

AKTIVITAS ANTIBAKTERI BERBAGAI POLIMER ANTIMIKROBA TERHADAP BAKTERI YANG DIISOLASI DARI PERMUKAAN LENSA KONTAK SECARA *IN VITRO*

IN VITRO ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF VARIOUS ANTIMICROBIAL POLYMERS ON TO ISOLATED BACTERIA FROM LENS CONTACT SURFACE

Oleh: Nur Fathurahman R, Bidhari Pidhatika, Anna Rakhmawati, Siti Umniyatie, Kartika Ratna Pertiwi, Universitas Negeri Yogyakarta, Email : nfathurahmanridwanridi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai daya hambat, potensi relatif dan nilai kadar hambat minimum dari polimer Poli L-Lisin (PLL), Peptida Antimikroba (PAM), Poli L-Lisin-graft- Poli Etilen Glikol (PLL-g-PEG), dan Poli L-Lisin-graft-Poli 2-Metil-2-Oxazolin (PLL-g-PMOXA) terhadap bakteri yang telah diisolasi dari lensa kontak. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor dengan 5 ulangan. bakteri yang diujikan adalah *Staphylococcus* sp., *Neisseria* sp., *Aeromonas* sp, dan *Enterobacter* sp. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan PLL dan AMP kadar lebih rendah (50 ppm-250 ppm) dibandingkan dengan PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA (250 ppm-500 ppm) pada berbagai bakteri yang diujikan. PLL dan AMP memiliki potensi relatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA jika dibandingkan dengan kloramfenikol. Terdapat kebocoran sel pada membran plasma dari sel bakteri yang diujikan dari perlakuan polimer PLL, AMP dan PLL-g-PEG, PLL-g-PMOXA sedangkan kerusakan dinding sel dari nilai N-Ag memiliki perbedaan hasil perlakuan PLL dan AMP cenderung menyebabkan kerusakan dinding sel namun polimer PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA cenderung tidak menyebabkan kerusakan peptidoglikan.

Kata kunci: Antibakteri, AMP, daya hambat, Lensa Kontak.

Abstract

*This study aims to determined the value of the inhibition activity, the relative potency and value of the minimum inhibitory concentration of the polymer poly L-lysine (PLL), Antimicrobial Peptide (PAM), poly L-Lysine-graft-Poly Ethylene Glycol (PLL-g-PEG), and poly L-lysine-graft-poly 2-Methyl-2-Oxazolin (PLL-g-PMOXA) against bacteria that have been isolated from contact lenses. This study was an experimental study completely randomized design (CRD) 2 factors with 5 replications. tested bacteria is *Staphylococcus* sp., *Neisseria* sp., *Aeromonas* sp, and *Enterobacter* sp. Data were analyzed descriptively. The results showed PLL and AMP levels are lower (50 ppm-250 ppm) compared to PLL-g-PEG and PLL-g-PMOXA (250 ppm-500 ppm) on a variety of bacteria tested. PLL and AMP has a relatively higher potency compared to PLL-g-PEG and PLL-g-PMOXA when compared with chloramphenicol. There is leakage cells at the plasma membrane of the bacterial cell is tested on the treatment of polymer PLL, AMP and PLL-g-PEG, PLL-g-PMOXA while damage to the cell wall of the value of N-Ag has a yield difference of treatment PLL and AMP are likely to cause damage to the cell wall but the polymer PLL-g-PEG and PLL-g-PMOXA tend not cause damage to the peptidoglycan.*

Keywords: Antibacterial, AMP, inhibition, Contact Lenses.

PENDAHULUAN

Steven (1999: 25) mengemukakan bahwa permukaan lensa kontak dapat mengakumulasi substansi yang kemungkinan dapat berpotensi imunogen, toksik, dan sumber infeksi bakteri. Sebuah lensa dapat terselubungi oleh substansi tersebut setelah pemakaian lebih dari 8 jam, menjadikan lensa kontak dapat mendepositkan senyawa yang akan menyebabkan reduksi oksigenasi pada kornea, terperangkapnya produk limbah dari metabolisme yang berpotensi sebagai iritan terhadap permukaan kornea. Hasil penelitian Glesiandra (2012: 45) menunjukkan kontaminasi bakteri pada penggunaan lensa kontak baik dicuci (*rubbing*) maupun tidak dicuci (*nonrubbing*) dan berdasarkan hasil identifikasi diduga genus bakteri *Aeromonas*

sp., *Neisseria* sp., *Staphylococcus* sp., dan *Enterobacter* sp.

