berdistribusi normal dan homogen. Data dianggap berdistribusi normal jika nilai $p > 0,05$. Kemudian dilakukan uji parametrik *One-way Analysis of Variance* (ANOVA), di mana nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan.

Etika penelitian ini telah diajukan kepada Komisi Etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti dengan nomor persetujuan Nomor: 781/S1/KEPK/FKG/6/2024.

HASIL PENELITIAN

Uji tarik dari membran nanokomposit dilakukan di BRIN, Jakarta Selatan. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kekuatan mekanik

dari membran nanokomposit, dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Hasil dari uji tarik membran nanokomposit 0 kGy dan 25 kGy diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji tarik pada membran nanokomposit

Variabel	Dosis Iradiasi	Nilai Hasil Uji	One way ANOVA (p)
Tensile Strength (MPa)	0 kGy	11,58 ±1,59	0,187*
	25 kGy	10,43 ±0,81	
Stress at Break (MPa)	0 kGy	11,58 ±1,59	0,187*
	25 kGy	10,43 ±0,81	
Elongation (%)	0 kGy	6,65 ± 1,53	0,992*
	25 kGy	6,64 ± 1,01	

* $p > 0,05$: tidak ada perbedaan signifikan

1. Uji normalitas

Hasil pengujian normalitas yang dilakukan terhadap *tensile strength*, *stress at break*, dan *elongation* menggunakan uji *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai signifikansi (p) setiap data bernilai lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa data penelitian berdistribusi normal. Dengan demikian analisis data dilanjutkan dengan uji homogenitas.

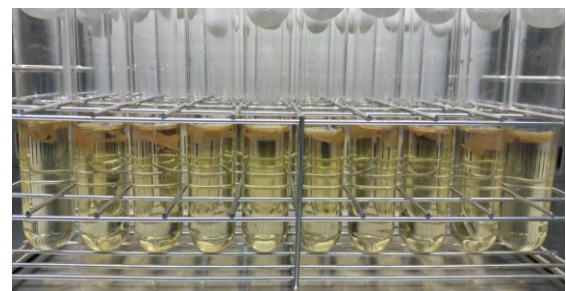
2. Uji homogenitas

Hasil pengujian homogenitas yang dilakukan terhadap *tensile strength*, *stress at break*, dan *elongation* menggunakan uji *Levene* diperoleh nilai signifikansi (p) setiap data bernilai lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa keragaman antar kelompok adalah homogen. Analisis data dilanjutkan dengan uji *one-way ANOVA*.

3. Uji *One-way ANOVA*

Uji *One-way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan sifat mekanik, membran nanokomposit. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari *tensile strength*, *stress at break*, dan *elongation* adalah 0,187; 0,187; dan 0,992 secara berurutan sehingga dapat dikatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antar spesimen dikarenakan $p > 0,05$.

Penelitian ini memerlukan uji sterilisasi karena pembuatan membran nanokomposit sebagai antiseptik diperlukan kevalidan bahwa membran nanokomposit steril. Pengujian dilakukan dengan melakukan proses radiasi sinar gamma 25 kGy dan kemudian dilakukan uji sterilitas dengan merendam sampel di dalam medium NB selama 14 hari. Hasil uji membran nanokomposit terverifikasi steril, karena seluruh sampel yang dilakukan pengujian tidak terlihat adanya kekeruhan pada semua tabung uji (Gambar 1). Cara penilaian tersebut berpedoman pada ISO 11137, dengan menggunakan metode VDmax 25.



Gambar 1. Uji sterilitas membran nanokomposit

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional secara analitik. Penelitian ini dilakukan dengan menguji kekuatan tarik, dan

sterilitas pada membran nanokomposit dengan nilai sterilisasi 0 kGy dan 25 kGy. Pengujian ini bertujuan untuk melihat sifat mekanik dari membran nanokomposit yang akan digunakan sebagai antiseptik pada rongga mulut.

