

PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK DAUN SIRIH HIJAU DAN MADU TERHADAP SIFAT ANTIBAKTERI PLESTER LUKA HIDROGEL PVA/KITOSAN

¹⁾Nurul Lathii Fatul Chamidah, ²⁾Lydia Rohmawati

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: nurul.18041@mhs.unesa.ac.id

²⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: lydiarohmawati@unesa.ac.id

Abstrak

Plester luka yang ada di pasaran pada umumnya masih menggunakan bahan sintetis, sehingga dapat menimbulkan reaksi hipersensitif pada luka. Oleh karena itu, dibutuhkan plester luka berbahan dasar alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas daun sirih dan madu sebagai plester luka hidrogel PVA (Polivinil Alkohol)/kitosan yang alami dalam menghambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli*, dan mengetahui tingkat elastisitasnya. Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan 3 perlakuan. Ekstraksi daun sirih hijau dan madu menggunakan metode maserasi dengan variasi konsentrasi yakni 5wt%, 15wt%, dan 25wt%. Setiap konsentrasi ditambahkan dengan PVA dan kitosan lalu dipanaskan pada suhu 85°C selama 5 jam hingga terbentuk membran. Membran tersebut diuji antibakteri, kuat tarik, dan SEM. Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi 15 wt% ekstrak daun sirih hijau memiliki aktivitas antibakteri yang paling efektif pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli* adalah (16,8 ± 0,47) mm dan (18,4 ± 0,35) mm. Sedangkan pada konsentrasi 25 wt% hidrogel memiliki nilai kuat tarik paling baik sebesar 0.219 MPa, modulus elastisitas 0.09 MPa, dan memiliki struktur morfologi berpori dan halus namun masih terdapat aglomerasi.

Kata Kunci: plester luka, PVA/kitosan, ekstrak daun sirih hijau dan madu.

Abstract

Wound plasters on the market in general still use synthetic materials, so they can cause hypersensitivity reactions in wounds. Therefore, a natural-based wound plaster is needed. This study aims to determine the effectiveness of betel leaf and honey as a natural PVA (Polyvinyl Alcohol)/chitosan hydrogel wound plaster in inhibiting *S. aureus* and *E. coli* bacteria, and to determine the level of elasticity. This research method is an experiment with 3 treatments. Extraction of green betel leaf and honey using maceration method with various concentrations of 5wt%, 15wt%, and 25wt%. Each concentration was added with PVA and chitosan and then heated at 85°C for 5 hours to form a membrane. The membrane was tested for antibacterial, tensile strength, and SEM. The results of this study showed a concentration of 15 wt% green betel leaf extract had the most effective antibacterial activity on *S. aureus* and *E. coli* bacteria (16.8 ± 0.47) mm and (18.4 ± 0.35) mm. While at a concentration of 25 wt% the hydrogel has the best tensile strength value of 0.219 MPa, elastic modulus 0.09 MPa, and has a porous and smooth morphological structure but there is still agglomeration.

Keywords: wound plaster, PVA/chitosan, green betel leaf extract and honey.

PENDAHULUAN

Plester luka yang banyak dijual di pasaran masih memiliki kekurangan yaitu kurang elastis dan menimbulkan rasa perih saat diganti dengan plester baru. Akibatnya, luka yang ada menjadi lebih lebar. Oleh karena itu, diperlukan plester luka yang lebih efektif. Salah satu karakteristik plester luka yang baik adalah elastis dan tidak menimbulkan iritasi. Sejauh ini karakteristik tersebut hanya ada di hidrogel (Hou et al., 2020). Hidrogel merupakan penutup luka polimer yang

memiliki karakteristik transparan, fleksibel, lembut dan tidak menimbulkan iritasi (Saputra et al., 2020).

Sebagai model pembalut luka, hidrogel memiliki sifat melepaskan senyawa (media transport). Oleh karena itu, hidrogel efektif diaplikasikan sebagai media penyembuhan luka. Saat ini, plester luka hidrogel dari PVA, kitosan dan pati telah banyak dikembangkan (Baghaie et al., 2017). Polivinil Alkohol dan kitosan merupakan polimer sintetis sebagai bahan utama hidrogel.

Kitosan adalah polisakarida linier, yang dihasilkan dari deasetilasi kitin. Kitosan memiliki kelarutan yang tinggi dalam asam lemah. Selain itu, kitosan juga memiliki hidrofilisitas yang tinggi berdasarkan adanya hidroksil dan gugus amino dalam kerangka kitosan (Abraham et al., 2016). Kitosan ini dapat dijadikan dalam berbagai bentuk dan struktur material seperti hidrogel (Kabir et al., 2018), film (Nguyen et al., 2019), nanofiber (Selvaraj and Fathima, 2017) dan perancah berpori 3D (Cengiz et al., 2019). Namun sifat hidrofilisitas yang tinggi juga merupakan kelemahan dari kitosan karena mengakibatkan sifat mekanik yang rendah. Oleh karena itu, perlu adanya modifikasi untuk mengurangi kelemahan ini, salah satunya dengan menggunakan teknik blending, komposit dan grafting (Hu et al., 2013).

