

Efektifitas Kandungan Modern Wound Dressing Terhadap Perkembangan Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Effectiveness of Modern Wound Dressing on the Growth of Staphylococcus Aureus Bacteria

Gito^{1*}, Erna Rochmawati²

¹Mahasiswa, Magister Keperawatan, Program Pasca Sarjana, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Bantul Yogyakarta, (0274) 387656

² Dosen, Magister Keperawatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Bantul Yogyakarta, (0274) 387656
E-mail: gito.junaidi@gmail.com

ABSTRAK

Luka diklasifikasikan sebagai akut dan kronis. Tahap awal pembentukan luka kronis ditandai dengan munculnya organisme Gram-positif seperti *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*. Pada tahap selanjutnya, Gram-negatif spesies *Pseudomonas* yang cenderung menyerang lapisan dalam pada luka. Modern wound dressing yang mengandung antimikroba telah dikembangkan sejak dua puluh tahun terakhir, efektif membunuh bakteri dan jamur pada luka, mencegah infeksi berulang selama penyembuhan. Tujuan review paper ini untuk melaporkan hasil analisa penelitian yang berfokus pada pengaruh modern wound dressing terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*. Pencarian artikel yang relevan menggunakan database PubMed dan search engine Google dengan menggunakan kata kunci "modern wound dressing", "antibacterial", "staphylococcus". Sepuluh artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dimasukkan dalam review paper ini. Modern wound dressing dengan kandungan antimikroba dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Dengan demikian, review paper ini dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya tentang efektifitas modern wound dressing terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*.

Kata kunci: balutan luka terkini, antibakteri, *Staphylococcus Aureus*

ABSTRACT

Wounds are classified as acute and chronic. The early stage of chronic wound formation are characterized by the emergence of gram-positive and gram-negative organisms. such as *Staphylococcus Aureus* and *Escherichia coli*. At a later stage, Gram-negative *Pseudomonas* species tend to attack the inner layers of the wound. Modern wound dressings containing antimicrobials that have been developed since the last twenty years. It is effectively to kill bacteria and fungi in the wounds and to prevent recurrent infections during wound healings. The purpose of this paper is to report the results of a review that focuses on the effect of modern wound dressing on *Staphylococcus Aureus* bacteria. Relevant articles were searched in PubMed and google's scholar using keywords "modern wound dressing", "antibacterial", "staphylococcus". Ten articles that fit with the inclusion criteria were included in this review. The results show Modern wound dressing with antimicrobial content can inhibit bacterial growth. Interm of time and type of bactreria. Thus, this literatures review can be the basis for further researchs on the effectiveness of modern wound dressings against *Staphylococcus Aureus*.

Keywords: modern wound dressing, antibacterial, *Staphylococcus Aureus*

LATAR BELAKANG

Kulit merupakan organ terbesar dari bagian tubuh dan terdiri dari berbagai jenis jaringan ikat, saraf, otot, dan epidermis. Jaringan ini merupakan organ yang memiliki banyak fungsi dan bertanggung jawab untuk memberikan sensasi, termoregulasi, biokimia, kekebalan tubuh, pelindung fisik (Abrigo, McArthur, & Kingshott, 2014), dan mempertahankan keseimbangan cairan (Rowan et al., 2015). Luka dapat didefinisikan sebagai cedera atau gangguan struktur anatomi dan fungsi organ seperti kulit, jaringan subkutan, otot, tendon, saraf, pembuluh darah, dan bahkan ke tulang (Boateng & Catanzano, 2015). Luka diklasifikasikan sebagai akut dan kronis (Güneş & Tıhminlioğlu, 2017). Luka akut bisa sembuh dalam waktu terbatas, tidak menunjukkan komplikasi, dan ditandai dengan hilangnya integritas kulit (cedera) secara tiba-tiba (Sarheed, Ahmed, Shouqair, & Boateng, 2016). Luka kronis adalah cedera jaringan yang tidak sembuh dalam jangka waktu 12 minggu dan sering terulang kembali (Boateng & Catanzano, 2015). Fase penyembuhan luka terdiri dari peradangan, proliferasi, dan renovasi (Lin, Hsu, Chung, Ko, & Lin, 2016).