Kekuatan tarik sangat berkaitan dengan sifat mekanik membran. Sifat mekanik membran pada penelitian ini yaitu *tensile strength*, *stress at break*, *elongation*.¹⁷ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa antara nilai sterilisasi 0 kGy, dan 25 kGy tidak didapatkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,187$ MPa pada *tensile strength*, *stress at break*, dan nilai $p = 0,992$ pada *elongation at break*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata rata kekuatan tarik pada 0 kGy hanya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan nilai sterilisasi 25 kGy, menunjukkan bahwa proses radiasi yang diberikan oleh sinar gamma kepada membran nanokomposit tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik membran nanokomposit.¹⁸

Uji *tensile strength*, *stress at break*, dan *elongation* diterapkan untuk menilai karakteristik dan stabilitas mekanik membran. Pada beberapa penelitian, disebutkan bahwa membran nanokomposit berbasis polimer yang diperkuat nanopartikel umumnya menunjukan nilai *tensile strength*, *stress at break* yang tinggi. Berdasarkan penelitian terdahulu, membran nanokomposit kitosan memiliki nilai rerata *tensile strength*, *stress at break* mencapai 54,08 MPa.¹⁹ Pada penelitian lain menunjukan variasi nilai yang lebih rendah, mengenai membran nanokomposit SiO₂-PVA-Gelatin sebesar 4,77 MPa.²⁰ Perbedaan ini menunjukan bahwa nilai *tensile strength* membran

nanokomposit sangat bergantung pada jenis polimer, dan metode karakterisasi yang diterapkan. Pada penelitian ini, membran nanokomposit kitosan memiliki nilai *tensile strength*, *stress at break* 11,58 MPa pada membran dengan nilai sterilisasi 0 kGy, sedangkan nilai yang didapatkan pada membran dengan nilai sterilisasi 25 kGy 10,43 MPa, sehingga perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang dilakukan saat ini sejalan karena peneliti terdahulu membuktikan hasil kekuatan yang ada pada membran nanokomposit kitosan mempunyai nilai kuat tarik lebih unggul dibandingkan dengan membran nanokomposit gelatin.

Penelitian terdahulu mengatakan proses pembuatan membran perlu ditambahkan *plasticizer*, sehingga membuat membran menjadi lebih kuat dan tidak mudah retak. Bahan yang paling sering digunakan sebagai pembuatan *plasticizer* pada membran yaitu polietilen glikol (PEG). Adanya penambahan PEG pada membran nanokomposit dapat meningkatkan perpanjangan membran, namun menurunkan kekuatan tarik dari membran, sehingga tidak signifikan.²¹

Pada penelitian ini membran yang digunakan tidak dilakukan penambahan bahan *plasticizer*, namun hasil dari kuat tarik pada sampel membran dengan nilai sterilisasi 0 kGy = 11,58 MPa, dan hasil perpanjangan = 6,65%. Pada membran nanokomposit dengan nilai sterilisasi 25 kGy, nilai kuat tarik = 10,58 MPa, sedangkan nilai perpanjangan = 6,64%. Penelitian terdahulu tidak sejalan dengan penelitian ini. Nilai perpanjangan jika diubah dalam bentuk MPa secara berurutan 0,77 MPa,

dan 0,70 MPa. Pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan *plasticizer*, tidak membuktikan nilai kuat tarik pada membran nanokomposit lebih rendah dibandingkan nilai perpanjangannya.

