

SINTESA DAN KARAKTERISASI HIDROGEL DARI NATRIUM ALGINAT DAN EKSTRAK BELIMBING WULUH PADA *TEXTILE WOUND DRESSING*

THE SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SODIUM ALGINATE AND AVERRHOA BILIMBI LINN EXTRACT HYDROGEL ON TEXTILE WOUND DRESSING

Samuel Martin

Politeknik STTT Bandung, Jalan Jakarta No.31 Bandung

E-mail: samuelmartinph@gmail.com

Tanggal diterima: 26 Februari 2021, direvisi: 11 Juni 2021, disetujui terbit: 20 Juni 2021

ABSTRAK

Sintesa hidrogel berbahan dasar natrium alginat dan ekstrak daun belimbing wuluh telah dilakukan dengan metode pembentukan gel berupa ionisasi kimiawi dengan menggunakan kalsium klorida, yang selanjutnya dilakukan evaluasi : kualitatif terhadap kandungan senyawa organik ekstrak daun belimbing wuluh, nilai penyerapan gel atau *swelling ratio*, sifat anti bakteri, serta ketahanan uap air nya. Hasil evaluasi yang dilakukan terhadap uji kualitatif kandungan ekstrak daun belimbing wuluh menunjukkan bahwa dalam larutan ekstrak terdapat senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, tannin, steroid, terpenoid dan kardiak glikosida yang berpotensi sebagai anti bakteri. Dari evaluasi penyerapan hidrogel didapatkan bahwa, penggunaan konsentrasi natrium alginat 2% (b/v) dan kalsium klorida 5% (b/v) menghasilkan nilai penyerapan atau *swelling ratio* tertinggi, yaitu sebesar 4,6016 g H₂O/ g Na Alginat. Sifat ketahanan uap air hidrogel dievaluasi dengan variasi ketebalan lapisan *coating* pada *textile wound dressing*. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar nilai ketahanan uap airnya, maka kondisi daerah luka semakin lembab, diikuti dengan sifat penyembuhan luka yang lebih cepat.

Kata kunci: Hidrogel, natrium alginat, ekstrak daun belimbing wuluh, *textile wound dressing*

ABSTRACT

Synthesis of hydrogel made from sodium alginate and averrhoa bilimbi linn leaf extracts on textile wound dressings has been carried out with a gel formation method in the form of chemical ionization using calcium chloride, which is evaluated on : the qualitative content of organic compounds in averrhoa bilimbi linn leaf extracts, gel absorption or swelling ratio, antibacterial properties, and moisture vapor resistance. The qualitative test results on of Averrhoa bilimbi leaf extract shows that secondary metabolites compounds in the form of flavonoids, tannins, steroids, terpenoids, and cardiac glycosides consisted in it, which have potential properties as antibacterial agents. From the evaluation of hydrogel absorption, it found the use of sodium alginate 2% (w / v) and calcium chloride 5% (w / v) obtained the highest absorption value or swelling ratio viz 4.6016 g H₂O / g Na Alginate. The moisture resistance property of hydrogel evaluated by varying the thickness of the coating on the textile wound dressings. The results obtained that the greater moisture resistance value indicates the more humid conditions of the wound area, follows with the faster wound healing properties.

Keywords: Hydrogel, sodium alginate, Averrhoa bilimbi linn leaf extract, *textile wound dressing*

PENDAHULUAN

Setiap tahun, jutaan orang terpapar luka akibat kecelakaan, yang dapat mengakibatkan cacat berat bahkan hingga kematian¹. Luka merupakan rusaknya struktur dan fungsi anatomis kulit normal, akibat proses patologis yang berasal dari internal maupun eksternal yang mengenai organ tertentu. Kulit berperan penting dalam kehidupan manusia antara lain untuk, mengatur keseimbangan air, elektrolit, pengaturan suhu serta sebagai pelindung terhadap lingkungan luar. Kulit tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik,

bila terjadi kerusakan akibat berbagai penyebab, seperti ulkus, luka, trauma, atau neoplasma. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembalikan integritasnya sesegera mungkin.²

Berdasarkan proses pemulihannya, luka dapat diklasifikasikan sebagai luka kronis dan luka akut. Luka kronis disebabkan oleh beberapa faktor yaitu usia, obesitas, cedera, dan kondisi kronis lainnya, seperti diabetes, dan kanker. Penyembuhan luka kronis memakan waktu lebih dari 12 minggu. Luka akut merupakan luka yang disebabkan oleh trauma, seperti penusukan, luka

bakar, dan lainnya, penyembuhan luka ini memakan waktu 8 – 12 minggu.³

Pada awalnya para ahli berpendapat bahwa penyembuhan luka akan sangat baik bila luka dibiarkan tetap kering. Mereka berpikir bahwa infeksi bakteri dapat dicegah apabila seluruh cairan yang keluar dari luka terserap oleh pembalutnya. Akibatnya sebagian besar luka dibalut oleh bahan kapas pada kondisi kering.

