

PENGGUNAAN MEMBRAN ALGINAT SEBAGAI PRODUK ALTERNATIF TEKSTIL MEDIS PEMBALUT LUCA PRIMER PADA KELINCI ALBINO JANTAN

Oleh : Theresia Mutia*, Ratu Safitri**, Rifaida Eriningsih*

*Balai Besar Tekstil , ** Mikrobiologi – Biologi UNPAD

Balai Besar Tekstil

Jl. A. Yani No. 390 Bandung Telp. 022.7206214-5 Fax. 022.7271288

E-mail : texirdti@bdg-centrin.net.id

Tulisan diterima : 8 Februari 2011 Selesai diperiksa : 12 April 2011

ABSTRAK

Untuk mengetahui apakah membran alginat dapat digunakan sebagai produk alternatif tekstil medis pembalut luka primer, maka telah dilakukan uji pre klinis untuk mengobati luka pada kulit kelinci albino jantan, sesuai dengan standar yang berlaku (*OCDC Guidelines for the testing of Chemicals, 404*). Percobaan dilakukan terhadap tiga ekor kelinci albino jantan, yaitu dengan melukai bagian kiri dan kanan punggung kelinci. Bagian kanan punggung kelinci ditempelkan pembalut luka yang kontak langsung dengan luka, sedangkan bagian kirinya tidak (sebagai kontrol). Adapun waktu pengamatannya adalah 1 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Dari hasil percobaan diketahui bahwa membran dapat mempercepat penyembuhan luka dan tidak menyebabkan iritasi kulit, bahkan setelah tiga hari hampir tidak terlihat adanya goresan bekas luka.

Kata kunci : membran alginat, tekstil medis pembalut luka, uji pre klinis, kelinci

ABSTRACT

To know the effectiveness of alginate membrane as an alternative product for primary wound dressing, the study has been done by pre clinical test to heal wound of rabbit's skin, according to the OCDC Guidelines for the testing of Chemicals, 404. The test has been done using 3 rabbits, by injuring the left and the right side of back rabbit's skin. Alginate membrane as a primary wound dressing was put only on the right side of rabbit's back skin, whereas the left side was used as a control. Observation times were 1 hour, 24 hours, 48 hours and 72 hours. The result of this study describes that alginate membrane can accelerate wound healing and not causes irritation skin; even after 3 days the scars of the wound were almost vanished.

Key words: alginate membrane, medical textile, wound dressing, pre clinical test, rabbit,

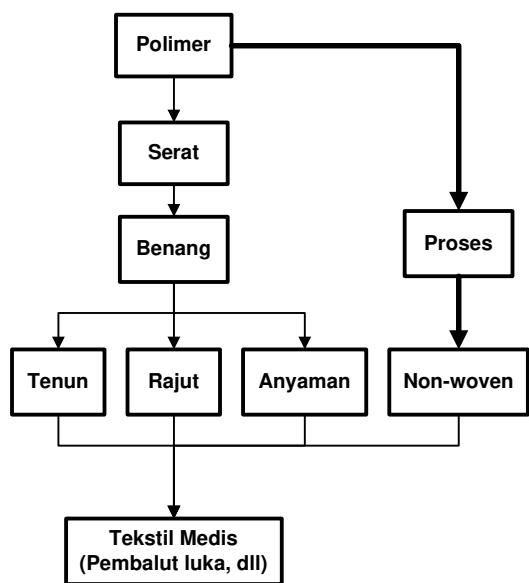
PENDAHULUAN

Tekstil medis, terutama pembalut luka saat ini semakin pesat perkembangannya [1]. Adapun serat alam yang penting digunakan untuk keperluan tersebut, antara lain berasal dari polisakarida, yaitu alginat, chitin dan chitosan, kolagen, kapas dan turunannya [1,2,3,4]. Produk pembalut luka yang umum digunakan berupa bahan komposit, terutama untuk *primary dressing* (pembalut utama) sebagai bahan absorben (*absorbent pad*) yang kontak dengan luka. Peranannya semakin besar, karena adanya krisis kesehatan global dengan semakin meningkatnya jumlah penderita dengan luka kronis [3].