Penelitian terdahulu menunjukkan hidrogel kitosan memiliki kekuatan mekanik yang rendah dan cepat terdegradasi. Hal ini menyebabkan penggunaannya dalam bahan biomedis masih sangat terbatas (Gu et al., 2014). Penelitian lain menunjukkan sifat mekanik biopolimer kitosan dapat ditingkatkan secara signifikan melalui modifikasi kimia dan juga dikombinasikan dengan polimer lain (Jayakumar et al., 2011). Polimer yang umum digunakan sebagai material penyembuhan luka adalah polivinil alkohol (PVA). Sifat-sifat PVA seperti tidak beracun, fleksibel, mudah dibentuk menjadi film, mudah larut dalam air dan memiliki kestabilan mekanik yang baik, menjadi dasar pemilihan penggunaan PVA sebagai aplikasi dalam dunia medis (Marin et al., 2014).

Campuran PVA/kitosan sudah dipelajari dan dikembangkan secara luas pada beraneka ragam pemanfaatan. Pengembangan bahan PVA/kitosan masih terbatas pada sifat mekanik, morfologi, kepekaan terhadap pH dan sifat termal (Mulchandani et al., 2017). Kekurangan pengembangan ini perlu dimodifikasi dengan bahan lain seperti sebagai bahan *filler* untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan *filler* alami adalah minyak atsiri dan asam oksalat (Debarun Chakraborty, 2016).

Minyak atsiri banyak terkandung dalam daun sirih sedangkan asam oksalat dapat ditemukan pada madu. Minyak atsiri terbukti mampu memberikan pengaruh pada sifat fisik dari *edible film* plester luka (Debarun Chakraborty, 2016). Daun sirih dan madu selain mampu meningkatkan sifat mekanik pada *blending* PVA/kitosan juga dapat meminimalisir infeksi atau efek lainnya pada luka akibat bahan sintesis karena lebih alami.

Daun sirih hijau (*Piper betle L.*) adalah tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat tradisional dengan sifat antiseptik untuk membunuh kuman dan menyembuhkan luka pada kulit. Dalam beberapa penelitian, madu digunakan sebagai antiseptik dan digunakan untuk mengobati luka dan infeksi luka (Gerges et al., 2021). Zona hambat terbaik sebesar 16,77 mm diperoleh dari komposisi ekstrak etanol daun sirih hijau pada konsentrasi 10% dan madu 100% dan termasuk dalam kategori kuat sebagai antibakteri antibakteri *Propionibacterium acnes* (Lilyawati dkk., 2019). Tran Thai et al., (2021) menyatakan bahwa ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle L.*) mengandung minyak atsiri yang berfungsi menjadi antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Madu mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Nur dkk., 2019). Madu mampu merangsang tumbuhnya jaringan baru, sehingga memperlaju pemulihan dan menekan munculnya jaringan parut atau *scar* pada kulit. Dan ciri khas madu sebagai antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas pada peradangan akibat infeksi luka.

Proses ekstraksi daun sirih terdapat beberapa metode yaitu metode maserasi dan metode refluks, dimana kedua metode tersebut menggunakan metanol sebagai pelarut, namun proses perendaman pada metode refluks membutuhkan pemanasan hingga 70 °C selama 3 jam sehingga menyebabkan suhu metanol cepat menguap dengan titik uap metanol 64,7 °C. Sedangkan metode maserasi dianggap lebih efisien karena hanya membutuhkan peredaman pada suhu kamar selama 24 jam. Oleh karena itu, selama penelitian ini ekstraksi daun sirih menggunakan metode maserasi. Ekstrak etanol daun sirih konsentrasi 75% menghasilkan zona hambat 24mm terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, dalam proses ekstraksi menggunakan metode maserasi (Suriawati et al., 2018). Melalui plester, perawatan luka akan lebih nyaman, praktis, dan meminimalisir kontaminasi dengan lingkungan sekitar. Dengan demikian, diharapkan plester berbahan dasar hidrogel daun sirih hijau dan madu dapat menjadi solusi perawatan luka teknik tertutup yang alami dan elastis dengan memberikan kenyamanan bagi penggunaannya.

