

## **Pengaruh *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Film Penutup Luka Kitosan-Tripolifosfat yang Mengandung Asiatikosida**

### **(The Effect of Plasticizer Glycerol and Sorbitol on the Characteristics of Chitosan-Tripolyphosphate Films Dressing Containing Asiaticoside)**

YUNI ANGGRAENI\*, FARIDA SULISTIAWATI, DWI NUR ASTRIA

**Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta, Ciputat Timur, Tangerang Selatan, 15412**

**Diterima 30 Oktober 2015, Disetujui 19 Agustus 2016**

**Abstrak:** *Plasticizer* seringkali ditambahkan ke dalam formula suatu film untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Film penutup luka kitosan-tripolifosfat yang mengandung asiatikosida telah dibuat dengan menggunakan gliserol dan sorbitol sebagai *plasticizer*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh komposisi dan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan sorbitol terhadap karakteristik film yang dihasilkan. Film dibuat sebanyak lima belas formula dengan variasi komposisi dan konsentrasi *plasticizer*. *Plasticizer* terdiri dari gliserol dan sorbitol dengan rasio 100:0 (formula A); 75:25 (formula B); 50:50 (formula C); 25:75 (formula D); dan 0:100 (formula E). Konsentrasi *plasticizer* yang digunakan adalah 40%, 60% dan 80% v/b dari berat kitosan. Film yang dihasilkan dievaluasi meliputi stabilitas fisik, ketebalan, laju transmisi uap air, penyerapan lembab, kapasitas retensi air, uji pelipatan, kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Hasilnya menunjukkan bahwa komposisi dan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan sorbitol berpengaruh secara bermakna terhadap ketebalan, kekuatan tarik dan perpanjangan putus film yang dibuat ( $p < 0,05$ ) dan pengaruhnya tidak bermakna terhadap laju transmisi uap air dan kapasitas retensi air ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan karakteristik film di atas, formula C dengan konsentrasi *plasticizer* 60% dan 80% dapat dilanjutkan untuk membuat film penutup luka kitosan-tripolifosfat yang mengandung asiatikosida.

**Kata kunci:** *Plasticizer*, kitosan, tripolifosfat, penutup luka, asiatikosida.

**Abstract:** Plasticizers are often added to formula of a film to improve its mechanical properties. Chitosan-tripolyphosphate films dressing containing asiaticoside have been prepared using glycerol and sorbitol as a plasticizer. The purpose of this research was to study the affect of composition and concentration of glycerol and sorbitol as a plasticizer on the characteristics of the films. The films were made in fifteen formulas with variations in composition and concentration of plasticizers. Plasticizers composed of glycerol and sorbitol with ratio 100:0 (formula A), 75:25 (formula B), 50:50 (formula C), 25:75 (formula D) and 0:100 (formula E). The concentrations of plasticizers in formula were 40%, 60% and 80% v/w of chitosan weight. The films were evaluated for physical stability, thickness, water vapor transmission rate, moisture absorption, water retention capacity, folding test, tensile strength and elongation at break. The results showed that the composition and concentration of plasticizer glycerol and sorbitol significantly affect on thickness, tensile strength and elongation at break of the film ( $p < 0.05$ ), and no significantly affect on rate of water vapor transmission and water retention capacity of the film ( $p > 0.05$ ). Formula C with 60% and 80% of plasticizer concentration can be continued for producing chitosan-tripolyphosphate film dressing containing asiaticoside.

**Keywords:** Plasticizer, chitosan, tripolyphosphate, dressing, asiaticoside.

## PENDAHULUAN

PENUTUP luka modern telah banyak dikembangkan dari biomaterial polimer seperti gelatin, kolagen, alginat dan kitosan yang dapat dikombinasikan dengan bahan aktif yang membantu mempercepat proses penyembuhan luka, mencegah infeksi dan komplikasi. Kitosan merupakan salah satu polimer yang cukup banyak diteliti sebagai penutup luka sekaligus media penghantaran obat<sup>(1)</sup>. Kitosan merupakan biopolimer yang mampu mempercepat penyembuhan luka serta memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai bakteri termasuk bakteri gram positif dan gram negatif<sup>(2)</sup>.