Pada awalnya para ahli medis berpendapat bahwa penyembuhan luka akan sangat baik apabila luka dibiarkan tetap kering, agar dapat mencegah infeksi bakteri. Akibatnya sebagian besar luka dibalut oleh bahan kapas/rayon viscosa pada kondisi kering. Namun ternyata di awal tahun enam puluhan ditemukan konsep "*moist healing*", yaitu penyembuhan luka akan dipercepat apabila kondisi luka dipertahankan kelembabannya [5]. Oleh

karenanya diperlukan suatu pembalut ideal yang dapat melindungi luka, mengatur uap air/gas yang keluar dari luka, agar daerah sekitar luka menjadi lembab dan proses penyembuhan menjadi lebih cepat. Saat ini beragam pembalut luka tersedia untuk berbagai kepentingan medis/paska operasi. Fungsinya adalah melindungi luka terhadap infeksi, menyerap darah dan nanah, mempercepat penyembuhan dan beberapa diantaranya dapat mengobati luka. Produk tersebut mudah digunakan dan dilepaskan, sehingga tidak mengganggu/merusak jaringan sel baru yang baru tumbuh. Pembalut yang kontak dengan luka disebut sebagai *primary dressing* dan kemudian ditutup dengan *secondary dressing* (pembalut kedua/perban), baru kemudian dikencangkan dengan plester.

Primary dressing harus dapat menyerap cairan dari luka, menjaga suhu dan kelembaban disekitar luka, serta mampu mengatur uap air dan gas yang keluar dari luka, sehingga luka menjadi lembab dan penyembuhan menjadi lebih cepat [6]. Gambar 1 di bawah ini menerangkan pembuatan tekstil medis, termasuk pembalut luka [7].

**Gambar 1. Diagram Pembuatan Tekstil Medis**

Primary dressing memiliki beberapa persyaratan utama, yaitu harus bersifat nontoksik, tidak menyebabkan alergi, mudah disterilkan, mempunyai sifat mekanik yang memadai, kuat, elastis, dan *biocompatible* (kesesuaian alami) dengan tubuh [8]. "British Drug and Tariff" menggolongkan berbagai jenis pembalut luka menjadi: perban (*low adherence dressing*), kasa pembalut luka, *Dextranomer Paste Pad and Dressing*, pembalut luka berbahan dasar alginat/hidrokoloid/hidrogel, pembalut luka berperekat yang berpori, pembalut luka dari "*polyurethane foam*", pembalut luka dari "*zinc paste*" dan pembalut luka yang mengandung iodium. Produk-produk tersebut dapat digunakan sendiri-sendiri atau kombinasinya, bergantung pada jenis luka dan tingkat keparahan luka. Penggunaan lapisan absorben sebagai primary dressing yang berasal dari alginat terbukti berhasil di berbagai bidang medis dan operasi, karena dapat mempercepat penyembuhan luka secara nyata [3,8,9].

Alginat banyak terkandung dalam rumput laut coklat dan merupakan polisakarida alam yang terdiri residu asam β - d manuronat dan asam α - l guluronat [10]. Apabila pembalut luka dari alginat kontak dengan luka, maka akan terjadi interaksi dengan cairan yang keluar dari luka (*eksudat*), menghasilkan suatu gel natrium alginat. Gel ini bersifat hidrofilik, dapat ditembus oleh oksigen tetapi tidak oleh bakteri dan dapat mempercepat pertumbuhan jaringan baru. Produk tersebut mempunyai daya absorpsi tinggi, dapat menutup luka dan menjaga keseimbangan lembab di sekitar luka, mudah digunakan/dihilangkan, bersifat elastis, antibakteri dan nontoksik, sehingga membran alginat banyak digunakan untuk keperluan medis [3,10, 11,12].