Umumnya, luka terinfeksi *polymicrobial* dan terkontaminasi oleh patogen yang ditemukan di lingkungan terdekat. Bakteri adalah penyebab utama infeksi luka di antara mikroorganisme lain yang hadir pada kulit. Tahap awal pembentukan luka kronis ditandai dengan munculnya organisme *Gram-positif* seperti *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*. Pada tahap selanjutnya, *Gram-negatif spesies Pseudomonas* yang umum dan cenderung menyerang lapisan yang lebih dalam pada luka (Sarheed et al., 2016).

Pencegahan infeksi tersebut dapat dilakukan dengan perawatan luka. Metode perawatan luka yang berkembang saat ini adalah menggunakan prinsip *moisture balance*

yang dikenal sebagai *modern wound dressing*, dinyatakan lebih efektif dalam penyembuhan luka (Kartika, 2015). *Modern wound dressing* merupakan salah satu metode perawatan luka dengan cara tertutup dan lembab yang difokuskan untuk menjaga luka dari dehidrasi dan meningkatkan proses penyembuhan luka (Dhivya, Padma, & Santhini, 2015). Luka dengan suasana lembab dapat mempercepat *fibrinolisis*, *angiogenesis*, menurunkan resiko infeksi, pembentukan *growth factor*, dan pembentukan sel aktif (Handayani, 2016). *Modern wound dressing* yang telah dikembangkan terbuat dari polimer sintesis dan diklasifikasikan sebagai produk pasif, interaktif dan bioaktif (Dhivya et al., 2015), dalam bentuk hidrokoloid, alginat, hidrogel, film, dan busa (Borda, Macquhae, & Kirsner, 2016). *Modern wound dressing* yang mengandung antimikroba telah dikembangkan sejak dua puluh tahun terakhir, efektif membunuh bakteri dan jamur pada luka, mencegah infeksi berulang selama penyembuhan (Boateng & Catanzano, 2015), dan efektif untuk pengobatan luka yang terinfeksi (Martin et al., 2013).

Meningkatnya pertumbuhan bakteri *Staphylococcus Aureus* akan menghambat proses penyembuhan luka yang terinfeksi (Shahzad et al., 2015). *Modern wound dressing* yang mengandung antimikroba akan berpengaruh terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*. Review paper ini bertujuan melaporkan hasil analisa penelitian yang berfokus pada pengaruh *modern wound dressing* terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*.

METODE PENELITIAN

Fokus utama kajian review paper ini adalah pada efektifitas *modern wound dressing* terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*. Dalam mengoptimalkan interpretasi review paper ini, pertama-tama dilakukan klarifikasi hasil temuan

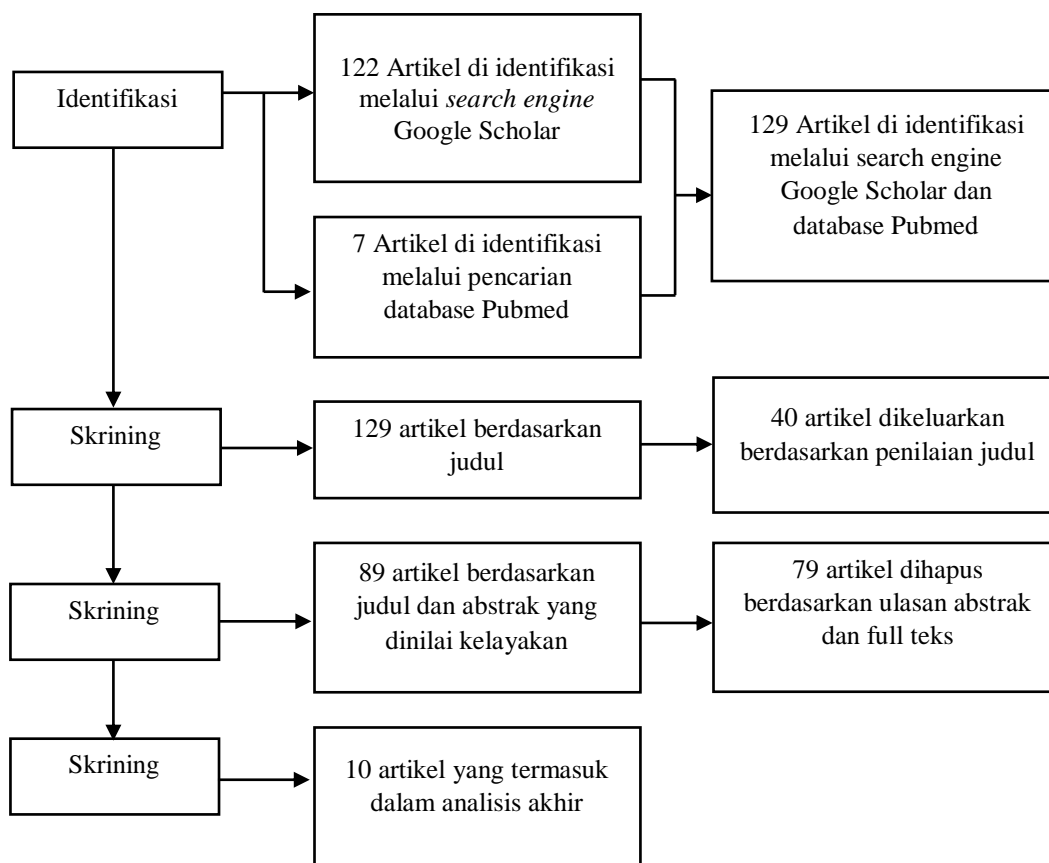
penelitian untuk di lakukan literatur review.