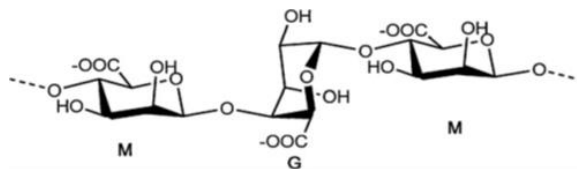
Akan tetapi di awal tahun enam puluhan ditemukan konsep "moist healing", yaitu penyembuhan luka akan lebih cepat apabila kondisi luka dipertahankan kelembabannya. Oleh karena itu diperlukan suatu pembalut ideal, yang dapat melindungi luka, mengatur uap air/gas yang keluar dari luka, agar daerah sekitar luka menjadi lembab sehingga mempercepat penyembuhan. Saat ini, beragam pembalut luka tersedia untuk berbagai kepentingan medis atau pasca-operasi. Fungsinya adalah melindungi luka dari infeksi, menyerap darah dan nanah, mempercepat penyembuhan serta beberapa diantaranya, dapat mengobati luka. *Textile wound dressing* merupakan suatu teknik perawatan yang digunakan untuk membantu penyembuhan luka dengan menghindari dan melindungi luka dari kontaminasi dan cedera lebih lanjut.

Kokabi, Sirousazar and Hassan, 2007⁴ menyatakan dalam jurnalnya, bahan pembalut luka yang diharapkan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (a) menjaga lingkungan luka agar tetap lembab, (b) melindungi luka dari infeksi samping, (c) menyerap cairan dan ekstrudat luka, serta (d) meminimalkan nekrosis permukaan luka. Hidrogel merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencapai kondisi tersebut.

Hidrogel merupakan bahan hidrofilik tiga dimensi yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan menahan air dalam jumlah besar saat direndam dalam air atau cairan biologis, tanpa adanya pelarutan. Hidrogel dapat dirancang untuk stabil secara kimiawi dari degradasi kimiawi maupun enzimatis. Hidrogel berbahan dasar polimer alami memperoleh relevansi khusus pada pemberian obat dan aplikasi penyembuhan luka, karena kandungan air nya yang cukup tinggi.

Alginat merupakan polisakarida anionik, yang mampu membentuk hidrogel dalam kondisi yang sangat ringan, pada suhu kamar dan tanpa pelarut beracun.⁵ Alginat telah banyak digunakan dan diteliti karena sifat biokompatibilitas, sifat biodegradabilitas, biaya yang relatif rendah, toksisitas rendah serta sifat pembentuk gel.⁶ Alginat dapat diperoleh dengan biosintesis bakteri dari *azotobacter* dan *pseudomonas*, yang menunjukkan struktur kimia dan sifat fisik yang lebih khas, jika dibandingkan dengan alginat yang diturunkan dari rumput laut.⁵

Secara umum struktur kimia dari alginat terdiri atas 1,4 d mannuronate (M) dan l-guluronate (G) (Gambar 1) yang dapat disusun dalam bentuk rangkaian *homopolymeric* (MMM atau GGG) atau urutan bolak balik (MGMG) disepanjang rantai polimer.⁷ Kandungan M dan G sangat menentukan sifat fisik dan sifat kimia alginat, juga menentukan sifat pembentukan gelnnya.⁸



Gambar 1. Struktur kimia blok G dan blok M pada alginat.⁹

Sebagai salah satu negara tropis, Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam tanaman yang dapat dijadikan sebagai obat tradisional. Salah satu tanaman yang belum banyak dikenal akan manfaatnya dan dapat berperan dalam proses penyembuhan luka adalah belimbing wuluh.