Sebagai penutup luka, kitosan dapat dibuat dalam bentuk film. Film kitosan yang digunakan sebagai penutup luka harus memiliki sifat tahan terhadap tekanan, fleksibel, lentur dan elastis<sup>(3)</sup>. Sifat mekanik film kitosan dapat diperbaiki dengan menyambung silang kitosan dengan tripolifosfat<sup>(4)</sup>, sedangkan fleksibilitas film kitosan dapat diperbaiki dengan menambahkan *plasticizer*<sup>(5)</sup>. Selain itu, *plasticizer* ditambahkan ke sistem polimer untuk meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air dan zat terlarut serta meningkatkan elastisitas film<sup>(6)</sup>.

*Plasticizer* yang umum digunakan adalah jenis poli-ol seperti sorbitol dan gliserol karena kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen internal<sup>(7)</sup>. Film gelatin dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol menghasilkan film dengan sifat mekanik, viskoelastis dan permeabilitas uap air yang menengah dibandingkan dengan film *plasticizer* gliserol atau sorbitol saja<sup>(8)</sup>. Film pati amilosa dengan *plasticizer* campuran sorbitol dan gliserol menunjukkan stabilitas yang lebih besar pada penyimpanan selama sembilan bulan dibandingkan film dengan *plasticizer* poliol secara terpisah<sup>(9)</sup>. Pada umumnya meningkatkan konsentrasi *plasticizer* dalam larutan pembentuk film menghasilkan sebuah film yang lebih elastis dengan mengurangi interaksi antara rantai biopolimer<sup>(8)</sup>.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh komposisi dan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan sorbitol terhadap karakteristik film penutup luka kitosan-tripolifosfat yang mengandung asiatikosida. Asiatikosida ini merupakan komponen utama dari ekstrak pegagan yang telah diidentifikasi sebagai senyawa paling aktif yang terkait dengan penyembuhan luka<sup>(10)</sup>.

## BAHAN DAN METODE

**BAHAN.** Kitosan dengan derajat deasetilasi > 85% (PT. Biotech Surindo), sodium tripolifosfat (NaTPP) (Wako-Japan), natrium hidroksida (NaOH) (PT.

Brataco), asam laktat (PT. Brataco), gliserol (PT. Brataco), sorbitol (PT. Brataco), asiatikosida (Xi'an Guanyo Bio-tech, Cina).

**METODE. Pembuatan Film.** Sebanyak 25 mL larutan kitosan 1% b/v dalam asam laktat 1% dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian dilakukan pengadukan menggunakan pengaduk magnetik. Setelah itu, larutan NaTPP 0,1% ditambahkan tetes demi tetes sebanyak 30 mL, dan pH sistem diatur sampai pH 5 menggunakan NaOH 0,1 N. Sejumlah *plasticizer* sesuai dengan yang tertera pada Tabel 1 dan 50 mg asiatikosida ditambahkan ke dalam campuran di atas dan diaduk hingga homogen. Campuran dituang ke dalam cetakan dengan ukuran alasnya 6 x 6 cm<sup>2</sup> (setelah gelembungnya dihilangkan) dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C selama 40 jam, kemudian disimpan dalam wadah kedap yang berisi silika selama 4 hari (tercapai bobot yang konstan).

**Evaluasi Stabilitas Fisik.** Semua sampel film disimpan dalam wadah tertutup dengan silika selama 3 minggu. Dilakukan evaluasi secara visual pada awal penyimpanan dan setelah disimpan selama 3 minggu.

**Evaluasi Sifat Fisik. Ketebalan.** Ketebalan film diukur dengan digimatik mikrometer (Mitutoyo Corporation, Japan) di sembilan titik pada masing-masing film<sup>(11)</sup>.

**Laju Transmisi Uap Air.** Laju transmisi uap air dievaluasi menggunakan prosedur yang dipakai Pranoto (2007) dengan modifikasi. Sebuah botol coklat berisi silika sebanyak 30 g (RH 0%, tekanan uap air 0 kPa) ditutup dengan film yang diujikan, dan selanjutnya diletakkan dalam desikator berisi aquadest. Suhu lingkungan diatur 25±1°C dan kelembaban relatif 90%±5% dalam desikator. Bobot awal botol dihitung setelah semua sampel berada di dalam desikator selama 24 jam dengan suhu lingkungan dan kelembaban relatif tersebut. Penambahan bobot botol diukur setiap interval 3 hari selama 9 hari (sampai kecepatan penambahan berat konstan diperoleh dengan regresi linier  $r = \pm 0,9999$ ). Laju transmisi uap air dihitung sebagai berikut<sup>(12)</sup>:

dengan film yang diujikan, dan selanjutnya diletakkan dalam desikator berisi aquadest. Suhu lingkungan diatur 25 ± 1°C dan kelembaban relatif 90% ± 5% dalam desikator. Bobot awal botol dihitung setelah semua sampel berada di dalam desikator selama 24 jam dengan suhu lingkungan dan kelembaban relatif tersebut. Penambahan bobot botol diukur setiap interval 3 hari selama 9 hari (sampai kecepatan penambahan berat konstan diperoleh dengan regresi linier  $r = \pm 0,9999$ ). Laju transmisi uap air dihitung sebagai berikut<sup>(12)</sup>:

Laju transmisi uap air ( g/m<sup>2</sup>.hari) = (( $\Delta w$ ))/(A.( $\Delta t$ ))  
Dimana,  $\Delta w$  adalah selisih berat air diserap dalam

**Tabel 1. Komposisi dan konsentrasi *plasticizer* dalam formula film.**

Formula	<i>Plasticizer</i>	
	Komposisi	Konsentrasi*
A1		40%
A2	Gliserol	60%
A3		80%
B1		40%
B2	Gliserol : Sorbitol 3 : 1	60%
B3		80%
C1		40%
C2	Gliserol : Sorbitol 1 : 1	60%
C3		80%
D1		40%
D2	Gliserol : Sorbitol 1 : 3	60%
D3		80%
E1		40%
E2	Sorbitol	60%
E3		80%

\*Konsentrasi *plasticizer* terhadap berat kering kitosan dalam formula.

botol selama waktu  $\Delta t$  (g), A adalah luas permukaan film diuji ( $m^2$ ),  $\Delta t$  adalah waktu perubahan berat (hari).

**Penyerapan Lembab.** Penyerapan air isoterm ditentukan dengan metode Bourtoom (2008) dengan sedikit modifikasi. Film ditempatkan pada kelembaban lingkungan yang terkontrol dan suhu yang konstan sampai tercapainya kesetimbangan. Setelah pengeringan pada suhu  $75^\circ C$  selama 24 jam, film ditempatkan dalam desikator dengan suhu lingkungan  $25 \pm 1^\circ C$  pada berbagai kelembaban relatif di atas larutan garam. Kelembaban relatif tersebut antara lain 64% RH (natrium bromida), 77% RH (natrium klorida), 87% RH (kalium klorida) dan 95% RH (dinatrium hidrogen fosfat). Percobaan dilakukan dengan menggunakan film  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  yang ditempatkan dalam desikator hingga mencapai berat konstan<sup>(11)</sup>.

$$\text{Penyerapan lembab (\%)} = ((M - M_0) / M_0) \times 100$$

Dimana, M adalah berat dari setiap film setelah dikondisikan pada kelembaban relatif tertentu dan  $M_0$  adalah berat awal kering film.

**Kapasitas Retensi Air.** Film dikembangkan selama 24 jam dalam larutan dapar fosfat 7,4 dan film yang sudah mengembang disentrifugasi pada 4000 rpm selama 5 menit untuk mengeluarkan kelebihan air dan ditimbang. Berat ini dianggap sebagai berat basah dari film ( $W_1$ ). Selanjutnya, film dikeringkan pada oven dengan suhu  $105^\circ C$  sampai berat konstan tercapai.

Film kering ditimbang dan dianggap sebagai berat kering ( $W_0$ )<sup>(13)</sup>. Kapasitas retensi air dari film dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ Kapasitas retensi air} = ((W_1 - W_0) / W_0) \times 100$$

**Evaluasi Sifat Mekanik. Uji Pelipatan.** Uji pelipatan ditentukan dengan berulang kali melipat film di tempat yang sama sampai film tersebut patah. Pelipatan film dilakukan maksimal sebanyak 300 kali. Jumlah dari berapa kali film bisa dilipat di tempat yang sama tanpa berhenti merupakan nilai dari ketahanan lipat film<sup>(14)</sup>.

**Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Putus.** Film dibuat 5 *dumb bell* dengan pisau cetak *Dumb Bell Ltd* (Saitama – Japan dengan standar ASTM-D 1822-1). Setelah itu diukur ketebalannya dengan mikrometer kemudian diuji kekuatan tarik dan perpanjangan putus dengan alat *tensile strength and elongation tester* (Stograph R1 Toyoseiki – Japan) dan hasilnya diperoleh pada kertas grafik<sup>(15)</sup>.

$$\text{Kekuatan tarik (N/mm}^2\text{)} = (\text{Gaya Tempo Interaktif (N)} / (\text{Luas Penampang Sampel (mm}^2\text{)}))$$

$$\text{Perpanjangan putus (\%)} = (\text{Penambahan panjang (cm)} / (\text{Panjang asli (cm)})) \times 100$$

Di mana, luas penampang sampel ( $mm^2$ ) adalah [lebar film uji (mm)] x [ketebalan film uji (mm)], penambahan panjang adalah panjang di titik puncaknya (cm) - panjang asli (cm).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Evaluasi Stabilitas Fisik.** Secara visual film yang terbentuk dari semua formula berwarna kuning transparan dan lembut. Peningkatan konsentrasi dari masing-masing *plasticizer* menyebabkan film menjadi lebih lentur seperti yang dilaporkan oleh Guillen *et al.* (2008), bahwa dengan meningkatkan konsentrasi *plasticizer* dalam larutan pembentuk film menghasilkan sebuah film yang lebih elastis karena berkurangnya interaksi antar rantai biopolimer. Namun, dengan penambahan komposisi sorbitol menyebabkan film menjadi kaku dan rapuh<sup>(8)</sup> seperti pada film dengan formula D1, D2, D3, E1, E2 dan E3. Setelah penyimpanan selama 3 minggu, film dengan komposisi *plasticizer* gliserol yang lebih besar memiliki stabilitas fisik yang buruk. Dapat dilihat bahwa pada awal penyimpanan film, formula A2, A3 dan B3 permukaan filmnya basah dan setelah penyimpanan 3 minggu, formula A1, B1 dan B2 permukaan filmnya juga menjadi basah. Hal tersebut dikarenakan terjadinya migrasi dari *plasticizer* gliserol

pada permukaan film seperti yang dilaporkan oleh Krogars (2003)<sup>(9)</sup>. Film dengan sifat yang kaku, rapuh dan basah pada permukaannya menyebabkan ketidaknyamanan pada pasien karena sebuah film penutup luka yang ideal haruslah memiliki sifat elastis, mudah dan nyaman saat digunakan ataupun dilepas dan dapat diterima secara kosmetika<sup>(16)</sup>.

**Evaluasi Sifat Fisika. Ketebalan.** Ketebalan film yang dihasilkan kurang homogen karena sangat dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dari oven. Film dengan komposisi *plasticizer* gliserol yang besar menghasilkan film dengan ketebalan yang lebih besar seperti yang terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisa statistik, terdapat perbedaan ketebalan film yang signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap komposisi *plasticizer* antara formula A dengan B, C, D dan E. Hal tersebut dikarenakan viskositas dari *plasticizer* gliserol lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas dari *plasticizer* sorbitol sehingga film dengan komposisi gliserol yang lebih besar menghasilkan film yang lebih tebal. Selain itu, seiring meningkatnya konsentrasi *plasticizer* maka semakin besar pula ketebalan film yang dihasilkan. Berdasarkan analisa statistik terdapat perbedaan ketebalan film yang signifikan ( $p < 0,05$ ) antara konsentrasi *plasticizer* formula A1 dengan A2 dan A3, formula A2 dengan A3, formula B1 dengan B3 dan formula B2 dengan B3. Namun, untuk penutup luka tidak terdapat syarat khusus untuk ketebalannya. Semuanya disesuaikan dengan fungsi dan tujuan penggunaan penutup luka tersebut.

**Laju Transmisi Uap Air.** Laju transmisi uap air adalah faktor yang penting pada sebuah penutup luka dalam transmisi cairan tubuh atau eksudat luka<sup>(16)</sup> yang digunakan dalam mengontrol kelembaban dan gas untuk membantu dalam penyembuhan luka<sup>(17)</sup>. Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas area film. Laju transmisi uap air yang dihasilkan adalah pada kisaran 716,8 - 770,8 g/m<sup>2</sup>/hari seperti yang terlihat pada Tabel 2. Terjadi peningkatan laju transmisi uap air seiring dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* dalam film. Namun, perbedaan tersebut tidak signifikan ( $p > 0,05$ ).