Pada penelitian ini dilakukan uji sterilitas untuk mengetahui apakah dosis iradiasi 25 kGy dapat digunakan sebagai dosis steril atau tidak. Proses sterilisasi membran sangat diperlukan karena membran nanokomposit akan digunakan sebagai membran antiseptik yang akan berkontak dengan cairan dan jaringan tubuh. Menurut standar internasional dan Eropa untuk pengujian sterilisasi dalam bidang medis mempunyai syarat pembuktian efektivitas dengan dosis sebesar 25 kGy. Pada penelitian ini, pengujian sterilisasi dilakukan dengan radiasi sinar gamma, yang bertujuan untuk mencapai *Sterility Assurance Level (SAL)*, didasarkan pada pembuktian metode *VDmax* sebesar 25 kGy yang dijelaskan dalam standar internasional ISO 11137.²²

Berdasarkan pedoman *VDmax* 25 pada ISO 11137, pada sampel yang diradiasi oleh sinar gamma dapat divalidasi tingkat sterilitasnya jika dari 10 sampel maksimal hanya 1 (satu) sampel yang tidak steril. Sampel dikatakan tidak steril jika terlihat adanya kekeruhan.²³⁻²⁴ Hasil penelitian pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semua tabung yang berisi sampel dan telah diinkubasi selama 14 hari tidak terlihat keruh, sehingga membran nanokomposit yang dilakukan pengujian sterilisasi terverifikasi steril.²⁵ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis iradiasi 25 kGy

dapat digunakan sebagai dosis sterilisasi untuk membran nanokomposit.

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh sterilisasi terhadap kekuatan tarik dari membran nanokomposit berbasis ekstrak *Cymbopogon citratus* yang distabilisasi menggunakan kitosan. Kekuatan tarik merupakan salah satu parameter utama untuk menilai kelayakan material sebagai membran, khususnya dalam aplikasi biomedis seperti pembalut luka atau media antiseptik mulut. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara spesimen yang disterilisasi dan tidak disterilisasi ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa proses sterilisasi dengan sinar gamma 25 kGy tidak secara substansial mempengaruhi integritas mekanik dari membran yang diuji.

Sterilisasi merupakan prosedur penting dalam pembuatan material biomaterial, namun metode ini sering kali dapat menimbulkan degradasi polimer dan perubahan struktur molekuler yang berdampak pada sifat mekanik material tersebut.²⁶ Pada penelitian ini, kitosan sebagai agen penstabil diketahui memiliki ketahanan termal dan radiasi yang cukup baik, serta mampu mempertahankan interaksi hidrogen dengan molekul lain yang menjaga kestabilan membran pasca-sterilisasi.²⁷ Selain itu, keberadaan senyawa aktif dari *Cymbopogon citratus* seperti sitral juga berkontribusi terhadap kestabilan kimia membran dan kemungkinan memberikan perlindungan terhadap kerusakan radiasi.²⁸

Menurunnya nilai kekuatan tarik setelah sterilisasi dapat diinterpretasikan sebagai efek dari degradasi parsial atau

pemutusan rantai polimer yang terjadi akibat paparan sinar gamma. Meskipun demikian, penurunan tersebut masih berada dalam rentang yang tidak signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa membran tetap layak secara fungsional. Hal ini sejalan dengan studi sebelumnya yang melaporkan bahwa kitosan yang dikombinasikan dengan senyawa bioaktif atau nanopartikel mampu mempertahankan kekuatan mekanik meskipun telah melalui proses sterilisasi.²⁹ Maka dari itu, membran nanokomposit berbasis *Cymbopogon citratus* dan kitosan sebagai agen penstabil menunjukkan potensi tinggi sebagai material biomedis yang stabil secara mekanik pasca-sterilisasi, membuka peluang pengembangan lebih lanjut dalam bidang medis dan farmasi.

Selain meningkatkan kekuatan tarik, proses sterilisasi juga berpotensi mempengaruhi struktur mikro dan sifat kimia dari membran nanokomposit. Paparan sinar gamma dapat menyebabkan terjadinya perubahan morfologi pada permukaan membran, yang ditandai dengan peningkatan homogenitas pori dan distribusi partikel yang lebih merata. Hal ini memberikan keuntungan dalam aplikasi filtrasi maupun penggunaan sebagai pembalut luka, karena dapat meningkatkan efisiensi difusi oksigen dan cairan tubuh melalui membran.³⁰

Selain itu, stabilitas termal dan sifat biodegradasi dari membran yang disterilkan juga mengalami peningkatan. Paparan radiasi mampu meningkatkan ikatan silang antar molekul kitosan dan senyawa aktif dari *Cymbopogon citratus*, seperti sitral dan geraniol, yang dapat memperlambat degradasi

polimer dalam lingkungan biologis.³¹ Hal ini menjadi penting dalam konteks aplikasi biomedis, di mana kontrol terhadap laju degradasi sangat dibutuhkan untuk memastikan membran dapat bertahan selama periode penyembuhan luka.