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) merupakan salah satu material yang berasal dari alam dan termasuk dalam keluarga belimbing (*Averrhoa*). Diperkirakan tanaman ini berasal dari daerah Amerika tropik. Tanaman ini tumbuh baik di negara asalnya sedangkan di Indonesia banyak dipelihara di pekarangan dan kadang-kadang tumbuh secara liar di ladang atau tepi hutan. Secara umum belimbing wuluh mempunyai kandungan unsur kimia yang disebut asam oksalat dan kalium.¹⁰

Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan kimia terhadap buah dan daun belimbing wuluh menunjukkan bahwa, buah dan daun belimbing wuluh mengandung golongan senyawa oksalat, minyak, fenol, *flavonoid* dan pektin. *Flavonoid* diduga merupakan senyawa aktif antibakteri yang terkandung dalam belimbing wuluh yang dapat meningkatkan jumlah fibroblas pada penyembuhan luka.¹¹

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa : daun belimbing wuluh yang dikeringkan melalui proses pemanasan menggunakan cahaya matahari, Etanol 96% yang diperoleh dari PT Bratachem, Natrium alginat yang diperoleh dari PT KOOPA Specialties, CaCl₂, air suling, kain *nonwoven spunbond* polipropilen standar medis dengan gramasi 40 g/m² dengan ketebalan (0,13 ± 0,01) mm. Alat yang digunakan yaitu : *magnetic stirrer*, *beaker glass*, spatula, perekat plastik, dan cawan petri.

Metode

Penelitian diawali dengan melakukan ekstraksi pada daun belimbing wuluh. Teknik ekstraksi yang dilakukan mengacu pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Aning dan Bambang, (2016)¹² yang selanjutnya dilakukan uji kualitatif terhadap kandungan senyawa organik ekstrak daun belimbing wuluh. Penelitian dilanjutkan dengan pembuatan atau sintesa hidrogel berbahan dasar natrium alginat dengan teknik *immers* atau perendaman dalam kalsium klorida (CaCl_2) dengan variasi penggunaan natrium alginat sebesar 2%, 3%, 5%, 7% dan 10% (b/v) dan larutan kalsium klorida sebesar 1%, 3%, dan 5% (b/v). Pemilihan teknik ini didasarkan pada penerapannya yang sederhana, serta kemudahan mendapatkan alat ataupun bahan yang diperlukan.

Hidrogel yang telah terbentuk dikarakterisasi sifat pengembangannya (*swelling ratio*). Pengukuran *swelling* dalam air destilasi dilakukan untuk menghitung kapasitas serap hidrogel (*hydrogel sorption capacity*) yang dinyatakan dalam *swelling ratio*. Pengujian tersebut dilakukan dengan mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Zhao, dkk., (2005)¹³ yaitu menggunakan metoda *tea bag* dengan menggunakan air destilasi pada suhu 22 °C. *Tea bag* terbuat dari kain nilon yang memiliki ukuran ± 300 mesh. Pengujian dilakukan dengan menimbang berat nilon kering, yang ditimbang sebagai W_n dan berat contoh hidrogel kering ditimbang sebagai W_o . Kantung nilon yang telah diisi contoh hidrogel, dicelupkan kedalam air destilasi pada suhu ruang dengan interval waktu tertentu yaitu setiap 10 menit. Setelah 10 menit, kantung nilon diangkat dan ditiriskan sehingga air dibiarkan menetes selama 15 menit, setelah itu ditimbang sebagai W_t . dengan rumus pada persamaan (1).

$$SR = (W_t - W_o - W_n) / W_o \quad (1)$$

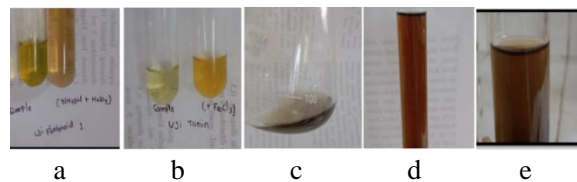
Setelah didapatkan konsentrasi optimum penggunaan natrium alginat pada hidrogel natrium alginat, penelitian dilanjutkan dengan mensintesa hidrogel natrium alginat dengan penambahan ekstrak daun belimbing wuluh. Evaluasi dilakukan dengan mencari nilai uji aktivitas bakterinya serta uji ketahanan uapnya dengan variasi ketebalan hidrogel menggunakan metode pengujian *sweating guarded hot plate* (SGHP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kualitatif kandungan ekstrak daun belimbing wuluh.