Penutup luka yang ideal harus mengontrol kehilangan uap air dari luka pada tingkat yang optimal. Menurut Lou (2008), kehilangan uap air untuk kulit normal adalah 700-1200 g/m<sup>2</sup> per hari, sedangkan untuk kulit terluka berkisar dari 800-1300 g/m<sup>2</sup> per hari dan derajat luka bakar ketiga bisa sampai 10000 g/m<sup>2</sup> per hari untuk granulasi luka. Direkomendasikan bahwa nilai dari laju transmisi uap air berada pada kisaran 5000 g/m<sup>2</sup> per hari, yang berada di kisaran pertengahan nilai kehilangan uap air dari kulit yang luka sehingga akan memberikan tingkat kelembaban

**Tabel 2. Sifat fisik film yang dihasilkan.**

Formula	Tebal (µm)	WVTR* (g/m <sup>2</sup> /hari)	Kapasitas retensi air (%)
A1	128 ± 3	716,8 ± 39,6	535 ± 27
A2	144 ± 4	754,0 ± 10,6	597 ± 37
A3	162 ± 3	770,8 ± 12,1	592 ± 20
B1	122 ± 4	726,4 ± 16,6	625 ± 36
B2	131 ± 3	740,2 ± 32,8	644 ± 35
B3	141 ± 5	752,9 ± 12,1	570 ± 39
C1	121 ± 10	718,6 ± 14,4	638 ± 21
C2	128 ± 2	739,7 ± 48,8	631 ± 25
C3	134 ± 7	755,1 ± 17,9	627 ± 41
D1	121 ± 3	723,8 ± 8,1	630 ± 18
D2	126 ± 8	731,5 ± 6,1	658 ± 13
D3	132 ± 1	755,6 ± 22,6	662 ± 18
E1	119 ± 12	718,1 ± 1,9	558 ± 5
E2	126 ± 5	719,1 ± 23,4	578 ± 34
E3	127 ± 6	738,8 ± 4,5	628 ± 35

\*WVTR= *water vapor transmission rate* (laju transmisi uap air)

yang cukup tanpa menimbulkan risiko dehidrasi pada luka<sup>(18)</sup>. Menurut Gupta (2010), tingkat kehilangan air pada suhu permukaan 35 °C dari kulit normal adalah 204±12 g/m<sup>2</sup> per hari, sedangkan untuk kulit terluka berkisar dari 279±26 g/m<sup>2</sup> per hari dan luka bakar tingkat pertama berkisar 5138 ± 202 g/m<sup>2</sup> per hari untuk luka granulasi. Dengan demikian kehilangan air dari kulit yang terbakar parah bisa sampai 20 kali lebih besar daripada kulit yang normal. Direkomendasikan 2000-2500 g/m<sup>2</sup> kehilangan air per hari dari kulit yang terluka, karena hal ini akan memberikan kelembaban yang cukup tanpa menimbulkan risiko dehidrasi pada luka<sup>(16)</sup>.

Tidak ada nilai laju transmisi uap air yang ideal untuk penutup luka, semuanya disesuaikan dengan fungsi dan tujuan penggunaan penutup luka tersebut. Nilai dari laju transmisi uap air tidak boleh begitu tinggi karena akan menyebabkan kondisi kering di daerah luka. Di sisi lain, jika nilai laju transmisi uap air sangat rendah maka akan membuat akumulasi eksudat yang dapat menyebabkan perlambatan proses penyembuhan dan membuka risiko pertumbuhan bakteri<sup>(16)</sup>.

**Penyerapan Lembab.** Hubungan antara kelembaban relatif dan % penyerapan lembab (pada suhu konstan) dijelaskan oleh kelembaban isotherm. Waktu untuk mencapai kesetimbangan kelembaban adalah sekitar 3 hari. Kelembaban film meningkat pada kelembaban relatif yang semakin tinggi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hal tersebut dikarenakan semua komposisi bahan yang digunakan

dalam pembuatan film antara lain kitosan, sodium tripolifosfat (NaTPP) dan natrium hidroksida (NaOH) memiliki sifat higroskopis.

Selain itu, baik gliserol ataupun sorbitol yang digunakan sebagai *plasticizer* juga memiliki sifat hidrofilik yang mampu melonggarkan struktur film. Hal tersebut menyebabkan semua formula film memiliki sifat higroskopis, sehingga ditempatkan pada wadah yang berisi silika dengan kelembaban relatif yang rendah. Berdasarkan analisa statistik, peningkatan konsentrasi *plasticizer* memberikan perbedaan penyerapan lembab yang tidak signifikan ( $p > 0,05$ ). Namun, perbedaan komposisi *plasticizer* memberikan perbedaan sifat penyerapan lembab yang signifikan ( $p < 0,05$ ), di mana formula yang mengandung gliserol memiliki penyerapan lembab yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan gliserol memiliki hidrofilisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan sorbitol, seperti yang dijelaskan oleh Bourtoom (2008) bahwa sorbitol memiliki kemampuan menarik air yang lebih rendah dibandingkan dengan gliserol<sup>(11)</sup>.