Berdasarkan penjelasan dari Madkour dkk (2009: 1060) kontaminasi bakteri pada permukaan kontak lensa atau alat-alat biomedis lainnya biasanya dimulai dengan adanya penempelan awal beberapa bakteri ke permukaan diikuti dengan proses implantasi (penanaman), tetapi kemudian, berkembang ke bentuk biofilm pada permukaan lensa kontak. Biofilm inilah yang menunjukkan adanya resistensi terhadap antibiotik pada larutan pencuci dan sistem imunitas.

Penelitian polimer permukaan masih terus dikembangkan. Pada konsep polimer permukaan sudah banyak menggunakan metode *grafted polymer layers* yang sering diaplikasikan untuk mengurangi adsorpsi protein, adhesi bakteri, atau mencegah

interaksi permukaan dengan bakteri patogen. Senyawa poli-etilen glikol (PEG) adalah senyawa standar yang digunakan tetapi beberapa polimer lain seperti poli (akril amida) (PAAM), poli (vinil piroidon) (PVP), dan poli (2-metil-2-oxazolin) (PMOXA) menunjukkan keefektifan sama (Matos-Pérez, 2012: 9499).

Sedangkan, senyawa (Poli L-lisine) atau PLL sendiri merupakan suatu polimer dari gugus asam amino lisin, mengandung gugus amina, dan telah banyak digunakan dalam aplikasi-aplikasi biomaterial. Dalam riset ini, PMOXA akan dikonjugasikan ke PLL sebagai rantai utama, membentuk polimer sikat dalam bentuk PLL-g-PMOXA. Kemudian, PLL akan digunakan sebagai “jangkar” untuk mengimobilisasi PMOXA ke permukaan yang bermuatan negatif (Pidhatika, 2008: 264).

Berdasarkan hasil penelitian Pidhatika (2008: 265) permukaan yang dimodifikasi dengan lapisan rantai PLL, Adhesi bakteri meningkat lebih banyak dibandingkan dengan adanya penambahan PEG dan PMOXA. PLL-g-PMOXA dan PLL-g-PEG pada permukaan mereduksi adhesi bakteri lebih dari 99 % dibandingkan dengan permukaan kontrol. Dengan demikian kolonisasi bakteri pada permukaan dapat dicegah baik dengan penyelubungan permukaan dengan dasar PEG maupun PMOXA.

Perlu pengkajian mendalam mengenai sifat antibakteri dari polimer ini karena diketahui bahwa efektivitas antibakteri pada setiap bakteri tidak sama, karena masing-masing bakteri memiliki struktur dinding sel dan mekanisme pertahanan yang berbeda. Struktur dinding sel bakteri Gram positif berbeda dengan bakteri Gram negatif hal ini tentunya akan mempengaruhi hasil kerja dari polimer sikat sebagai antimikroba. Setiap jenis bakteri memiliki sensitifitas yang berbeda terhadap komponen aktif atau zat antimikroba. Mekanisme hambatan senyawa aktif terhadap bakteri juga berbeda-beda (Madigan, 2006: 212).

Bakteri penyusun biofilm cenderung memiliki kemampuan berbeda dalam resistensi terhadap antimikroba dan level pertahanan dibandingkan bakteri dengan karakter lainnya (Chen, 2013: 18488). Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dalam penelitian ini akan dikaji aktivitas antibakteri polimer terhadap bakteri yang diisolasi dari lensa kontak.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dengan menguji berbagai polimer dengan beberapa variasi jenis dan variasi kadar hambat minimum terhadap bakteri yang diisolasi dari lensa kontak. Penelitian ini terdiri atas dua tahapan, yaitu Tahapan pendahuluan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor (variasi jenis polimer dan variasi kadar) dengan 5 ulangan.

adapun variasi jenis perlakuan adalah : kontrol negatif (akuades), PLL-g-PMOXA, PLL-g-PEG, AMP, PLL dan kloramfenikol (kontrol positif). Parameter yang diukur adalah diameter zona hambat (mm) dengan metode *Kirby bauer*, nilai kadar hambat minimum (KHM) dan nilai potensi relatif. Tahapan lanjutan menggunakan parameter yang diukur adalah penentuan rasio kematian sel selama 12 jam dengan interval waktu 2 jam pada tiap jenis polimer dalam tiap nilai KHM-nya, Penentuan nilai kebocoran sel selama 12 jam ditinjau dari nilai protein, asam nukleat dan penentuan lisis peptidoglikan dengan nilai N-Asetil Glukosamin fraksi sel tiap polimer dan nilai KHM-nya. Sedangkan bakteri yang diujikan adalah *Staphylococcus sp.*, *Neisseria sp.*, *Aeromonas sp.*, dan *Enterobacter sp.*