Pengujian kandungan *flavonoid*, *tanin*, *steroid*, *terpenoid*, dan *kardiak glikosida* dalam ekstrak dilakukan dengan pengamatan terhadap perubahan warna larutan hasil pengujian secara

kualitatif. Dari hasil pengujian terhadap kandungan senyawa organik pada ekstrak daun belimbing wuluh, didapatkan hasil seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian kualitatif kandungan : a). Flavonoid; b). Tanin; c). Steroid; d). Terpenoid dan e). Kardiak glikosida.

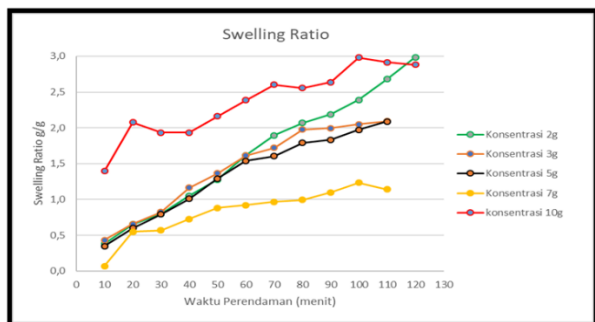
Dari hasil pengujian kualitatif yang dilakukan terhadap ekstrak daun belimbing wuluh menunjukkan adanya perubahan warna yang signifikan. Perubahan warna menjadi warna merah kekuningan yang ditunjukkan pada gambar 2a). menandakan bahwa didalam ekstrak terdapat senyawa flavonoid, sedangkan perubahan warna menjadi kuning kehijauan yang ditunjukkan pada gambar 2b) menandakan adanya kandungan senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh. Perubahan warna yang ditunjukkan pada gambar 2c) menjadi warna kehijauan menunjukkan bahwa dalam larutan ekstrak terdapat senyawa steroid. Perubahan warna menjadi warna coklat kemerahan yang ditunjukkan pada gambar 2d) menunjukkan adanya kandungan terpenoid didalam senyawa ekstrak, dan dengan terbentuknya cincin coklat pada gambar 2e) menunjukkan bahwa didalam kandungan ekstraksi terdapat senyawa kardiak glikosida.

Perubahan-perubahan warna yang terjadi pada senyawa-senyawa tersebut adalah sebagai akibat dari sistem konjugasi pada gugus senyawa aromatik flavonoid, tanin, steroid, terpenoid maupun kardiak glikosida. Flavonoid, tanin, steroid, terpenoid dan kardiak glikosida merupakan senyawa metabolit sekunder yang diduga merupakan senyawa anti bakteri.

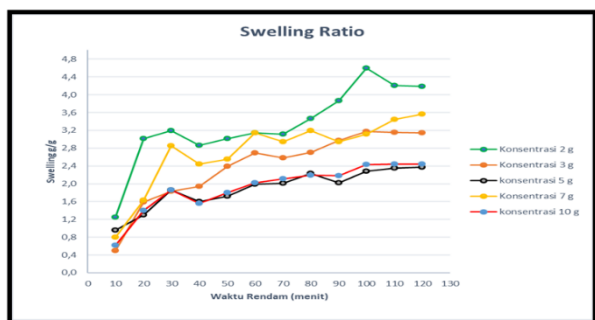
Senyawa metabolit sekunder tersebut berperan sebagai anti bakteri melalui ikatan dengan protein dengan ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Sebagian besar struktur dinding sel dan membran sitoplasma bakteri mengandung protein dan lipid. Ketidakstabilan pada dinding sel dan membran sitoplasma bakteri menyebabkan pengendalian susunan protein dari sel bakteri menjadi terganggu, yang akan berakibat pada lolosnya makromolekul, dan ion dari sel. Sehingga sel bakteri menjadi kehilangan bentuknya, dan terjadilah lisis yaitu pecah atau rusaknya integritas membran sel dan menyebabkan keluarnya organel sel.