Penelusuran dilakukan dengan mencari literatur yang relevan melalui Google Scholar *search engine* dan database PubMed. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran review paper ini adalah “*modern wound dressing*” “*antibacterial*” “*staphylococcus*”. Kriteria inklusi dalam review paper ini antara lain dipublikasikan antara tahun 2013 sampai 2017, dalam bahasa Inggris, *modern wound dressing* sebagai topik utama, teks lengkap, serta balutan *dressing antibacterial*. artikel Literatur yang di dapat sejumlah 89 jurnal dan yang memenuhi kriteria inklusi berjumlah 10

jurnal. Jurnal yang di ambil merupakan original artikel sehingga data dapat disajikan dengan lengkap dan memudahkan dalam mereview penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Strategi pencarian di awal teridentifikasi 129 artikel dari 1 database dan *search engine*. 129 artikel untuk review judul dan 40 artikel di kluarkan karena tidak relevan berdasarkan penilaian judul, serta melakukan tinjauan lengkap sebanyak 10 artikel yang memenuhi kriteria inklusi berdasarkan hasil analisis (Gambar 1).



Gambar 1. Proses Pencarian Artikel

Tabel 1. Karakteristik Publikasi Yang Masuk Dalam Review

Penulis	Tujuan	Metode	Jenis balutan	Polimer	Antibiotik dalam balutan	Hasil
(Shahzad et al., 2015)	Mengembangkan balutan luka antibakteri pada nanofibrous mats hydrogel dan films dari chitosan, poly dan hydroxyapatite	Eksperimen	Hidrogel	Chitosan, Poly, Hydroxy apatite (HA), Glacial acetic acid (CH ₃ COOH), Hydrochloric Acid (HCl), NaOH, dan CF.	Cefixime	Aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> , yang merupakan mikroorganisme penyebab utama yang ditemukan di luka kronis.
(Chen et al., 2017)	Meningkatkan kinerja hidrogel alami dan diterapkan sebagai dressing antimikroba	Eksperimen	Hidrogel	Sodium alginate and carboxymethyl chitosan (CMCS)	Tetracycline	Hidrogel yang mengandung tetracycline dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> .
(Ng & Leow, 2015)	Mengembangkan sebuah film alginat yang mengandung xylitol dan gentamisin untuk penyembuhan infeksi luka	Eksperimen	Biofilm	Sodium Alginate, phosphate buffer saline (pH 7.4)	Gentamicin, xylitol	Alginate yang mengandung antimikroba xylitol menunjukkan tidak ada pengaruh terhadap bakteri bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . sedangkan alginate dengan kandungan gentamicin (AG) dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>staphylococcus aureus</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .

Tabel 1. Karakteristik Publikasi Yang Masuk Dalam Review (Lanjutan)