Ekstrak *Cymbopogon citratus* tidak hanya berfungsi sebagai agen aktif, tetapi juga sebagai komponen pembentuk struktur membran yang memperkuat interaksi antarmolekul. Kandungan flavonoid dan fenol dalam ekstrak berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan terhadap mikroba setelah sterilisasi, membuat membran ini sangat potensial sebagai material antimikroba alami.³² Dengan demikian, dapat dievaluasi bahwa proses sterilisasi tidak hanya menjamin kebersihan membran, tetapi juga mampu meningkatkan sifat mekanik dan bioaktif dari membran nanokomposit berbasis kitosan dan *Cymbopogon citratus*. Hasil ini memberikan dasar kuat untuk pengembangan material fungsional di bidang kedokteran gigi, farmasi, maupun industri kesehatan secara umum.

Selain itu, penggunaan ekstrak *Cymbopogon citratus* sebagai komponen aktif dalam sintesis membran juga memberikan kontribusi terhadap sifat antimikroba alami membran. Hal ini penting untuk aplikasi biomedis maupun filtrasi, karena mampu mengurangi risiko kontaminasi mikroba tanpa perlu tambahan bahan kimia sintetis yang berpotensi toksik.³³

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah

iradiasi sinar gamma pada dosis 25 kGy dapat digunakan untuk mensterilkan membran nanokomposit yang dibuat dari ekstrak *Cymbopogon citratus*. Selain itu, sterilisasi membran nanokomposit menggunakan iradiasi sinar gamma pada dosis 25 kGy tidak menyebabkan perbedaan signifikan terhadap kekuatan tarik dan perpanjangan putus membran nanokomposit.

SARAN

Penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa pengaruh sterilisasi terhadap kekuatan tarik membran nanokomposit yang disintesis dari ekstrak *Cymbopogon citratus* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik membran setelah proses radiasi sinar gamma. Maka dapat dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam untuk melihat potensi ekstrak sebagai alternatif antiseptik pada rongga mulut. Penulis menyarankan untuk meneliti potensi antiinflamasi dan antibakteri dari senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak daun *Cymbopogon citratus* terhadap rongga mulut dengan metode serta konsentrasi yang berbeda.

KONFLIK KEPENTINGAN

Dalam penelitian pengaruh sterilisasi terhadap kekuatan tarik membran nanokomposit yang disintesis ekstrak daun serai dapur menggunakan kitosan sebagai agen penstabil ini tidak ditemukan adanya konflik kepentingan terkait dengan artikel yang akan dipublikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Lailiyah N, Fadhila KN, Ramadhani NI, Kartika MD. Preparasi Dan Karakterisasi Komposit Kitosan-Tio2/Zno Sebagai Agen Hidrofobik Dan Antibakteri Pada Kain Katun. *UJChem*. 2022;7(1):51-57.
- Handayani N. Nanokomposit Ramah Lingkungan Melalui Isolasi Nanofibril Selulosa (NFS) Dari Tandan Kosong Sawit Dan Poly Lactid Acid (PLA) Sebagai Matrik. *JSTR*. 2020;18(2):1- 7.
- Shiqian Gao S, Shuping Zhao I, Duffin S, Duangthip D, Chin Man Lo E, Hung Chu C. Revitalising Silver Nitrate for Caries Management. *Int J Environ Res*. 2018;15(80):1–9.
- Adiguna P, Santoso O. Pengaruh Ekstrak Daun Serai (*Cymbopogon Citratus*) Pada Berbagai Konsentrasi Terhadap Viabilitas Bakteri *Streptococcus Mutans*. *Jkd*. 2017;6(4):1543-1550.
- Chandra P, Shufyani F, Sylvia Br Ginting O, Nasution M, Ilmu Kesehatan F. Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Emulgel Ekstrak Etanol Dari Serai (*Cymbopogon Citratus*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acne*. *Fj*. 2023;3(2):158-166.
- Soraya Tanjung D, Wijaya S, Silaen M, Artikel Abstrak I, Author C. Efektifitas Antibakteri Ekstrak Daun Serai (*Cymbopogon Citratus*) Konsentrasi 20%, 30%, 40%, Dan 50% Terhadap *Streptococcus Mutans*. *PrimaJODS*. 2022;5(1):17-22.
- Sarno. Pemanfaatan Tanaman Obat (Biofarmaka) Sebagai Produk Unggulan