Uji swelling ratio

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil penyerapan hidrogel alginat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian *swelling ratio* hidrogel alginat dengan konsentrasi ikat silang CaCl₂ 3%.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian *swelling ratio* hidrogel alginat dengan konsentrasi ikat silang CaCl₂ 5%

Dari grafik hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap besarnya natrium alginat dan kalsium klorida yang diberikan, dapat dilihat bahwa nilai *swelling ratio* tertinggi diperoleh oleh penggunaan konsentrasi alginat 2% dan konsentrasi pengikat silang CaCl₂ 5%, menunjukkan nilai *swelling ratio* 4,6016 g H₂O/g Na Alginat. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan natrium alginat dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi optimum yang dapat digunakan sebagai hidrogel pada *textile wound dressing* dan konsentrasi pengikat silang CaCl₂ terbaik diperoleh dari konsentrasi pengikat silang CaCl₂ 5%.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendahnya konsentrasi alginat yang ditambahkan, hidrogel yang terbentuk memiliki potensi untuk menarik molekul air lebih besar dengan pembentukan ikatan hydrogen. Semakin besarnya konsentrasi alginat yang ditambahkan nilai *swelling ratio* semakin rendah, hal tersebut dikarenakan sedikitnya ikatan hydrogen yang dapat terbentuk dari ikatan silang natrium alginat dan kalsium klorida.

Penyerapan merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas *textile wound dressing*. Semakin tinggi penyerapan pada *textile wound dressing* menunjukkan semakin besar kemampuan *dressing* dalam menyerap darah, dan nanah pada luka, dan dapat membantu dalam mempercepat pembekuan darah, yang memberikan sifat yang baik dalam penyembuhan luka.

Uji sifat anti bakteri

Pengujian sifat anti bakteri dilakukan pada Laboratorium mikrobiologi Universitas Pendidikan Indonesia, dengan standard pengujian yang digunakan yaitu SNI ISO 20743 : 2011. Penentuan aktivitas antibakteri produk yang diproses penyempurnaan anti bakteri dilakukan menggunakan metode absorpsi. Pengujian sifat anti bakteri dilakukan terhadap dua jenis bakteri yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan beberapa tahap pengujian yaitu tahap preparasi, tahap pengujian dan tahap perhitungan.

Nilai anti bakteri yang didapatkan pada pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat kita lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai sifat anti bakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Variasi Konsentrasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
90 : 10	0,48	0,17
85 : 15	0,40	0,20
80 : 20	0,43	0,19
75 : 25	0,65	0,16

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat kita lihat bahwa penambahan ekstrak belimbing wuluh dalam hidrogel natrium alginat cukup berpengaruh dalam memberikan nilai sifat anti bakterinya, hal ini dapat terlihat jelas dengan nilai sifat anti bakteri yang terbaik pada perlakuan perbandingan larutan (75:25) yang memberikan nilai sifat anti bakteri 0,65 pada bakteri *Staphylococcus aureus*.

Bahan anti bakteri diartikan sebagai bahan yang mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri, sehingga bahan tersebut dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh bakteri. Cara kerja bahan anti bakteri antara lain dengan merusak dinding sel, merubah permeabilitas sel, mengubah molekul protein dan asam nukleat, menghambat kerja enzim, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein.

Ekstrak daun belimbing wuluh merupakan salah satu bahan yang memiliki kemampuan sebagai anti bakteri, dimana kandungan senyawa aktif ekstrak daun belimbing wuluh memiliki kemampuan dalam menghambat ataupun

membunuh bakteri. Beberapa kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam ekstrak diantaranya adalah flavonoid dan tanin. Flavonoid dapat berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Sebagian besar struktur dinding sel dan membran sitoplasma bakteri mengandung protein dan lipid. Ketidakstabilan pada dinding sel dan membran sitoplasma bakteri menyebabkan pengendalian susunan protein dari sel bakteri menjadi terganggu, yang akan berakibat pada lolosnya makromolekul, dan ion dari sel. Sel bakteri menjadi kehilangan bentuknya, dan terjadilah lisis. Begitupun dengan tanin seperti yang dikatakan oleh Mailoa *dkk.*, (2014)¹⁴ Senyawa tanin dapat menghambat bakteri dengan menghancurkan membran plasma bakteri yang terdiri dari 60% protein dan 40% lemak, yang biasanya dalam bentuk fosfolipid. Beberapa peneliti telah menyebutkan bahwa ekstrak belimbing wuluh, memiliki kemampuan dalam sifat anti bakterinya. Seperti yang ditunjukkan oleh Aryantini dan Sari, (2017)¹⁵ menyatakan dalam jurnalnya bahwa fraksi semi polar terstandar flavonoid dalam ekstrak daun belimbing wuluh dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Kemampuan ekstrak belimbing wuluh dalam menghambat pertumbuhan bakteri pun didukung oleh penelitian Hardian *dkk.*, (2016)¹⁶ yang menyatakan dalam jurnalnya, bahwa konsentrasi 20% ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi linn*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri sebesar 90,4% sehingga konsentrasi 20% ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi linn*) sebagai konsentrasi hambat minimum (KHM) terhadap bakteri *Enterococcus faecalis*.