Dari penelitian terdahulu, telah dihasilkan produk tekstil medis, antara lain benang bedah dari

chitosan [4], benang alginat [13] dan membran alginat [14]. Membran alginat tersebut ditujukan untuk keperluan medis, yaitu sebagai produk alternatif tekstil medis pembalut luka primer, karena memenuhi beberapa kriteria yang berlaku, yaitu berdaya absorpsi tinggi, sehingga dapat menyerap eksudat; berpori serta memiliki sifat fisik yang memadai. Pembalut luka berupa membran alginat tersebut, proses pembuatannya lebih sederhana dibandingkan produk konvensional yang berfungsi sama, karena tidak memerlukan peralatan seperti *Wet Spinning Machine*, *Needle Punch* atau *Carding Machine* dan *Pressure Roller* serta zat kimia sebagai zat aditif. Akan tetapi untuk diaplikasikan sebagai produk alternatif tekstil medis pembalut luka primer, masih harus dilakukan penelitian lanjutan, yaitu dengan menggunakan sebagai pembalut luka melalui uji pre klinis dengan menggunakan hewan percobaan. Hal ini dilakukan karena merupakan persyaratan yang harus dipenuhi sebelum dilakukan uji coba terhadap manusia [4,15,16]. Penelitian lanjutan ini dilakukan sesuai dengan persyaratan yang berlaku, dan dimulai dengan ekstraksi alginat dari rumput laut coklat yang berasal dari Pameungpeuk – Garut, dilanjutkan dengan pembuatan membran dan sterilisasi.

Uji pre klinis dilakukan sesuai dengan persyaratan, yaitu berdasarkan *OECD Guidelines for the testing of Chemicals, 404* [15,16]; dengan menggunakan 3 ekor kelinci albino jantan, karena kelinci merupakan salah satu jenis hewan yang struktur jaringan tubuhnya sesuai dengan manusia [4,15,16].

METODA PENELITIAN

Bahan

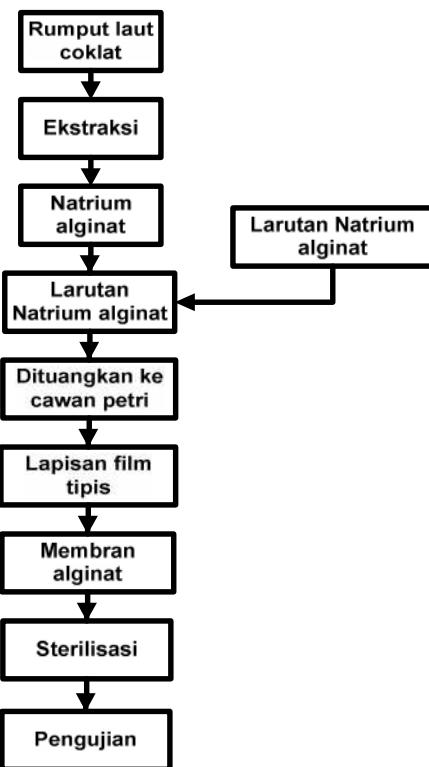
- Rumput laut coklat dari Pameungpeuk – Garut
- Aquades, soda kostik, soda abu, soda kue, asam klorida, kalsium klorida, alkohol
- Jarum suntik dari syringe 5 ml
- 3 ekor kelinci albino jantan (berat sekitar 5 Kg)

Peralatan

Peralatan gelas lengkap, cawan petri, neraca analitis, Hot plate, Magnetic stirrer, saringan (No. 140 = 0,106 mm), kertas saring, oven dan *Ionizer* (Alat untuk sterilisasi), kandang *restrainer* (kandang kelinci percobaan).