enulis	Tujuan	Metode	Jenis balutan	Polimer	Antibiotik dalam balutan	Hasil
(Jayakumar, Sudheesh Kumar, Mohandas, Lakshmana n, & Biswas, 2015)	Mengembangkan Alginat nanopartikel hidrogel / zinc oxide (nZnO) dengan metode freeze kering dari campuran nZnO dan hidrogel alginat	Eksperimen	<i>Alginate hidrogel</i>	<i>Alginate solution (3% w/w) and Chitosan hidrogel (1% w/w)</i>	Tetramethyl-rodamine	<i>Alginate hidrogel</i> dengan kandungan <i>tetramethylrodamine</i> sangat efektif untuk menghambat perkembangan <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida albicans</i> , dan <i>methicillin resistant Staphylococcus aureus</i> (MRSA).
(Sebria & Amin, 2016)	Mengembangkan gusi gellan (GG) hidrogel digabungkan dengan ibuprofen	Eksperimen	Hidrogel	<i>Low-acyl gellan gum, glycerin, anhydrous calcium chloride, CaCl2, and ibuprofen.</i>	Penicillin G-P10	Hidrogel dengan kandungan antibakteri dapat menghambat Gram-positif, yaitu <i>Staphylococcus aureus</i> .
(Phaechamud, Issarayungyen, & Pichayakorn, 2016)	Mengembangkan modifikasi gentamicine pada penyerap balutan berjenis natural rubber films	Eksperimen	Natural rubber Films	<i>Block NR (STR 5L), Concentrated NR, Dichloromethane (DCM), glycerin, triethyl citrate and 180 mesh passed xanthan gum received.</i>	<i>Gentamicine Sulfate</i>	Film topografi dengan kandungan antimikroba gentamicine sulfate menunjukkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .
(Kurczewsk a, Pecyna, Ratajczak, Gajęcka, & Schroeder, 2017)	Menyelidiki nanotube haloisit sebagai pembawa vankomisin dalam matriks berbasis alginat.	Eksperimen	Alginate	<i>Halloysite nanotubes (HNTs), (3-Aminopropyl)-trimethoxysilane (APTS), alginic acid sodium salt, gelatin powder and glycerol</i>	<i>Vancomycin Hydrochloride</i>	Alginate dengan kandungan vancomycin hydrochlorida dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>staphylococcus aureus</i> dan <i>staphylococcus epidermidis</i> .

Tabel 1. Karakteristik Publikasi Yang Masuk Dalam Review (Lanjutan)

Penulis	Tujuan	Metode	Jenis balutan	Polimer	Antibiotik dalam balutan	Hasil
(Güneş & Tihminlioğlu, 2017)	Mengembangkan Hypericum perforatum (minyak) dimasukkan film kitosan untuk aplikasi balutan luka	Eksperimen	Chitosan Films	Chitosan, Hypericum perforatum oil, Acetic acid and ethanol.	Penicillin dan Streptomycin	Film Chitosan yang mengandung penicillin Menunjukkan bahwa Dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> .
(Blandón et al., 2016)	mengembangkan hybrid Kef-Alg mikrosfer gel dimuat dengan Cip	Eksperimen	Alginate gel	Cip, sodium alginate, citric acid, sodium citrate, calcium chloride, potassium chloride, hydrochloric acid, potassium phosphate, potassium bromide.	Chiprofloxa cine kefiran	Alginate gel dengan kandungan ciprofloxacin kefiran menunjukkan efek antimikroba <i>Escherichia coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> .
(Hajimirzaba, Khajavi, Mirjalili, & KarimRahimi, 2017)	Meningkatkan kasa kapas konvensional untuk mencapai spesifikasi balutan luka yang canggih	Eksperimen	Alginate	Sodium alginate, chitosan, Calcium chloride, silver nitrate, trifluoroacetic acid (TFA), sodium borohydride (NaBH ₄), sodium thiosulfate, starch adhesive, tween 80 (TW80).	Povidone Iodine	Menunjukkan bahwa dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif <i>Escherichia coli</i> dan gram positif <i>Staphylococcus aureus</i> .

Dari sepuluh artikel yang ditinjau, semua penelitian yang dilakukan review paper ini menggunakan study design eksperimental (Shahzad et al., 2015; Chen et al., 2017; Ng & Leow, 2015; Jayakumar et al., 2015; Sebria & Amin, 2016; Phaechamud et al., 2016; Kurczewska et al., 2017; Güneş & Tihminlioğlu, 2017; Blandón et al., 2016; Hajimirzababa et al., 2017). Terdapat tiga penelitian menggunakan hidrogel (Shahzad et al., 2015; Chen et al., 2017; Sebria & Amin, 2016), dua penelitian menggunakan natural rubber films dan chitosan films (Phaechamud et al., 2016; Güneş & Tihminlioğlu, 2017), dan satu penelitian menggunakan biofilm (Ng & Leow, 2015), serta empat penelitian menggunakan alginate (Jayakumar et al., 2015; Kurczewska et al., 2017; Blandón et al., 2016; Hajimirzababa et al., 2017).