METODE

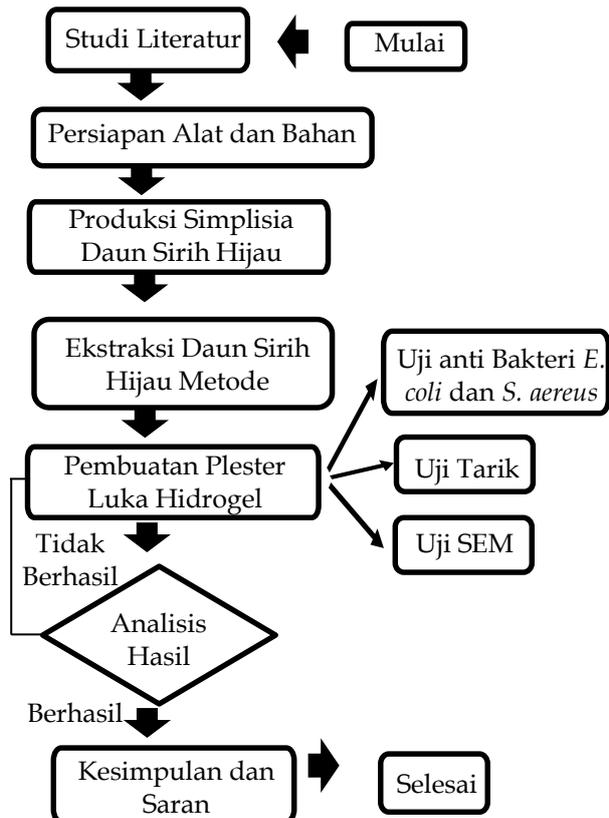
A. Rancangan penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen. Penelitian ini didasarkan pada eksperimen langsung yang dilakukan di laboratorium dan melalui tiga fase, yaitu produksi sampel, karakterisasi sampel, dan pengujian

sampel. Hasil uji penelitian berwujud data kuantitatif dan sebuah produk.

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juni hingga Agustus 2021 di Laboratorium Material Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Surabaya, Uji Antibakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Airlangga. Pengukuran kuat tarik serta kemuluran plester dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Airlangga. Sedangkan Uji SEM dilakukan di Laboratorium Material dan Metalurgi ITS.

Tahapan penelitian yang digunakan secara garis besar dijelaskan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian.

- 1) Persiapan Alat dan Bahan
Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini seperti, *beaker glass*, gelas ukur, *stirrer* dan *magnetic bar*, oven, timbangan digital, blender, cawan petri, spatula, pipet ukur, pinset dan pisau steril, gelas ukur, pengaduk, plat kaca. Bahan yang digunakan yaitu daun sirih hijau, PVA, kitosan, madu, asam asetat (Merck), aquades, etanol 96% (Merck), alkohol 70%, perekat, kertas saring, dan aluminium foil.
- 2) Pembuatan Simplisia dari Daun Sirih Hijau
Untuk dapat membuat simplisia dari daun Sirih Hijau maka perlu beberapa tahap. Tahap-tahap

pembuatan simplisia dari daun Sirih Hijau meliputi penyortiran, pencucian, dan pengeringan. Setelah daun disortir kemudian dicuci dengan aquades kemudian daun dipisahkan dari batangnya. Kemudian daun sirih hijau dijemur di bawah terik matahari sampai diperoleh tekstur daun kering. Daun sirih hijau kering dibuat serbuk dengan blender dan hasilnya diayak dengan ayakan 200 mesh, sehingga diperoleh serbuk homogen, kemudian disimpan dalam wadah kedap udara.

- 3) Ekstraksi Daun Sirih Hijau dan Madu Metode Maserasi

Simplisia daun sirih hijau ditimbang dan diperoleh konsentrasi ekstrak daun sirih sebesar 5wt%, 15wt%, dan 25wt%. Setiap konsentrasi ekstrak daun sirih hijau direndam dengan 100 ml etanol selama 3 hari. Disamping serbuk daun sirih, madu juga direndam dengan 100 ml etanol dengan perbandingan 1:1. Setelah proses perendaman, larutan daun sirih hijau dan madu disaring dan diuapkan pada suhu 80°C selama 4 jam.

- 4) Pembuatan Penutup Luka Hidrogel

PVA 3 gram dilarutkan dengan 100 ml aquades dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* pada suhu 120°C. Di samping larutan tersebut, juga dibuat larutan dari campuran 3 gram kitosan dengan 100 ml asam asetat pada suhu 70°C. Selanjutnya, larutan PVA ditambahkan larutan kitosan dengan perbandingan komposisi PVA: kitosan (3:1) kemudian diaduk hingga *viskositas* larutan meningkat. Setelah itu, larutan tersebut ditambahkan ekstrak daun sirih hijau dan madu dengan perbandingan komposisi (1:1) dan aduk kembali hingga homogen seperti gel. Bahan membran homogen dituang dalam cawan petri dan dikeringkan pada suhu 85°C selama 5 jam kemudian didinginkan perlahan-lahan pada suhu ruang.