Pembuatan membran

Pembuatan membran alginat (Gambar 2) dilakukan dengan cara mengekstraksi alginat dari rumput laut coklat jenis *Sargassum Sp* (yang berasal dari daerah Pameungpeuk – Garut), dilanjutkan dengan membuat membran kalsium alginat dengan menggunakan kalsium klorida sebagai koagulan. Kondisi optimal untuk proses tersebut di atas disesuaikan dengan penelitian sebelumnya [13,14]. Adapun proses sterilisasi dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan alkohol 70% dan dengan alat *Ionizer*.

**Gambar 2. Pembuatan Membran Alginat****Uji pre klinis**

Uji ini dilakukan dengan bantuan dan bimbingan tenaga ahli dari Kelompok Keahlian Farmakologi – Farmasi Klinik – ITB. Percobaan dilaksanakan di dalam ruangan sterilisasi (*Laminar air flow*) dengan cara sebagai berikut:

Rambut pada punggung kelinci bagian kiri dan kanan dicukur. Proses *pendedahan* (melukai kulit dengan cara menggoresnya dengan syringe 5 ml) dilakukan dengan digores sepanjang 2 cm; 3 goresan pada 2 tempat punggung kiri dan kanan. Punggung kanan digunakan untuk sediaan uji dengan menempelkan contoh uji berupa membran berukuran 2 x 3 cm, punggung kiri digunakan sebagai kontrol. Selanjutnya membran tersebut ditutupi kain kasa, kemudian kain kasa diberi plester untuk mencegah terlepasnya kain kasa dari kulit. Seluruh badan kelinci kemudian dibungkus dengan kain pembalut untuk menutupi punggung kiri dan kanan. Satu jam setelah perlakuan, pembalut dibuka dan membran diangkat lalu dilakukan pengamatan terhadap adanya *eritema* (pemerahan) dan *edema* (pembengkakan). Selanjutnya membran ditempelkan kembali seperti prosedur di atas. Evaluasi pemerahan dan pembengkakan diulangi pada jam ke-24; 48 dan 72, menggunakan skala pada Tabel 1. Selama uji coba, kelinci tersebut disimpan di ruang pemeliharaan hewan (restrainer) pada suhu $24 \pm 2^\circ\text{C}$, dengan kelembaban relatif 70 – 80%. Pencahayaan adalah 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pakan konvensional dan air minum diberikan secara *ad libitum* (secukupnya).

Tabel 1. Sistem Skor Draize-FHSA [15]

Reaksi kulit	Skor
Pembentukan eritema dan luka dalam	
Tidak terbentuk eritema	0
Eritema yang sangat ringan	1
Eritema tampak jelas	2
Eritema sedang sampai parah	3
Eritema parah (warna merah keunguan) sampai pembentukan eschar ringan (luka dalam)	4
<i>Pembentukan edema</i>	
Tidak terbentuk edema	0
Edema yang sangat ringan	1
Edema ringan (bagian tepi area edema sangat jelas meninggi)	2
Edema sedang (tinggi tepi area edema naik ~ 1 mm)	3
Edema parah (tinggi tepi area edema naik > 1 mm dan meluas ke bagian yang lebih luar dari area pendedahan)	4