Dari keseluruhan artikal, terdapat satu artikel yang mengatakan bahwa dressing berjenis biofilm Antimikroba menunjukkan bahwa alginate yang mengandung xylitol tidak berpengaruh pada bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*, sedangkan gentamisine (AG) menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Ng & Leow, 2015). Terdapat tiga artikel yang mengatakan hidrogel mempunyai antibakteri yang dapat menghambat *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia coli*, merupakan mikroorganisme penyebab utama pada luka kronis (Shahzad et al., 2015). Hidrogel menunjukkan antibakteri dari 30 mg / mL GM / Gel ganti melawan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus Aureus* (Chen et al., 2017). Sedangkan Hidrogel GG dapat menghambat bakteri Gram positif, yaitu *Staphylococcus Aureus* (Sebria & Amin, 2016). Dua artikel yang membahas tentang dressing film topografi menunjukkan aktivitas antimikroba yang baik terhadap *Staphylococcus Aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan

Escherichia coli (Phaechamud et al., 2016; Güneş & Tihminlioğlu, 2017). Dressing jenis alginate, alginate gel dan alginate hidrogel, menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba yang sangat efektif terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Candida albicans*, dan *methicillin resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) (Jayakumar et al., 2015; Kurczewska et al., 2017; Blandón et al., 2016; Hajimirzababa et al., 2017).

Modern wound dressing mengandung antimikroba telah banyak digunakan dalam penyembuhan luka akut dan kronis (Abdelhady, Honsy, & Kurakula, 2015). Namun, modern wound dressing berjenis hidrogel memiliki beberapa polimer yang telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir untuk diaplikasikan dalam perawatan luka (Martin et al., 2013). polimer alam dan sintesis yang banyak digunakan dalam perawatan luka akut dan kronis karena memiliki aktivitas antimikroba (Sarheed et al., 2016). Kombinasi polimer chitosan (Abdelgawad, Hudson, & Rojas, 2014), alginate (Catanzano et al., 2015), gelatine (Kavoosi, Dadfar, & Purfard, 2013), glucan dan poly (Kamoun, Chen, Mohy Eldin, & Kenawy, 2015), serta antimikroba dalam modern wound dressing efektif untuk meningkatkan dalam penyembuhan luka akut dan kronis (Mogoşanu & Grumezescu, 2014).

Chitosan merupakan polimer dari cangkang atau karang *krustasea*. Chitosan memiliki manfaat terhadap penyembuhan luka, antara lain: mempercepat penyembuhan, merangsang respon imun, memiliki antimikroba, mengelola eksudat, serta tidak memiliki racun terhadap luka (Stephen-Haynes, Gibson, & Greenwood, 2014). (Anisha, Biswas, Chennazhi, & Jayakumar, 2013), melaporkan modern wound dressing dengan komposit chitosan yang mengandung antibakteri dapat

mengurangi pertumbuhan bakteri pada luka akut dan kronis. Kombinasi chitosan dan antimikroba efektif terhadap bakteri dan sebagai bantuan dalam penyembuhan luka (Mogoşanu & Grumezescu, 2014). polimer chitosan dilaporkan dapat mencegah pembentukan bakteri *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *K. pneumoniae* serta dapat digunakan pada luka terinfeksi bakteri yang resisten terhadap antibiotik (Anisha et al., 2013).

Gelatin merupakan bagian dari kolagen yang dapat digunakan sebagai hidrogel gelatin perawatan luka, untuk mengurangi infeksi, mendukung pembentukan jaringan glanural, serta merangsang penyembuhan luka lebih cepat (Moura, Dias, Carvalho, & de Sousa, 2013). Dalam study lain, gelatin dengan konsentrasi timol dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif dan gram negatif (Kavoosi et al., 2013). Oleh karena itu, timol menunjukkan aktivitas antibakteri yang efektif terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Koosehgol, Ebrahimian-Hosseiniabadi, Alizadeh, & Zamanian, 2017).