B. Variabel Operasional Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam analisis dan pembahasan data adalah, konsentrasi ekstrak daun sirih hijau sebagai variabel manipulasi. Sedangkan variabel kontrolnya adalah konsentrasi pelarut, lama penguapan dan variabel respon yang digunakan yaitu efektivitas penyembuhan luka oleh penutup luka hidrogel dengan ekstrak daun sirih hijau dan madu.

C. Teknik Pengumpulan Data

- 1) Uji Aktivitas Antibakteri Menggunakan Metode Sumuran

Bakteri uji diencerkan terlebih dahulu dengan larutan NaCl sesuai standar kekeruhan 0,5 Mc Farland. Dalam media MHA (*Mueller Hinton Agar*) dibuat lubang, bakteri uji diinokulasi. Plester hidrogel dipotong lingkaran diameter 1 mm dengan konsentrasi masing-masing 5 wt%, 15wt% dan 25wt% dan diletakkan ke lubang pada media MHA dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Hasilnya, terbentuk zona bening di sekitar sumur dan diukur diameternya memakai jangka sorong.

2) Uji Tarik

Uji tarik tipe HIMADZU AG-10-TE10 dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas plester luka hidrogel. Sampel yang akan diuji dipotong dengan ukuran 1x6 cm. Karakterisasi kekuatan tarik memberikan hasil berupa grafik tegangan versus regangan yaitu: kemudian dianalisis dan memberikan informasi kekuatan tarik (MPa), modulus elastisitas (MPa). Sampel yang diuji berupa hidrogel edible film, dimana ekstrak daun sirih dan madu dihomogenkan dengan kitosan/PVA kemudian diapukan pada suhu tertentu. Sampel diuji dengan menerapkan gaya khusus (tarik) sampai sampel membenteng sampai sampel terputus.

3) Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Uji SEM digunakan untuk melihat struktur dan pori yang terdapat pada membran hidrogel. Prosedur pengujian SEM, sampel terbaik dari hasil uji antibakteri, ditempatkan pada pelat logam tembaga bulat (tempat sampel). Langkah selanjutnya dilakukan pelapisan menggunakan lapisan emas untuk terbentuknya sifat konduktif pada sampel.

D. Teknik Pengolahan Data

1) Daya Hambat Bakteri

Daya hambat bakteri ditentukan melalui pengamatan pertumbuhan dan menghitung diameter zona hambat berwujud zona bening pada sekitar sumur menggunakan jangka sorong. Berdasarkan hasil perhitungan zona hambat yang diamati pada media, zona hambat dapat dikategorikan menjadi, luas zona hambat lebih dari 20 mm dikategorikan sebagai antibakteri sangat kuat, antara 11 hingga 20 mm dikategorikan kuat, sedangkan 6 sampai 10 mm digategorikan sedang, dan yang terakhir kurang dari 5 mm dikategorikan sebagai antibakteri lemah (Susanto et al., 2012).

2) Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas

Hasil pengujian kuat tarik diperoleh data panjang awal, panjang akhir, luas penampang dan kuat tarik. Analisis untuk kuat tarik menggunakan persamaan

(2) dan nilai modulus elastisitas menggunakan persamaan (3) (Gu J & Catchmark J M., 2014).

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

P = kuat tarik (MPa)

F = gaya tarik (N)

A = luas penampang (mm²)

E = modulus elastisitas (MPa)

σ = tegangan (MPa)

ε = regangan

3) Morfologi Permukaan

Pengujian SEM digunakan untuk menganalisa permukaan, tekstur, bentuk, dan ukuran membran penutup luka hidrogel. Hasil uji SEM berupa gambar yang akan terlihat morfologi permukaan dan struktur pori yang terdapat pada membran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik perawatan luka menggunakan *moist wound healing* dapat menjadi metode yang mampu menjaga kelembaban luka agar luka cepat sembuh. Material pembalut luka yang diaplikasikan harus memiliki sifat antibakteri, toksisitas rendah, biokompatibel, gampang diganti tanpa menimbulkan luka baru, dan ramah lingkungan (Jayakumar et al., 2011). Penelitian kali ini dirancang plester luka hidrogel PVA/kitosan dengan ekstrak daun sirih hijau dan madu.