HASIL DAN PEMBAHASAN**Membran**

Pembalut luka alginat adalah produk kalsium alginat berupa membran (Gambar 3) yang sifat-sifat fisikanya dapat disesuaikan dengan tujuan akhir penggunaannya (end use) dengan cara mengatur kondisi proses. Hal tersebut diperoleh dari penelitian terdahulu, yaitu kekuatan tarik, tebal dan berat membran semakin meningkat dengan naiknya konsentrasi alginat, namun mulurnya semakin berkurang. Contohnya, untuk larutan alginat awal 5 g s/d 10 g, berat dan tebalnya semakin membesar, yaitu dari 0,098 g menjadi 0,211 g dan dari 0,09 mm menjadi 0,38 mm. Adapun kekuatan dan mulurnya semakin berkurang, yaitu dari 15,5 MPa menjadi 6,6 MPa dan dari 11% menjadi 3,87%. Selain itu, berat kering totalnya adalah sekitar 2% – 4% dari berat awal. Produk tersebut berdaya serap tinggi, yaitu 99% - 160% dalam waktu 2 s/d 12 menit [13]. Selanjutnya dari hasil analisa struktur mikro dengan menggunakan alat Scanning Electron Microscope (Gambar 4), diketahui membran memiliki pori-pori, sehingga memungkinkan udara untuk keluar masuk melalui media tersebut, sehingga apabila digunakan sebagai produk tekstil medis misalnya sebagai primary dressing, maka dapat berfungsi untuk meneruskan gas (oksigen dan lainnya) dari udara atau dari luka.

Oleh karena itu dalam pembuatan membran alginat ini, maka kondisi proses yang digunakan disesuaikan dengan persyaratan pembalut luka yang harus berdaya serap tinggi, berpori dan elastis, tetapi tidak harus mempunyai kekuatan yang tinggi, sehingga digunakan membran alginat yang berasal dari larutan alginat awal 7,5 gram. Adapun karakteristiknya disajikan pada Tabel 2. Setelah disterilkan, membran tersebut diharapkan dapat memenuhi kriteria sebagai pembalut luka primer,

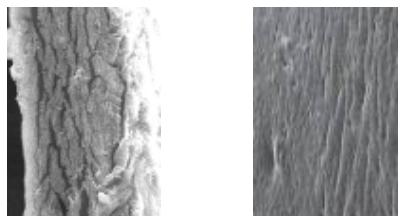
yaitu bersifat nontoksik, tidak menyebabkan iritasi, mempunyai sifat mekanik yang memadai, biodegradable dan biocompatible [4,8], sehingga dilanjutkan melalui uji pre klinis.



Gambar 3. Membran Alginat

Tabel 2. Karakteristik Membran Alginat

Kekuatan (MPa)	Mulur (%)	Ketebalan (mm)	Berat kering tetap (g)
9	8,25	0,21	0,13



**Gambar 4. Analisa Struktur Mikro
(SEM, perbesaran 2500 x)**

Uji pre klinis

Kulit manusia adalah sekitar 10% dari berat badan normal, dan berfungsi sebagai pengatur suhu tubuh/hilangnya air tubuh melalui keringat, tempat penyimpanan nutrisi untuk sementara, tempat sintesis vitamin, dan fungsi utamanya adalah untuk proteksi. Kebijakan lembaga-lembaga seperti FDA (*Food and Drug Administration*) dan EPA (*Environmental Protection Agency*) di Amerika Serikat, dan OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) dan EEC (*European Economic Community*) di Eropa secara internasional menunjukkan bahwa identifikasi bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi kulit dan perlindungan terhadap masyarakat dari pendedahan terhadap bahan-bahan kimia tersebut menduduki prioritas utama [15].

Percobaan ini menggunakan 3 ekor kelinci dan jalannya percobaan adalah sebagai berikut:

- Kelinci percobaan diletakkan dalam restrainer (Gambar 5a.), agar gerakannya terbatas dan percobaan di atas mudah dilakukan, kemudian dibawa ke ruang Laminar air flow.
 - Punggung bagian kiri dan kanan kelinci tersebut dicukur rambutnya (Gambar 5b.).
 - Pendedahan dengan syringe sepanjang 2 cm, 3 goresan pada 2 tempat punggung kiri dan kanan (Gambar 5c.).