Sodium alginat merupakan bahan alami polisakarida yang berasal dari ganggang. Komposit sodium alginat terdiri dari β -D-mannuronate (M) dan α -L-guluronate (G) (Liakos et al., 2014). polimer asam alginat membuat dressing kalsium alginat ideal untuk pembentuk jaringan. Dressing ini juga memiliki mekanisme pembekuan yang seimbang karena kehadiran ion kalsium selama tahap pertama dari penyembuhan luka (Borda et al., 2016). Dengan demikian, alginat berbasis hidrogel yang mengandung nanosilver dapat menyerap cairan pada luka dan memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap mikroorganisme (Sarheed et al., 2016). Selain itu, Alginat juga digunakan untuk luka yang dalam (Dissemond et al., 2014). Oleh sebab itu, alginat mampu

membuktikan pembentukan jaringan atau granulasi dan re-epitelisasi lebih cepat (Martin et al., 2013). alginat dengan komposisi pektin yang mengandung gentamicine sulfat mampu merangsang cytokine, diproduksi oleh monosit manusia yang sangat berguna untuk mempercepat penyembuhan luka dalam (De Cicco, Reverchon, et al., 2014; De Cicco, Porta, Sansone, Aquino, & Del Gaudio, 2014). Tetapi tidak direkomendasikan untuk luka kering (Borda et al., 2016).

Penggunaan antimikroba yang telah digabungkan kedalam *modern wound dressing* dapat memberikan efek yang baik terhadap proses penyembuhan luka. Karena, Antimikroba yang ada pada balutan luka dapat membunuh bakteri yang ada pada luka (Darwis, Basyir, Hardiningsih, & Chosdu, 2013). Jenis antimikroba yang digunakan dalam *modern wound dressing* seperti: Cefixime (Shahzad et al., 2015), Tetracycline (Chen et al., 2017), Gentamicin (Ng & Leow, 2015), Penicillin G-P10 (Sebria & Amin, 2016), Tetramethylrodamine (Jayakumar et al., 2015), Gentamicine Sulfate (Phaechamud et al., 2016), Vancomycin Hydrochloride (Kurczewska et al., 2017), Penicillin dan Streptomycin (Güneş & Tihminlioğlu, 2017), Chiprofloxacin (Blandón et al., 2016) dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Secara keseluruhan, antimikroba yang dibahas dalam review paper ini memiliki efek yang baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Tetapi, terdapat satu jenis antibakteri memiliki efek yang paling kuat terhadap bakteri yaitu Tetramethylrodamine. Kerena, dapat menghambat pertumbuhan bakteri berjenis *Escherichia coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Candida albicans*, dan *methicillin resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) (Jayakumar et al., 2015).

Semua publikasi yang dimasukkan dalam review ini adalah

penelitian eksperimen. Meskipun paper ini menunjukkan berbagai jenis antibakteri dalam *modern wound dressing* dapat menghambat perkembangan bakteri namun terdapat beberapa keterbatasan. Review paper ini hanya menganalisis artikel-artikel yang dipublikasikan dalam bahasa Inggris dari periode 2013-2017.

SIMPULAN

Beberapa *modern wound dressing* memiliki kandungan polimer chitosan, sodium alginat, dan gelatin. Modern dressing yang mengandung antimikroba dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram-positif dan gram-negatif. Hal tersebut, dapat mempercepat proses penyembuhan luka. Tinjauan review paper ini mendapatkan hasil bahwa *modern wound dressing* dengan kandungan polimer chitosan, sodium alginat dan gelatin dengan antimikroba menunjukkan aktivitas yang efektif terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*. Namun, keseluruhan dalam tinjauan literature review ini belum memberikan data dengan lengkap terkait jumlah bakteri yang terdapat pada luka. Dengan demikian penelitian selanjutnya dapat mengukur jumlah bakteri pada penggunaan *modern wound dressing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelgawad, A. M., Hudson, S. M., & Rojas, O. J. (2014). Antimicrobial wound dressing nanofiber mats from multicomponent (chitosan/silver-NPs/polyvinyl alcohol) systems. *Carbohydrate Polymers*, *100*, 166–178. <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.12.043>
- Abdelhady, S., Honsy, K. M., & Kurakula, M. (2015). Electro Spun-Nanofibrous Mats: A Modern Wound Dressing Matrix with a Potential of Drug Delivery and Therapeutics. *Journal of Engineered Fabrics & Fibers (JEFF)*, *10*(4).
- Abrigo, M., McArthur, S. L., & Kingshott, P. (2014). Electrospun Nanofibers as Dressings for Chronic Wound Care: Advances, Challenges, and Future Prospects: Electrospun Nanofibers as Dressings for Chronic Wound Care *Macromolecular Bioscience*, *14*(6), 772–792. <http://doi.org/10.1002/mabi.201300561>
- Anisha, B. S., Biswas, R., Chennazhi, K. P., & Jayakumar, R. (2013). Chitosan–hyaluronic acid/nano silver composite sponges for drug resistant bacteria infected diabetic wounds. *International Journal of Biological Macromolecules*, *62*, 310–320. <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.09.011>
- Blandón, L. M., Islan, G. A., Castro, G. R., Nosedá, M. D., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2016). Kefiran-alginate gel microspheres for oral delivery of ciprofloxacin. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *145*, 706–715. <http://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2016.05.078>
- Boateng, J., & Catanzano, O. (2015). Advanced Therapeutic Dressings for Effective Wound Healing—A Review. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *104*(11), 3653–3680. <http://doi.org/10.1002/jps.24610>
- Borda, L. J., Macquhae, F. E., & Kirsner, R. S. (2016). Wound Dressings: A Comprehensive Review. *Current Dermatology Reports*, *5*(4), 287–297. <http://doi.org/10.1007/s13671-016-0162-5>
- Catanzano, O., D’Esposito, V., Acierno, S., Ambrosio, M. R., De Caro, C.,