**Kapasitas Retensi Air.** Kapasitas retensi air dinyatakan sebagai persentase dari jumlah maksimum cairan yang dapat diserap dan disimpan oleh film<sup>(1)</sup>. Kapasitas retensi air dari kelima belas formula film ditunjukkan pada Tabel 2. Semua formula film menunjukkan kapasitas retensi air yang baik setelah melepas air dengan gaya sentrifugal pada suhu 25°C dalam kisaran 535% sampai 662% dari berat kering. Hal tersebut menunjukkan bahwa semua formula film dapat menyerap eksudat luka yang banyak. Hal ini penting pada luka basah karena jika

sebuah penutup luka tidak dapat menyerap eksudat luka maka akan terjadi akumulasi cairan yang dapat menyebabkan maserasi kulit dan proliferasi bakteri yang menimbulkan bau busuk pada luka yang terinfeksi<sup>(1)</sup>. Tidak ada nilai yang ideal untuk kapasitas retensi air penutup luka. Semuanya disesuaikan dengan fungsi dan tujuan penggunaan penutup luka tersebut.

**Evaluasi Sifat Mekanik.** Evaluasi sifat mekanik film meliputi uji pelipatan film, kekuatan tarik film, dan perpanjangan putus film. Evaluasi ini penting dilakukan karena sebuah film penutup luka dituntut lembut, fleksibel, lentur dan elastis untuk dapat mengatasi tekanan yang diberikan oleh bagian tubuh yang memiliki kontur yang berbeda-beda, terutama disekitar sendi seperti lutut. Selain itu, penutup luka harus mudah digunakan dan dilepas tanpa menimbulkan trauma atau kerusakan baru. Ciri-ciri yang diinginkan dapat dicapai dengan evaluasi sifat mekanik untuk memastikan keseimbangan antara kerapuhan, fleksibilitas dan kekakuan film. Data sifat mekanik film dapat dilihat pada Tabel 4.

Uji pelipatan dinyatakan sebagai jumlah lipatan (kali film dilipat di tempat yang sama) sampai film tersebut patah. Uji pelipatan film ini dilakukan untuk mengetahui kerapuhan dari film dan ketahanan lipat film<sup>(19)</sup>. Film dengan komposisi *plasticizer* sorbitol yang lebih banyak menghasilkan film yang rapuh yang terlihat pada formula D1, D2, D3, E1, E2 dan E3. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa film penutup luka dengan sifat yang rapuh menyebabkan ketidaknyamanan pada pasien.

Perpanjangan putus didefinisikan sebagai persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus, sedangkan kekuatan tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum film putus atau robek<sup>(1)</sup>. Pada film dengan formula D1, D2 dan D3 masing-masing formula film hanya dapat dipotong dengan pisau *dumb bell* sebanyak tiga buah, sedangkan pada formula E1, E2 dan E3 masing-masing formula film hanya dapat dipotong dengan pisau *dumb bell* sebanyak satu buah karena sifatnya yang rapuh. Film dengan *plasticizer* gliserol menghasilkan kekuatan tarik yang rendah, tetapi memiliki perpanjangan putus yang besar. Sebaliknya, film dengan *plasticizer* sorbitol menghasilkan kekuatan tarik yang besar, tetapi memiliki perpanjangan putus yang rendah. Berdasarkan analisa statistik, terdapat perbedaan kekuatan tarik dan perpanjangan putus film yang signifikan ( $p < 0,05$ ) antarfilm dengan *plasticizer* yang berbeda.