- Punggung kanan digunakan untuk sediaan uji dengan menempelkan membran alginat berukuran 2 x 3 cm (yang telah disterilisasi dengan alkohol dan alat Ionizer), punggung kiri digunakan sebagai kontrol (Gambar 5d.).
 - Membran alginat ditutupi kain kasa sebagai secondary dressing, kemudian kain kasa diberi plester untuk mencegah terlepasnya kain kasa dari kulit (Gambar 5e.).
 - Satu jam setelah perlakuan, pembalut dibuka (Gambar 5f.), membran alginat diangkat dan dilakukan pengamatan terhadap adanya eritema (pemerahan) serta edema (pembengkakan).
 - Selanjutnya membran alginat di tempelkan kembali seperti prosedur di atas dan seluruh badan kelinci kemudian dibalut dengan perban untuk menutupi punggung kiri dan kanan (Gambar 5g. dan 5h.).
 - Untuk pengamatan berikutnya, maka kelinci tersebut diletakkan kembali dalam *restrainer* di ruang pemeliharaan hewan, dengan kondisi suhu $24\pm2^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban relatif 70% - 80%. Pencahayaan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pakan konvensional dan air minum diberikan secara ad libitum.
 - Evaluasi terhadap eritema dan edema diulangi pada jam ke-24; 48 dan 72, menggunakan skala pada Tabel 1 dan hasilnya disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 6 dan 7.

Tabel 3. Pengamatan Iritasi Kulit Kelinci

No	Pengamatan	Waktu Pengamatan (Jam)			
		1	24	48	72
1	Pembentukan eritema dan Eschar				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0
	Pembentukan edema				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0
2	Pembentukan eritema dan Eschar				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0
	Pembentukan edema				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0
3	Pembentukan eritema dan Eschar				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0
	Pembentukan edema				
	Sterilisasi dengan alkohol	0	0	0	0
	Sterilisasi dengan <i>Ionizer</i>	0	0	0	0

Keterangan : n = 3 ekor kelinci



Gambar 5. Foto Jalannya Percobaan

Dari hasil uji yang disajikan pada Tabel 3 diketahui bahwa setelah pen+gamatan 1 jam, punggung ketiga kelinci pada bagian uji (baik untuk yang disterilisasi menggunakan alkohol maupun yang diionisasi) tidak memperlihatkan terbentuknya eritema maupun edema dan sebanding dengan kontrol (punggung kiri). Disamping itu pada bagian

yang ditempeli dengan membran alginat menunjukkan perbaikan pada bekas goresan, jaringan lebih menutup yang menunjukkan adanya efek membran terhadap luka. Kondisi yang sama ditemukan ketika pengamatan diulang kembali pada jam ke - 24, 48 dan 72 setelah perlakuan, bahkan setelah 72 jam (3 hari) goresan bekas luka hampir tidak terlihat lagi.



Keterangan pengamatan goresan :
 a = setelah ditempeli membran pada hari ke-1
 b = setelah ditempeli membran pada hari ke-2
 c = setelah ditempeli membran pada hari ke-3

Gambar 6. Pengamatan Goresan Luka (Perbandingan Goresan)



Gambar 7. Perbandingan Goresan Antara Kontrol dengan yang Ditutupi Membran

Dari hasil percobaan ini diketahui penggunaan membran alginat yang berbeda cara sterilisasinya, memberikan hasil uji yang relatif sama, yaitu membran dapat mempercepat penyembuhan luka dan tidak menyebabkan iritasi