- Masyarakat Desa Depok Banjarnegara. *Ajpkm*. 2019;4(2):73-78.
- Oktavia IN, Sutoyo S. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan. *UJC*. 2021;10(1):9-43.
- Livia F, Tjandrawinata R, Marpaung C, Pratiwi D, Komariah K. The Effect Of Horn Beetle Nanochitosan (*Xylotrupes Gideon*) Addition on The Hardness of Glass-Ionomer Cement. *JIDA*. 2022;5(1):27-31. <https://doi.org/10.32793/jida.v5i1.719>
- Rusnaenah A, Wulansari I, Azizah NK. Edukasi Penggunaan Komposit Polimer ABS/ Nanopartikel Untuk Meningkatkan Spesifikasi Pada Salah Satu Produk Komponen Mobil *Core Tray*. *JSE*. 2024;9(1):7616-7622.
- Suryanto H. Biokomposit *Starch-Nanoclay*: Sintesis dan Karakterisasi. Malang: UM; 2019.
- Tasniar AI, Melati R, Zhafiroh SN. Pencucian dan Sterilisasi Alat dan Pengemas. *SCRIBD*. 2018:1-8.
- Notriawan D, Nesbah, Ernisa G, Fadhlila MA, Wibowo RH, Pertiwi R, et al. *ALCHEMY*. 2021;9(1):26-31.
- Prayoga A, Hasibuan PAZ, Yuandani. Antibacterial Activity of Patch Silver Nanoparticles and Chitosan with Cellulose Nanofibers Carriers against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *IDJPCR*. 2021;4(2):15-21.
- Rohama, Meiviani. Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Obat Kumur (Mouthwash) Dari Ekstrak Daun Kalangka (*Litsea angulata*) Sebagai Antiseptik Mulut. *JSM*. 2021;7(1):248-256.
- Prasetyaningtyas T, Prasetya AT, Widiarti N. Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi Kitosan dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum L.*) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri. *IJCS*. 2020;9(1):38-43.
- Sharifania M, Shahrajabian H. The Study of Mechanical, Thermal, and Antibacterial Properties of PLA/Graphene Oxide/TiO₂ Hybrid Nanocomposites. *IJCCE*. 2021;41(3):799-807.
- Susanto A, Komara I, Beatrix MT, Lukitowati F, Amaliya, Hendiani I, Miranda A. Determination of the Sterilization Dose of Gamma-Ray Irradiation for Polyvinyl Alcohol- Collagen-Chitosan Composite Membrane as Material for Periodontal Regenerative Surgery. *NIH*. 2023;17(4):1289-1293.
- Dwihermiati E. Karakteristik Dan Kinerja Membran Ultrafiltrasi Nanokomposit KITOSAN/PEG/MWCNT/IODIN Pada Sistem Dead-End Dan Crossflow. *UPI*. 2019:38.
- Aziz MA. Pengaruh Penambahan Gelatin Terhadap Karakteristik Mekanik Membran Nanokomposit Sio₂ – PVA – Gelatin. *UNAIR*. 2019:28.
- Pinem JA, Indah Panjaitan DN, Siregar MR, Saputra E, Herman S. Synthesis and Characterization of Chitosan-Silica Membranes for Treating Hotel Wastewater Treatment as Affected by Mass of Poly Ethylene Glycol and Poly Vinyl Alcohol. *J. Appl. Mat. Tech*.