- Avagliano, C., ... Quaglia, F. (2015). Alginate-hyaluronan composite hydrogels accelerate wound healing process. *Carbohydrate Polymers*, 131, 407–414.
<http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.081>
- Chen, H., Xing, X., Tan, H., Jia, Y., Zhou, T., Chen, Y., ... Hu, X. (2017). Covalently antibacterial alginate-chitosan hydrogel dressing integrated gelatin microspheres containing tetracycline hydrochloride for wound healing. *Materials Science and Engineering: C*, 70, 287–295.
<http://doi.org/10.1016/j.msec.2016.08.086>
- Darwis, D., Basyir, T. E., Hardiningsih, L., & Chosdu, R. (2013). Uji daya antimikroba dan sifat fisiko-kimia pembalut luka hidrogel steril radiasi yang mengandung ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 1(1).
- De Cicco, F., Porta, A., Sansone, F., Aquino, R. P., & Del Gaudio, P. (2014). Nanospray technology for an in situ gelling nanoparticulate powder as a wound dressing. *International Journal of Pharmaceutics*, 473(1–2), 30–37.
<http://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.06.049>
- De Cicco, F., Reverchon, E., Adami, R., Auriemma, G., Russo, P., Calabrese, E. C., ... Del Gaudio, P. (2014). In situ forming antibacterial dextran blend hydrogel for wound dressing: SAA technology vs. spray drying. *Carbohydrate Polymers*, 101, 1216–1224.
<http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.10.067>
- Dhivya, S., Padma, V. V., & Santhini, E. (2015). Wound dressings – a review. *BioMedicine*, 5(4).
<http://doi.org/10.7603/s40681-015-0022-9>
- Dissemond, J., Augustin, M., Eming, S. A., Goerge, T., Horn, T., ... Karrer, S. (2014). Modern wound care - practical aspects of non-interventional topical treatment of patients with chronic wounds: CME Article. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 12(7), 541–554.
<http://doi.org/10.1111/ddg.12351>
- Güneş, S., & Tihminhoğlu, F. (2017). Hypericum perforatum incorporated chitosan films as potential bioactive wound dressing material. *International Journal of Biological Macromolecules*, 102, 933–943.
<http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.04.080>
- Hajimirzababa, H., Khajavi, R., Mirjalili, M., & KarimRahimi, M. (2017). Modified cotton gauze with nano-Ag decorated alginate microcapsules and chitosan loaded with PVP-I. *The Journal of The Textile Institute*, 1–9.
<http://doi.org/10.1080/00405000.2017.1365398>
- Handayani, L. T. (2016). STUDI META ANALISIS PERAWATAN LUKA KAKI DIABETES DENGAN MODERN DRESSING. *THE INDONESIAN JOURNAL OF HEALTH SCIENCE*, 6(2).
- Jayakumar, R., Sudheesh Kumar, P., Mohandas, A., Lakshmanan, V.-K., & Biswas, R. (2015). Exploration of alginate hydrogel/nano zinc oxide composite bandages for infected wounds. *International Journal of Nanomedicine*, 53.
<http://doi.org/10.2147/IJN.S79981>
- Kamoun, E. A., Chen, X., Mohy Eldin,