kulit, sehingga produk tersebut aman untuk digunakan. Seperti halnya benang bedah dari chitosan, hal tersebut semua berkaitan dengan sifat kimia dan biologi dari bahan baku yang digunakan untuk keperluan medis [4], alginatpun mempunyai sifat kimia dan fisika yang sesuai untuk keperluan tersebut [10, 12]. Sifat kimia alginat antara lain yaitu: merupakan polimer polisakarida dari asam manuronat dengan berat molekul rata-rata 15000, mempunyai viskositas mulai dari yang rendah sampai tinggi, dapat membentuk gel dengan kation rangkap (kalsium/magnesium), stabil terhadap asam dan basa pada waktu yang singkat dan pada suhu ruangan, akan terdepolimerisasi pada kondisi tertentu ($\text{pH} < 2$ atau > 9 , dengan suhu 80°C), pada suhu kamar larut pada $\text{pH} 5 - 10$, larut dalam air lunak dan mengendap dalam air sadah. Adapun sifat biologinya adalah merupakan polimer alam, aman dan tidak beracun, biodegradable pada unsur tubuh yang normal, berdaya serap tinggi, anti karsinogenik, antibakteri dan biocompatible. Beberapa sifat kimia dan biologi tersebut sesuai dengan persyaratan pembalut luka [12]. Membran alginat hasil penelitian ini juga mudah disterilkan dan dari penelitian terdahulu diketahui bahwa pembalut luka alginat ini ternyata bersifat anti bakteri (bukan merupakan media pertumbuhan bagi bakteri), karena bakteri tidak dapat tumbuh pada produk tersebut [18]. Oleh karenanya produk ini sesuai apabila ditujukan untuk keperluan medis.

Selain itu, dari Gambar 6 dan 7 diketahui bahwa setelah ditempel membran alginat selama 72 jam (3 hari), tidak terlihat adanya kelainan kulit berupa peradangan ataupun pembengkakkan, bahkan terlihat adanya penyembuhan luka, jika dibandingkan dengan kontrol. Bagian kontrol, masih terlihat luka, kemerahan dan peradangan, sedangkan yang ditempel membran tidak tampak kondisi tersebut, bahkan setelah tiga hari hampir tidak terlihat adanya goresan bekas luka. Dengan demikian membran alginat dapat mempercepat penyembuhan luka dan tidak menyebabkan iritasi kulit, sehingga aman untuk digunakan.

Iritasi kulit sendiri merupakan peradangan setempat dan aplikasi dari beberapa bahan kimia secara langsung dapat merusak jaringan kulit, menimbulkan peradangan pada kulit di tempat bahan kimia tersebut diaplikasikan. Bahan kimia penyebab peradangan yang menimbulkan kerusakan jaringan disebut sebagai bahan kimia korosif. Bahan kimia dapat mengganggu fungsi sel dan menyebabkan peningkatan aliran darah, meningkatkan permeabilitas pembuluh darah, menyerang sel-sel darah putih di area tersebut, atau secara langsung merusak sel. Efek tambahan adalah ditimbulkannya peradangan kulit setempat. Walaupun tidak semua bahan kimia memenuhi semua kriteria sebagai mediator iritasi kulit, tetapi beberapa bahan kimia diketahui secara pasti sebagai mediator beberapa reaksi iritasi. Bahan kimia yang menyebabkan peradangan akibat pendedahan tunggal disebut iritan akut. Beberapa bahan kimia tidak menyebabkan

iritasi akut akibat pendedahan tunggal, tetapi menyebabkan peradangan setelah aplikasi berulang pada area kulit yang sama. Iritasi kumulatif dari pendedahan berulang ini disebut kelelahan kulit [15,16].