Bourtoom (2008) menjelaskan bahwa hal tersebut disebabkan oleh kemampuan sorbitol yang rendah

**Tabel 3. Penyerapan lembab kelima belas formula film**

Formula	Penyerapan kelembaban (%)			
	RH 64%	RH 77%	RH 87%	RH 95%
A1	38,4 ± 0,7	50,7 ± 2,7	96,3 ± 2,3	130,9 ± 4,0
A2	36,3 ± 0,7	50,4 ± 2,4	85,7 ± 2,2	127,7 ± 13,4
A3	36,1 ± 1,0	49,3 ± 1,1	85,3 ± 2,7	124,0 ± 3,6
B1	36,2 ± 2,8	49,5 ± 1,9	85,9 ± 1,5	127,8 ± 3,8
B2	34,3 ± 2,0	47,9 ± 0,6	84,7 ± 8,9	119,8 ± 4,1
B3	34,1 ± 0,9	43,5 ± 2,4	80,1 ± 0,9	116,3 ± 3,9
C1	32,5 ± 3,7	43,6 ± 1,2	77,8 ± 6,6	109,2 ± 2,7
C2	32,0 ± 3,6	40,1 ± 1,0	74,3 ± 3,5	102,4 ± 2,3
C3	28,1 ± 3,9	40,0 ± 3,6	72,8 ± 2,3	101,3 ± 1,7
D1	28,4 ± 1,4	39,2 ± 2,1	76,7 ± 2,8	101,2 ± 0,4
D2	28,3 ± 0,2	38,0 ± 0,7	73,9 ± 2,0	99,7 ± 2,7
D3	28,2 ± 3,3	36,2 ± 2,4	73,3 ± 1,9	98,3 ± 1,7
E1	26,6 ± 1,3	35,4 ± 0,1	66,3 ± 8,6	100,2 ± 3,2
E2	26,0 ± 1,2	33,8 ± 2,8	65,3 ± 4,2	92,5 ± 1,0
E3	25,7 ± 1,2	29,9 ± 5,7	63,9 ± 4,4	87,2 ± 4,2

Tabel 4. Sifat mekanik kelima belas formula film.

Formula	Uji pelipatan (kali)	Kekuatan tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan putus (%)
A1	>300	1,92 ± 0,65	344 ± 13
A2	>300	1,38 ± 0,29	354 ± 9
A3	>300	0,74 ± 0,15	368 ± 21
B1	>300	3,09 ± 0,82	314 ± 13
B2	>300	2,62 ± 0,35	340 ± 25
B3	>300	1,81 ± 0,20	354 ± 22
C1	>300	8,57 ± 0,69	82 ± 13
C2	>300	7,15 ± 0,81	108 ± 16
C3	>300	6,10 ± 0,22	160 ± 26
D1	9	9,58 ± 0,49	30 ± 17
D2	19	7,58 ± 0,55	50 ± 20
D3	32	6,63 ± 0,35	77 ± 15
E1	1	10,34	0
E2	2	10,24	0
E3	4	9,20	0

dalam menarik air, membatasi kemampuannya untuk mengurangi ikatan rantai hidrogen kitosan dibandingkan dengan gliserol. Efektivitas yang baik dari *plasticizer* gliserol dalam film kitosan, kemungkinan besar disebabkan karena ukurannya yang kecil yang memungkinkan untuk lebih mudah disisipkan di antara rantai polimer dan akibatnya memberikan pengaruh lebih pada sifat mekanis. Ukuran molekul, konfigurasi dan total jumlah kelompok hidroksida fungsional dari *plasticizer* serta kompatibilitas dengan polimer dapat mempengaruhi interaksi antara *plasticizer* dan polimer<sup>(11)</sup>. Selain itu Talja (2007) juga menjelaskan bahwa dengan meningkatnya kristalinitas dalam film meningkatkan kekuatan tarik film yang secara bersamaan menurunkan perpanjangan putus film<sup>(20)</sup>. Dalam hal ini, sorbitol merupakan zat yang memiliki karakteristik berupa serbuk kristal dengan titik leleh 110-112 °C. Sedangkan gliserol merupakan zat yang memiliki karakteristik berupa cairan dengan titik leleh 17,8 °C. Pada pembuatan film, suhu yang digunakan adalah 60 °C di mana suhu tersebut masih di bawah titik leleh dari sorbitol. Maka dari itu, film dengan komposisi *plasticizer* sorbitol memiliki kristalinitas yang lebih besar dalam film sehingga meningkatkan kekuatan tarik yang secara bersamaan menurunkan perpanjangan putus film.

Peningkatan konsentrasi masing-masing *plasticizer* menghasilkan film dengan kekuatan tarik yang lebih rendah, tetapi memiliki perpanjangan putus yang lebih besar. Berdasarkan analisa statistik, perbedaan tersebut signifikan ( $p < 0,05$ ). Perubahan sifat mekanik ini disebabkan karena *plasticizer* dapat

melemahkan gaya antarmolekul rantai makromolekul yang berdekatan, meningkatkan volume bebas dan menyebabkan pengurangan kekuatan mekanis. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi *plasticizer* menyebabkan pengurangan kuat tarik karena penurunan interaksi antarmolekul.