Uji moisture vapour resistance

Untuk melihat kemampuan *dressing* dalam mempertahankan kelembabannya dilakukan pengujian terhadap besarnya nilai ketahanan kelembaban uap atau *moisture vapor resistance* (Ret) dengan menggunakan suatu alat yaitu *Sweating Guarded Hotplate*.

Ret atau nilai ketahanan uap suatu bahan diperoleh dengan mengalikan luas daerah penampang dan tekanan dibagi dengan daya yang digunakan. Semakin besar daya yang digunakan untuk mempertahankan suhu pada *chamber* maka semakin kecil nilai Ret yang didapatkan sedangkan dengan semakin sedikitnya daya yang digunakan dalam mempertahankan suhu pada *chamber* maka semakin besar nilai Ret yang didapatkan.

Hasil pengujian ketahanan kelembaban uap atau *moisture vapor resistance* dapat kita lihat pada Tabel 2. Dari hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata Ret pada kain blanko lebih besar

dibandingkan dengan nilai Ret pada sampel dengan nilai 1,9245 m²kPa/W, hal ini dikarenakan hidrogel merupakan struktur polimer yang dibentuk dengan adanya ikatan silang yang sederhana antara satu monomer atau lebih atau dibentuk dengan adanya ikatan hidrogen yang sederhana atau ikatan vanderwals yang kuat, dimana salah satu sifat dari hidrogel adalah memberikan efek pendinginan pada kulit.

Tabel 2. Nilai ketahanan uap air sampel kain blanko dan *coating hydrogel*

No	Ketebalan Coating Hidrogel (mm)	Nilai ketahanan uap air (Ret), m ² kPa/W				Standard deviasi, s
		Ret Bare plate	Ret Total	Ret Hidrogel	Rata - Rata	
1	Blanko	7,9611	10,0539	2,0928	1,9245	0,1460
			9,8096	1,8485		
			9,7932	1,8321		
2	1,026 ± 0,01	5,8966	7,3339	1,4373	1,3782	0,0560
			7,2680	1,3714		
			7,2225	1,3259		
3	3,01 ± 0,01	5,9087	7,6708	1,7621	1,6128	0,1411
			7,5034	1,5947		
			7,3904	1,4817		
4	5,022 ± 0,01	5,8966	7,6466	1,7500	1,6859	0,0599
			7,5728	1,6762		
			7,5280	1,6314		

Dalam pengujian *sweating guarded hot plate, chamber* dan *plate* dipertahankan suhunya agar memiliki suhu sebesar 35°C layaknya suhu tubuh manusia. Ketika sampel hidrogel dimasukkan dalam *chamber*, *chamber* mengalami penurunan suhu sebagai akibat efek pendinginan dari hidrogel, sedangkan *chamber* harus memiliki suhu yang tetap. Maka untuk mempertahankan suhu pada *chamber* sebesar 35°C dibutuhkan daya yang cukup besar. Besarnya nilai daya yang digunakan dalam mempertahankan kondisi *chamber* akan berpengaruh terhadap nilai Ret yang dihasilkan. Dari hal tersebut menunjukkan bahwa nilai blanko atau nilai kain *nonwoven* tanpa adanya hidrogel akan memberikan nilai ketahanan uap yang cukup besar dibandingkan dengan nilai ketahanan uap pada hidrogel.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, salah satu tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan *textile wound dressing* yang memiliki nilai ketahanan uap air yang besar, dengan harapan dengan nilai *moisture resistance* yang semakin besar menunjukkan bahwa hidrogel dapat memberikan kelembaban yang baik dan dengan kelembaban yang baik diharapkan dapat mempercepat penyembuhan luka, sehingga untuk mendapatkan nilai kelembaban yang baik dilakukan variasi terhadap ketebalan hidrogel alginat yang *dicoatingkan* pada kain non woven spunbond. Dari hasil penelitian yang ditunjukkan dalam Tabel 2, semakin besar nilai ketebalan suatu hidrogel semakin besar pula nilai ketahanan uap air, dan—semakin lembab kondisi dari hidrogel tersebut, sehingga pada daerah luka akan memberikan sifat penyembuhan luka yang

semakin cepat juga. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan suatu hidrogel dapat mempengaruhi tingkat kelembaban luka.