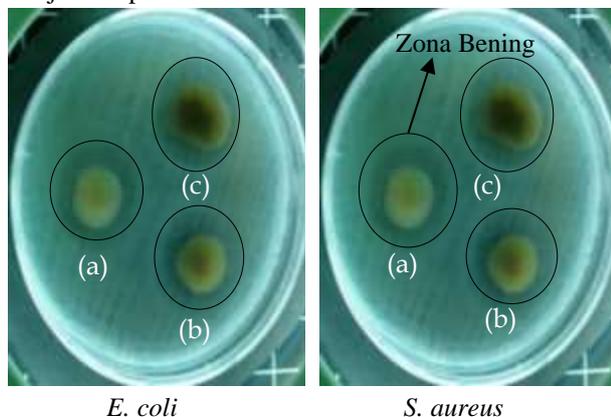
Film hidrogel PVA/kitosan dengan ekstrak daun sirih hijau dan madu secara fisik terlihat transparan dan berwarna kehijauan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirih hijau maka semakin gelap warnanya, sesuai pada sampel yang dapat diamati pada Gambar 2. Artinya semakin banyak kandungan komposisi ekstrak daun sirih hijau, seperti minyak atsiri. Selama proses pembuatan ekstrak daun sirih hijau, jumlah bahan yang digunakan juga meningkat sesuai dengan konsentrasi, dan hal inilah yang menyebabkan perbedaan warna pada setiap konsentrasi.



(5 wt%) (15 wt%) (25 wt%)

Gambar 2. *Film* hidrogel PVA/kitosan dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Madu

Untuk mengetahui tingkat efektivitas antibakteri, plester ini diuji antibakterinya pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa plester luka hidrogel ekstrak daun sirih hijau dan madu sanggup menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Aktivitas antibakteri ditandai oleh munculnya zona bening pada Gambar 3. dan diameter zona bening ditunjukkan pada Tabel 1. diameter zona bening ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini.



Gambar 3. Zona bening yang terbentuk pada *film* Hidrogel PVA/kitosan dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Madu

(a) 5 wt%. (b) 15 wt%, dan (c) 25 wt%

Uji antibakteri hidrogel PVA/kitosan ekstrak daun sirih hijau dan madu menggunakan bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Bakteri *S. aureus* sebagai salah satu bakteri pantogen merupakan penyebab utama infeksi luka berbahaya, menunda penyembuhan luka, sehingga menyebabkan inflamasi dan infeksi kronis (Pfalzgraff et al., 2018). Gambar 3 menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitar *film* hidrogel berbagai konsentrasi, hal ini menyatakan aktivitas antibakteri pada *film* hidrogel PVA/kitosan dan madu dengan berbagai konsentrasi ekstrak daun sirih hijau sedangkan diameter zona bening dapat dilihat pada Tabel 1.

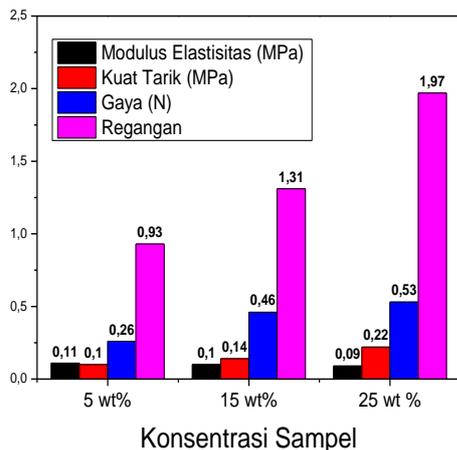
Tabel 1. Hasil Uji Antibakteri *E. coli* dan *S. aureus* pada *Film* Hidrogel dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Madu.

Konsentrasi Sampel	Diameter Zona Bening pada <i>E. coli</i> (mm)	Diameter Zona Bening pada <i>S. aureus</i> (mm)
5 wt%	15,5 ± 0,33	15,5 ± 0,36
15 wt%	16,8 ± 0,47	18,4 ± 0,35
25 wt %	16,4 ± 0,37	18,1 ± 0,31

Tabel 1 menunjukkan bahwa uji antibakteri yang paling efektif pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dengan diketahui zona hambatnya sebesar (16,8 ± 0,47) mm dan (18,4 ± 0,35) mm. Zona hambat meningkat pada konsentrasi 15wt% ekstrak daun sirih hijau pada sampel plester luka hidrogel. Namun, dengan penambahan ekstrak daun sirih hijau 25 wt%, zona hambat menurun 0,4 mm untuk bakteri *E. coli* dan 0,3 mm untuk bakteri *S. Aureus*. Kondisi ini disebabkan menurunnya laju difusi senyawa antibakteri yaitu plester luka hidrogel ke dalam media agar (Davis & Stout, 1971). Selain itu, faktor pengenceran juga mempengaruhi proses difusi. Pengendapan senyawa antibakteri dapat menyebabkan laju difusi menurun (Valgas et al., 2007). Konsentrasi senyawa antibakteri terlalu tinggi, penetrasi metabolit sekunder ke dalam dinding sel bakteri dapat terganggu, sehingga mengurangi efektivitas senyawa antibakteri dalam menghambat bakteri (Setha et al., 2014).