- [Internet]. 2019 Aug. 25 [cited 2025 May 3];1(1):31-7.
<https://doi.org/10.31258/Jamt.1.1.31-37>
- Radwan MA, Bashandy AE, El-Ghamry A, Fouda A. Evaluation And Microbiological Investigations Of Radiation Sterilization Of Disposable Blood Tubing Set. IJARQS. 2016;3(2):17-26.
- Susanto A, Komara I, Beatrix MT, Lukitowati F, Amaliya, Hendiani I, Miranda A. Determination of the Sterilization Dose of Gamma-Ray Irradiation for Polyvinyl Alcohol- Collagen-Chitosan Composite Membrane as a Material for Periodontal Regenerative Surgery. NIH.2023;17(4):1289-1293.
- Livia F, Tjandrawinata R, Marpaung CD, Pratiwi D, Komariah. The Effect of Horn Beetle Nano Chitosan (*Xylotrupes Gideon*) On The Surface Roughness of Glass-Ionomer Cement. MSF.2022;1069(1):161-166.
<https://doi.org/10.4028/p-5mk858>
- Yap AU, Kurniawan F, Pragustine Y, Marpaung C. Temporomandibular Disorder and Stomatic Symptoms: Relation to “fear of missing out” and Other Negative Emotional States. AOS. 2024;83:340-347.
<https://doi.org/10.2340/aos.v83.40776>
- Komara I, Susanto A, Amaliya A, Abbas B, Warastuti Y, Hendiani I, Miranda A, Erliani AP. The Effect of Gamma-Ray Irradiation on the Physical, Mechanical, and Morphological Characteristics of PVA-Collagen-Chitosan as a Guided Tissue Regeneration (GTR) Membrane Material. Eur J Dent. 2023 May;17(2):530-538. doi: 10.1055/s-0042-1753451. Epub 2022 Oct 11. PMID: 36220120; PMCID: PMC10329554.
- Das S, Baker M, Dutta S. Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil and its effect on chitosan-based film. J Appl Polym Sci. 2019;136(13):47236.
- Abdollahi M, Rezaei M, Farzi G. Antimicrobial chitosan-based film enriched with lemongrass essential oil for active food packaging. Food Control. 2020;110:107007.
- Gaspar, Ana & Gaspar, Ana & Contini, Luana & Silva, Mariangela & Chagas, Eduardo & Bahú, Juliana & Concha, Viktor Oswaldo & Carvalho, Rosemary & Severino, Patrícia & Souto, Eliana B. & Lopes, Patricia & Yoshida, Cristiana. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*)-Incorporated Chitosan Bioactive Films for Potential Skincare Applications. International Journal of Pharmaceutics. 2022. 628(1):122301. DOI:10.1016/j.ijpharm.2022.122301.
- Yulianto A, Setiawan D, Pramudita RA. The influence of gamma irradiation on mechanical and antibacterial properties of chitosan-based composite membranes. J Appl Polym Sci. 2022;139(5):51234.
- Ali F, Nofrianto, Harun R, Putri WN. Characterization of biodegradable membrane from lemongrass extract reinforced with chitosan: Effect of crosslinking and irradiation. Int J Biol Macromol. 2020;156:752–9.

Putri DR, Sari RN, Anas R. Antibacterial activity and biocompatibility of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) extract-incorporated biopolymer membranes. Mater Sci Forum. 2021;1038:45–50.

Fadilah F, Wahyuni S, Nurhayati A. Lemongrass essential oil-incorporated chitosan membranes: Physical characterization and inhibition of oral pathogens. J Oral Biol Craniofac Res. 2022;12(1):33–7.