## SIMPULAN

Komposisi dan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan sorbitol berpengaruh secara bermakna terhadap ketebalan, kekuatan tarik dan perpanjangan putus film yang dibuat ( $p < 0,05$ ) dan pengaruhnya tidak bermakna terhadap laju transmisi uap air dan kapasitas retensi air ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan karakteristik film yang dihasilkan, formula C dengan konsentrasi *plasticizer* 60% dan 80% dapat dilanjutkan untuk membuat film penutup luka kitosan-tripolifosfat yang mengandung asiatikosida.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Boateng JS, Kerr HM, Howard NES, and Gillian ME. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2007. 97: 2892-2923.
2. Eldin MSM, Soliman EA, Hashem AI, and Tamer TM. Chitosan modified membranes for wound dressing applications: preparations, characterization and bio-evaluation. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*. 2008. 22(3): 159.
3. Peh K, Khan T, and Ch'ng H. Mechanical, bioadhesive strength and biological evaluation of chitosan films for wound dressing. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2000. 3(3): 303-4.
4. Bhumkar DR and Pokharkar VB. Studies on effect of pH on cross-linking of chitosan with sodium tripolyphosphate: a technical note. *AAPS PharmSciTech*. 2006. 7(2):E50.
5. Azeredo HM, Mattoso LH, Avena-Bustillos RJ, Filho GC, Munford ML, Wood D, *et al.* Nanocellulosa reinforced chitosan composite films as affected by nanofiller loading and *plasticizer* content. *Journal of Food Science*. 2010. 75(1):N1-7.
6. Tamaela P dan Sherly L. Karakteristik edible film dari karagenan. *Ichthyos*. 2007. 7(1):27.
7. Harsunu BT. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi kitosan dalam zat pelarut terhadap sifat fisik edible film dari kitosan [skripsi]. Depok: Departemen Metalurgi dan Material Universitas Indonesia; 2008.

8. Gómez-Guillén MC, Pérez-Mateos M, Gómez-Estaca J, López-Caballero E, Giménez B, and Montero P. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. *Trends in Food Science & Technology*. 2009. 20(1):3-16.
9. Krogars K. Aqueous-based amylose-rich maize starch solution and dispersion: a study on free films and coatings [dissertation]. Faculty of Science of the University Helsinki; 2003.
10. Jain PK and Ram KA. High performance liquid chromatographic analysis of asiaticoside in centella asiatica (L.) Urban. *Chiang Mai Journal of Science*. 2008. 35(3):521-5.
11. Bourtoom T. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2008. 30(1):150-4.
12. Pranoto Y. Kajian sifat fisik-mekanik dan mikrostruktur edible film alginat dan kitosan dengan penambahan gliserol. Seminar Nasional PATPI Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta; 2007.
13. Pati F, Datta P, Chatterjee J, Dhara S, and Adhikari B. Development of chitosan-tripolyphosphate fiber for biomedical application. *Proceeding of the 2010 IEEE Students Technology Symposium*. IIT Kharagpur; 2010.
14. Hima Bindu TVL, Vidyavathi M, Kavitha K, Sastry TP, and Suresh Kumar RV. Preparation and evaluation of ciprofloxacin loaded chitosan-gelatin composite films for wound healing activity. *International Journal of Drug Delivery*. 2010. 2(2): 175.
15. Iramani D, Sudirman, dan Aloma KK. Pengaruh aditif pada pembuatan plastik pertanian berbasis polipropilen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 2007. 8(2): 161-6.
16. Gupta, B. Textile-based smart wound dressings. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2010. 35: 175-6.
17. Febriyenti, Noor AM, and Bai SB. Mechanical properties and water vapour permeability of film from haruan (*channa striatus*) and fusidic acid spray for wound dressing and wound healing. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2010. 23(2): 155-9.
18. Lou CW. Process technology and properties evaluation of a chitosan-coated tencel/cotton nonwoven fabric as a wound dressing. *Fibers and Polymers*. 2008. 9(3): 286-92.
19. Ramchandani U and Sangameswaran B. Development and evaluation of transdermal drug delivery system of ketoprofen drug with chitosan for treatment of arthritis. *European Journal of Applied Sciences*. 2012. 4(2):74.
20. Talja RA. Preparation and characterization of potato starch films plasticized with polyols [dissertation]. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki; 2007.