Plester luka yang terlalu encer tidak dapat memenuhi syarat komersial dan menyebabkan plester luka hidrogel lebih mudah patah. Oleh karena itu, dibutuhkan plester luka yang tidak terlalu encer atau memiliki viskositas tinggi. Ekstrak daun sirih hijau pada matrik PVA/kitosan mampu menyerap air sehingga meningkatkan viskositasnya. Viskositas yang tinggi dibutuhkan untuk mempengaruhi sifat elastisitas matrik PVA/kitosan. Penambahan ekstrak daun sirih dan madu ini mengakibatkan struktur kristalin bertambah besar (Nuansa dkk., 2017). Ekstrak daun sirih hijau mengisi daerah amorf sehingga terjadi penataan rantai polimer.

Pencetakan membran dilakukan dengan menguapkan pelarut pada suhu 70-80°C. Suhu ini merupakan temperatur transisi dari gelas PVA (Reguieg et al., 2020). Dengan suhu transisi PVA membentuk ikatan hidrogen antara gugus hidroksil PVA dan gugus karbonil. Gugus karbonil ini dihasilkan dari amida pada camouran kitosan dan asam asetat. PVA juga berperan sebagai *interpenetrating network* (IPN) yang mengisi rongga hidrogel, sehingga struktur mekaniknya lebih kuat dari kitosan murni. Senyawa minyak atsiri dalam ekstrak daun sirih hijau yang larut dalam air akan memperkuat ikatan antar molekul pada plester luka hidrogel sehingga menjadikan elastisitas plester luka hidrogel semakin baik. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri ke dalam *edible film* dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan mempengaruhi sifat mekaniknya (Nuansa dkk., 2017). Gambar 4. Menunjukkan hasil uji kuat tarik pada *edible film* hidrogel.

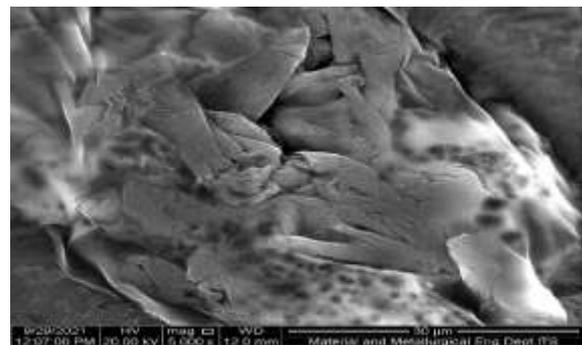


Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tarik pada film Hidrogel dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Madu (Chamidah et al., 2021)

Berdasarkan Gambar 4. diketahui bahwa semakin besar konsentrasi sampel maka semakin besar nilai kuat tarik dan elastisitasnya. Hasil terbaik yaitu pada sampel sebesar 25wt% dengan nilai kuat tarik 0,219 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,111 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa plester luka hidrogel dengan ekstrak daun sirih dan madu pada konsentrasi ekstrak daun sirih hijau 25wt% cukup elastis dan tidak mudah robek, terutama jika dibandingkan dengan beberapa plester luka hidrogel lainnya seperti plester luka hidrogel PVP karaginan dengan nilai kuat tarik 0,193 Mpa (Bandol Utomo dkk., 2016) dan plester luka hidrogel polidopamin /poliakrilamida dengan nilai kuat tarik 0.051 MPa (Yang et al., 2021).

Kekuatan tarik yakni salah satu pengujian mekanik yang utama ketika menetapkan karakteristik dari *edible film* plester luka hidrogel terutama elastisitasnya, karena nilai modulus elastisitas dan kekuatan tarik yang tinggi dapat melindungi produk dari gangguan mekanis dan lebih nyaman digunakan. Ketika gaya yang diberikan pada plester luka hidrogel ekstrak daun sirih dan madu ini besar dan nilai pertambahan panjangnya juga semakin besar maka plester luka ini cukup elastis. Hal ini, terbukti pada *film* plester luka hidrogel dengan konsentrasi 25wt% ekstrak daun sirih hijau mampu menahan gaya sebesar 0,526 N dengan pertambahan panjang 80,949 mm.