Dari percobaan di atas diketahui bahwa setelah 3 hari hampir tidak terlihat adanya goresan bekas luka. Produk ini mudah ditempelkan pada luka serta mudah pula dilepaskan, sehingga tidak mengganggu/merusak sel baru yang baru tumbuh. Selain itu apabila terjadi kontak dengan jaringan tubuh, alginat dapat terurai menjadi gula sederhana yang dapat diabsorpsi oleh tubuh. Oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa membran alginat merupakan bahan baku yang sesuai untuk produk alternatif tekstil medis pembalut luka primer, karena ternyata mampu mempercepat penyembuhan luka dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan ini diperoleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Penggunaan membran alginat yang berbeda cara sterilisasinya, memberikan hasil uji yang relatif sama.
2. Membran alginat tidak menyebabkan kemerahan ataupun pembengkakkan, bahkan setelah 3 hari hampir tidak terlihat adanya goresan bekas luka.
3. Membran tersebut tidak menyebabkan iritasi kulit, bahkan dapat mempercepat penyembuhan luka.
4. Membran hasil percobaan ini sesuai untuk keperluan medis, yaitu sebagai produk alternatif tekstil medis pembalut luka primer.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Elin Yulinah Sukandar dan stafnya, dari Kelompok Keahlian Farmakologi – Farmasi Klinik Sekolah Farmasi ITB yang telah menyediakan fasilitas dan membimbing serta bersama-sama melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Edward, J.V., et. al., "The Future of Modified Fibres", Southern Regional Research center, New Orlean, 2006.
2. Edward, J.V., et. al., "Modified Cooton Gauze Dressing that Selectively Absorb Neotrophil Protease Activity in Solution", *Carbohydrate Polymer*, 2002, 50, p. 305 – 314.
3. Anonimous, "Antimicrobial Alginates Dressing Protects the Wound with Silver", Devices Technology, Published : 13 April 2004, <http://www.jnj.com/exit>
4. Wiwin Winiati, "Pemanfaatan Benang Chitosan Sebagai Benang Bedah pada Kucing", *Arena Tekstil*, Vol. 23.No. 1., Oktober, 2008

5. Hinman, C.D. " Effect of Air Exposure and Occlusion on Experimental Human Skin Wounds", *Nature*, 1963, 200, 377.
 6. Rajendran, et. al., "Contribution of Textile to Products and Developing Innovative Medical Devices, Medical and Health Care", *Indian Journal of Fiber and Textile Research*, Vol. 3, 2006, p. 215-229
 7. Walker, V., "Proceeding of medical Textile Conference", Bolton institute, U.K.Publishing Co., Cambridge, 1999.
 8. Morgan, D., "Wounds – What Should a Dressing Formulary Include", *Hosp. Pharm.*, 2002, 9, 261-266.
 9. Edward, J.V., "et.al., "Human Neutrophil Protease Inhibition with A Novel Cotton-Alginate Wound Dressing Formulation", *J. Biomed. Mater. Res.*, 2003, 433-440
 10. Mury, J.M. , et.al, "Alginate fibers", *Biodegradable and Sustainable fibers* edited by R.S. Black Burn, Woodhead, Manchester, 2005
 11. Ishikawa K ., "Self-setting Barrier Membrane for Guided Tissue Regeneration Method", *J. Biomed. Mater. Res.*, 1999, Vol. 47, No.2, pp. 111-115 (22 ref.)
 12. Thomas, A, et.al., "Alginates from Wound Dressing Activate Human Macrophages to Secrete Tumor Nectrosis Factor - Alpha, *Biomaterials*, 2000, 21, 1797 – 1802.
 13. Theresia Mutia, dkk., "Rumput Laut Coklat Sebagai Bahan Baku Kasa Pembalut Luka", *Arena Tekstil*, Vol. 24. No. 1, Balai Besar Tekstil, Bandung, Agustus, 2009.
 14. Theresia Mutia, "Pembuatan dan Karakteristik Membran Alginat dari Rumput Laut Coklat sebagai Produk Alternatif Tekstil Medis Pembalut Luka Primer", *Arena Tekstil*, Vol. 25, No. 2, Balai Besar Tekstil, Bandung, 2010.
 15. Anonimous, "OECD Guideline for the Testing of Chemical's", 404: Acute Skin Irritation/Corrosion, April , 2002
 16. Hayes, A.W., "Principles and Methods of Toxicology", 2nd edition, Raven Press, Ltd., New York. 1989
 17. Bello, Y.M., et.al., "Recent Advance in Wound Healing". *JAMA*, 2000, 283 (6), 716-718.
 18. Theresia Mutia, "Potensi Anti Mikroba dari Membran Alginat sebagai Pembalut Luka Primer", Balai Besar Tekstil, Bandung, 2009.
-