- M. S., & Kenawy, E.-R. S. (2015). Crosslinked poly(vinyl alcohol) hydrogels for wound dressing applications: A review of remarkably blended polymers. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(1), 1–14.
<http://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.07.005>
- Kartika, R. W. (2015). Perawatan Luka Kronis dengan Modern Dressing. *Teknik*, 42(7), 546–550.
- Kavoosi, G., Dadfar, S. M. M., & Purfard, A. M. (2013). Mechanical, Physical, Antioxidant, and Antimicrobial Properties of Gelatin Films Incorporated with Thymol for Potential Use as Nano Wound Dressing: Properties of gelatin films *Journal of Food Science*, 78(2), E244–E250.
<http://doi.org/10.1111/1750-3841.12015>
- Koosehghol, S., Ebrahimian-Hosseiniabadi, M., Alizadeh, M., & Zamaniyan, A. (2017). Preparation and characterization of in situ chitosan/polyethylene glycol fumarate/thymol hydrogel as an effective wound dressing. *Materials Science and Engineering: C*, 79, 66–75.
<http://doi.org/10.1016/j.msec.2017.05.001>
- Kurczewska, J., Pecyna, P., Ratajczak, M., Gajęcka, M., & Schroeder, G. (2017). Halloysite nanotubes as carriers of vancomycin in alginate-based wound dressing. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25(6), 911–920.
<http://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.02.007>
- Liakos, I., Rizzello, L., Scurr, D. J., Pompa, P. P., Bayer, I. S., & Athanassiou, A. (2014). All-natural composite wound dressing films of essential oils encapsulated in sodium alginate with antimicrobial properties. *International Journal of Pharmaceutics*, 463(2), 137–145.
<http://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.10.046>
- Lin, Y.-H., Hsu, W.-S., Chung, W.-Y., Ko, T.-H., & Lin, J.-H. (2016). Silver-based wound dressings reduce bacterial burden and promote wound healing: Silver-containing dressing for accelerated wound healing. *International Wound Journal*, 13(4), 505–511.
<http://doi.org/10.1111/iwj.12467>
- Martin, C., Low, W. L., Amin, M. C. I. M., Radecka, I., Raj, P., & Kenward, K. (2013). Current trends in the development of wound dressings, biomaterials and devices. *Pharmaceutical Patent Analyst*, 2(3), 341–359.
<http://doi.org/10.4155/ppa.13.18>
- Mogoşanu, G. D., & Grumezescu, A. M. (2014). Natural and synthetic polymers for wounds and burns dressing. *International Journal of Pharmaceutics*, 463(2), 127–136.
<http://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.12.015>
- Moura, L. I. F., Dias, A. M. A., Carvalho, E., & de Sousa, H. C. (2013). Recent advances on the development of wound dressings for diabetic foot ulcer treatment—A review. *Acta Biomaterialia*, 9(7), 7093–7114.
<http://doi.org/10.1016/j.actbio.2013.03.033>
- Ng, S.-F., & Leow, H.-L. (2015). Development of biofilm-targeted antimicrobial wound dressing for the treatment of chronic wound infections. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 41(11), 1902–1909.
<http://doi.org/10.3109/03639045.2015.1019888>
- Phaechamud, T., Issarayungyuen, P., &

- Pichayakorn, W. (2016). Gentamicin sulfate-loaded porous natural rubber films for wound dressing. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85, 634–644.
<http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.040>
- Rowan, M. P., Cancio, L. C., Elster, E. A., Burmeister, D. M., Rose, L. F., Natesan, S., ... Chung, K. K. (2015). Burn wound healing and treatment: review and advancements. *Critical Care*, 19(1).
<http://doi.org/10.1186/s13054-015-0961-2>
- Sarheed, O., Ahmed, A., Shouqair, D., & Boateng, J. (2016). Antimicrobial Dressings for Improving Wound Healing. In V. A. Alexandrescu (Ed.), *Wound Healing - New insights into Ancient Challenges*. InTech.
- Sebria, N. J. M., & Amin, K. A. M. (2016). Gellan Gum/Ibuprofen Hydrogel for Dressing Application: Mechanical Properties, Release Activity and Biocompatibility Studies. *International Journal of Applied Chemistry*, 12(4), 483–498.
- Shahzad, S., Yar, M., Siddiqi, S. A., Mahmood, N., Rauf, A., Qureshi, Z.-A., ... Afzaal, S. (2015). Chitosan-based electrospun nanofibrous mats, hydrogels and cast films: novel anti-bacterial wound dressing matrices. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 26(3).
<http://doi.org/10.1007/s10856-015-5462-y>
- Stephen-Haynes, J., Gibson, E., & Greenwood, M. (2014). Chitosan: a natural solution for wound healing. *Journal of Community Nursing*, 28(1), 48–53.