Karakteristik *edible film* perlu ditentukan untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan serta pembentukan pori dan konektivitas antar pori hidrogel. Aplikasi plester luka hidrogel dalam pembentukan jaringan baru yang dapat diamati melalui uji SEM (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil uji SEM *film* hidrogel, ekstrak daun sirih hijau dan madu dengan konsentrasi 25 wt% pembesaran 5000x

Gambar 5. menunjukkan struktur morfologi permukaan hidrogel yang berpori, hampir rata, halus, dan teratur serta terdapat sedikit gelembung udara ditandai dengan bentuk yang kurang merata. Adanya pori pori tersebut menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ekstrak daun sirih hijau menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dan mampu menyerap eksudat berlebih pada luka. Sedangkan terbentuknya gelembung udara mengakibatkan sifat mekanik dari plester luka hidrogel semakin kecil dan permukaannya menonjol. Struktur berpori memastikan permeabilitas baik, yang bermanfaat untuk penyembuhan luka.

Pada konsentrasi 25 wt% ini juga masih terdapat *Aglomerasi* atau penggumpalan pada permukaan *film* hidrogel menyebabkan permukaan *film* hidrogel terlihat lebih cerah (warna putih) dibandingkan dengan sekitarnya. *Aglomerasi* terjadi karena kurang homogenya *matrik* pada *film* hidrogel ini yaitu PVA/kitosan sehingga menyebabkan *filler* ekstrak daun sirih hijau dan madu tidak dapat tersebar secara menyeluruh pada permukaan sampel dan *aglomerasi* ini dapat menutupi pori-pori.

PENUTUP

A. Simpulan

Bersumber dari penelitian yang sudah dilakukan, hingga mampu disimpulkan seperti berikut ini:

1. Daun sirih dan madu sebagai plester luka hidrogel alami pada konsentrasi 15 wt% efektif menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* sebesar $(16,8 \pm 0,47)$ mm dan $(18,4 \pm 0,35)$ mm dan termasuk antibakteri yang kuat.
2. Penambahan ekstrak daun sirih hijau dan madu pada plester luka hidrogel kitosan/PVA memberikan pengaruh pada sifat mekaniknya yang meliputi uji kuat tarik. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh saat konsentrasi ekstrak daun

sirih hijau terbesar yaitu 25 wt% dengan nilai kuat tarik sebesar 0.219 MPa.

A. Saran

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dan menambah variasi komposisi ekstrak daun sirih hijau, sehingga bisa diperoleh informasi yang relevan dan memaksimalkan sifat mekanik dari hidrogel itu sendiri serta melakukan uji lain seperti uji in vivo agar diketahui efektivitas penyembuhannya dan uji SEM EDX untuk mengetahui komposisi dari plester luka.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, A., Soloman, P. A., and Rejini, V. O. 2016. Preparation of Chitosan-Polyvinyl Alcohol Blends and Studies on Thermal and Mechanical Properties. *Procedia Technology*. 24, 741–748.
- Baghaie, S., Khorasani, M. T., Zarrabi, A., and Moshtaghian, J. 2017. Wound healing properties of PVA/starch/chitosan hydrogel membranes with nano Zinc oxide as antibacterial wound dressing material. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*. 28 (18), 2220–2241.
- Bandol Utomo, B. S., Fransiska, D. dan Darmawan, M. 2016. Formulasi Hidrogel dari Polivinil Piroolidon dan k/i-Karaginan untuk Bahan Pembalut Luka. *Jurnal Pascapenen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 11(1), p. 55
- Cengiz, I. F., Pereira, H., Espregueira-Mendes, J., Kwon, I. K., Reis, R. L., and Oliveira, J. M. 2019. Sutureable regenerated silk fibroin scaffold reinforced with 3D-printed polycaprolactone mesh: biomechanical performance and subcutaneous implantation. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 30(6).
- Chamidah, N. L. F., Rahanti, A. B., Kadasih, M. D., Sharfina, F. D., and Rohmawati L. (2021). Effect of adding of green betel leaf extract and honey on mechanical properties of chitosan/PVA hydrogel wound plaster. *Journal of Physics: Conference Series*, 2110(1).
- Davis, W. W. and Stout, T. R. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay. I. Factors influencing variability and error. *Applied microbiology*, 22(4), pp. 659–665.
- Debarun Chakraborty. 2016. Karakteristik Dan Aktivitas Antibakteri Edible Film Dari Refined Carageenan Dengan Penambahan Minyak Atsiri Lengkuas Merah (*Alpinia Purpurata*). *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi*. 5(3), 14–16.
- Gu J and Catchmark J M. 2014. Roles of xyloglucan and pectin on the mechanical properties of bacterial cellulose composite films. *Cellulose*. 21, 275–289.
- Gu, Y., Zhu, J., Xue, C., Li, Z., Ding, F., Yang, Y., and Gu, X. 2014. Chitosan/silk fibroin-based, Schwann cell-derived extracellular matrix-modified scaffolds for bridging rat sciatic nerve gaps. *Biomaterials*. 35(7), 2253–2263.
- Hou, Y., Jiang, N., Sun, D., Wang, Y., Chen, X., Zhu, S., and Zhang, L. 2020. A fast UV-curable PU-PAAm hydrogel with mechanical flexibility and self-adhesion for wound healing. *RSC Advances*. 10(9), 4907–4915.
- Jayakumar, R., Prabakaran, M., Sudheesh Kumar, P. T., Nair, S. V., and Tamura, H. 2011. Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. *Biotechnology Advances*. 29 (3), 322–337.
- Kabir, S. M. F., Sikdar, P. P., Haque, B., Bhuiyan, M. A. R., Ali, A., and Islam, M. N. 2018. Cellulose-based hydrogel materials: chemistry, properties and their prospective applications. *Progress in Biomaterials*. 7(3), 153–174.
- Leaf, B., Recognition, D., Deep, U., and Hridoy, R. H. 2021. *Betel Leaf Disease Recognition Using Deep Learning, This Report Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Science in Computer Science and Engineering. Supervised By MD. TAREK HABIB Assistant Professor Department o. January.*
- Lilyawati, S. A., Fitriani, N., dan Prasetya, F. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Madu terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 135–138.
- Marin, E., Rojas, J., and Ciro, Y. 2014. A review of polyvinyl alcohol derivatives: Promising materials for pharmaceutical and biomedical applications. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 8 (24), 674–684.
- Mulchandani, N., Shah, N., and Mehta, T. 2017. Synthesis of Chitosan-polyvinyl alcohol copolymers for smart drug delivery application. *Polymers and Polymer Composites*. 25(3), 241–246.
- Nguyen, T. P., Nguyen, Q. V., Nguyen, V., Le, T., and Le, Q. Van. 2019. Silk Fibroin-Based Biomaterials for Biomedical. *Polymers*. 11 (12), 1–25.
- Nuansa, M., Agustini, T. dan Susanto, E. 2017. Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Edible Film Dari Refined Karaginan Dengan Penambahan Minyak Atsiri. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 6(1), pp. 54–62.
- Nur A., Noor A., dan Sirajuddin S. 2019. Aktivitas Antibakteri Madu Trigona Terhadap Bakteri Gram Positif (*Staphylococcus Aureus*) Dan Bakteri Gram