KESIMPULAN

Dalam sintesa hidrogel natrium alginat dan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai *wound dressing* konsentrasi penambahan kalsium klorida sangat berpengaruh terhadap pembentukan hidrogel sehingga sangat penting untuk diperhatikan, sedangkan penambahan konsentrasi natrium alginat dalam *textile wound dressing* akan berpengaruh terhadap daya penyerapannya. Semakin rendah konsentrasi yang digunakan akan memberikan nilai pengembangan yang semakin besar. Sedangkan semakin besar nya konsentrasi natrium alginat yang diberikan dalam pembentukan hidrogel akan memberikan nilai penyerapan yang semakin rendah. Kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak belimbing wuluh telah didapatkan positif melalui pengujian kualitatif mengandung berupa flavonoid, tanin, steroid, terpenoid dan kardiak glikosida. Selain sifat penyerapan dan sifat anti bakterinya, kemampuan hidrogel dalam mempertahankan nilai kelembaban atau nilai ketahanan uap air merupakan parameter utama dalam *textile wound dressing*.

PUSTAKA

1. Arca, H. Ç. & Şenel, S. Chitosan based systems for tissue engineering part II: Soft tissues. *Fabad J. Pharm. Sci.* **33**, 211–216 (2008).
2. Paul, W. & Sharma, C. P. *Advances in Wound Healing Materials: Science and Skin Engineering. Advances in Wound Healing Materials: Science and Skin Engineering* (2015).
3. Archana, D., Singh, B. K., Dutta, J. & Dutta, P. K. In vivo evaluation of chitosan-PVP-titanium dioxide nanocomposite as wound dressing material. *Carbohydr. Polym.* **95**, 530–539 (2013).
4. Kokabi, M., Sirousazar, M. & Hassan, Z. M. PVA-clay nanocomposite hydrogels for wound dressing. *Eur. Polym. J.* **43**, 773–781 (2007).
5. Lee, K. Y. & Mooney, D. J. Alginate: Properties and biomedical applications. *Prog. Polym. Sci.* **37**, 106–126 (2012).
6. Pereira, R. *et al.* Development of novel alginate based hydrogel films for wound healing applications. *Int. J. Biol. Macromol.* **52**, 221–230 (2013).
7. Augst, A. D., Kong, H. J. & Mooney, D. J. Alginate hydrogels as biomaterials. *Macromol. Biosci.* **6**, 623–633 (2006).
8. Pereira, R., Tojeira, A., Vaz, D. C., Mendes, A. & Bártolo, P. Preparation and characterization of films based on alginate and aloe vera. *Int. J. Polym. Anal. Charact.* **16**, 449–464 (2011).
9. Clark, M. Alginates in Dressings and Wound Management. 213–222 (2017) doi:10.1007/978-981-10-6910-9_8.
10. Prayogo, Rahardja, S. . & Putri, W. . Uji Potensi Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas salmonicida smithia* secara In Vitro. *J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.* **3**, 165–168 (2011).
11. Botany, L. & College, C. A Study on Phytochemical Constituents of *Averrhoa Bilimbi Linn* . Fruits Chinju Merin Abraham. 29–31 (2016).
12. Aning, Y. & Bambang, K. Optimasi Volume Pelarut Dan Waktu Maserasi Pengambilan Flavonoid Daun Belimbing Wuluh. *J. Tek. Kim.* **10**, 58–64 (2016).
13. Zhao, Y., Su, H., Fang, L. & Tan, T. Superabsorbent hydrogels from poly(aspartic acid) with salt-, temperature- and pH-responsiveness properties. *Polymer (Guildf).* **46**, 5368–5376 (2005).
14. Mailoa, M. N., Mahendradatta, M., Laga, A. & Djide, N. Antimicrobial Activities Of Tannins Extract From Guava Leaves (*Psidium Guajava L*) On Pathogens Microbial. *Int. J. Sci. Technol. Res.* **3**, 236–241 (2014).
15. Aryantini, D. & Sari, F. Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Aktif Terstandar Flavonoid dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L .*) Antibacterial Activity Assay of Standardized Active Fraction from Belimbing Wuluh Leaf (*Averrhoa Bilimbi L .*). 143–150 (2017).
16. Hardian, R., Astuti, N., Samadi, K. & Prasetyo, E. P. Daya Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi linn*) terhadap Bakteri *Enterococcus faecalis*. *Conserv. Dent. J.* **6**, 35–40 (2016).