- Negatif (*Escherichia Coli*). *Jurnal Kesehatan*, 0(1), pp. 77–86.
- Pfalzgraff, A., Brandenburg, K., and Weindl, G. 2018. Antimicrobial peptides and their therapeutic potential for bacterial skin infections and wounds. *Frontiers in Pharmacology*. 9(MAR), 1–23.
- Reguieg, F., Ricci, L., Bouyacoub, N., Belbachir, M., and Bertoldo, M. 2020. Thermal characterization by DSC and TGA analyses of PVA hydrogels with organic and sodium MMT. *Polymer Bulletin*. 77(2), pp. 929–948.
- Saputra, S. A., Dewi, T., Ramadhan, E., Ibrahim, N., dan Wibisono, G. 2020. Penutup luka hydrogel berbasis polivinil alkohol (pva), kitosan, pati dengan penambahan asap cair dan vitamin k. *Ums*. 002, 1–10.
- Selvaraj, S., and Fathima, N. N. 2017. Fenugreek Incorporated Silk Fibroin Nanofibers - A Potential Antioxidant Scaffold for Enhanced Wound Healing. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 9 (7), 5916–5926.
- Setha, B., Laga, A. and Mahendradatta, M. 2014. Antibacterial Activity Of Leaves Extracts Of *Jatropha Curcas*, Linn Against *Enterobacter Aerogenes*. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 3(1), pp. 3–5.
- Suriawati, J., Patimah, P., and Rachmawati, S. R. 2018. Antibacterial Activities Test of Combination of Ethanolic Extract of Betel Leaves (*Piper betle* L.) and Basil Leaves (*Ocimum basilicum* L.) Against *Staphylococcus aureus*. *SANTAS: Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan*. 9(2), 118–126.
- Valgas, C., De Souza, S. M., Smânia, E. F. A., and Smânia, A. 2007. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 38(2), pp. 369–380.
- Yang, Z., Huang, R., Zheng, B., Guo, W., Li, C., He, W., Wei, Y., Du, Y., Wang, H., Wu, D., and Wang, H. 2021. Highly Stretchable, Adhesive, Biocompatible, and Antibacterial Hydrogel Dressings for Wound Healing. *Advanced Science*. 8(8), pp. 1–12.