Lokasi dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan bulan April-November 2013 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNY. Sedangkan analisis protein dan asam nukleat dilaksanakan di Laboratorium Sains Terpadu UIN Sunan Kalijaga.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dibutuhkan yaitu *Laminar Air Flow* (LAF) “shimadzu” type SCB-1000A (Shimadzu, Japan), lemari pendingin (SANYO, Japan), autoclave ALP KT-23, tabung reaksi (Pyrex), rak tabung reaksi, Erlenmeyer (pyrex), inkubator, freezer, jangka sorong, aluminium foil, gelas obyek, jarum ose, spektrofotometer (Biorad), sentrifuge (Labofuge), ependorf 10 ml dan 2 ml, gelas slide ukuran 22 X 22 mm (Asistant, Germany) dan kuvet. Bahan yang dibutuhkan yaitu isolat bakteri patogen adalah isolat R5L (*Neisseria sp.*), isolat NR15L (*Staphylococcus sp.*), isolat NR7 (*Enterobacter sp.*), Isolat NR3L (*Aeromonas sp.*) dan senyawa polimer antimikroba permukaan yang digunakan adalah PLL (Sigma-Aldrich), AMP (Sigma-Aldrich), PLL-g-PMOXA ($\alpha:0,33$) (disintesis oleh Bidhari Pidatika), PLL-g-PEG (susosAG), Kloramfenikol (Merck), akuades, etanol absolut (Merck), medium *Mueller Hinton Agar* (Merck) media *Plate Count Magermilch Agar* (Merck) (g/L) buffer fosfat pH 7,0, reagen Schale, N-Asetil glukosamin (Merck), NaCl.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas adalah jenis polimer (PLL, AMP, PLL-g-PEG, PLL-g-PMOXA) sedangkan, variabel tergayut adalah diameter zona hambat (mm) pada metode *Kirby bauer*, nilai rasio kematian bakteri di permukaan dengan metode angka lempeng total (ALT), nilai kebocoran sel dengan mengukur kadar asam nukleat dan kadar protein menggunakan panjang gelombang 260 nm dan 280 nm, serta analisis kadar N-Asetil Glukosamin menggunakan metode *Schale*.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi sterilisasi media dan alat, persiapan pembuatan media, pembuatan reagen uji dan pengukuran aktivitas daya

hambat (Modifikasi Nurkanto, 2010), penentuan nilai kadar hambat minimum (KHM) pada polimer antimikroba dan kloramfenikol (Modifikasi Aziz, 2010), penentuan potensi relatif (Modifikasi Aziz, 2010) penentuan total bakteri hidup (Modifikasi Nejadnik, 2009), analisis kebocoran sel (Modifikasi Nurkanto, 2009), analisis lisis peptidoglikan ditinjau dari nilai N-Asetil Glukosamin (Modifikasi Natsir, 2010)

Teknik Analisis Data

Analisis data dengan deskriptif melihat perbedaan uji kemampuan antar taraf perlakuan dari variasi kadar polimer terhadap zona hambat, nilai lisis peptidoglikan dan nilai absorbansi protein dan DNA fraksi sel. Teknik penafsiran data menggunakan metode *scoring* (penilaian berdasarkan perlakuan mana yang paling baik (memiliki nilai tertinggi) nilai berupa angka 4 (sangat tinggi), nilai 3 (tinggi), nilai 2 (cukup rendah), nilai 1 (rendah) (Natzir, 1998:222).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran diameter zona hambat pada bakteri *Staphylococcus* sp., *Enterobacter* sp., *Neisseria* sp., dan *Aeromonas* sp. diperoleh daya hambat polimer terhadap bakteri *Staphylococcus* sp. memiliki hasil berbeda pada setiap jenis polimer permukaan dan konsentrasinya. Zona hambat tertinggi dihasilkan pada kadar 1000 ppm dengan jenis AMP dengan nilai hambat 15 mm. Sedangkan, pada kadar 25 ppm pada semua polimer tidak menghasilkan zona hambat. Pada kadar 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm. Golongan *grafted polymers* dalam penelitian ini yaitu PLL-g-PMOXA dan PLL-g-PEG memiliki nilai zona hambat yang lebih kecil dibandingkan dengan polimer *non-grafted* seperti PLL dan AMP.

Hasil gambar 10 menunjukkan bahwa polimer bekerja memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* sp. pada berbagai jenis dan berbagai konsentrasi. Konsentrasi terendah yang mampu menghasilkan daya hambat pada polimer berbeda pada PLL nilai konsentrasi terendah 100 ppm sedangkan pada AMP konsentrasi terendah pada 50 ppm, pada PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA sendiri memiliki konsentrasi terendah 250 ppm. Pada zona hambat konsentrasi terendahpun memiliki hasil yang hampir sama kurang dari 5 mm. Berdasarkan penentuan kadar hambat minimum (KHM) pada penelitian ini diperoleh hasil sebagai berikut:

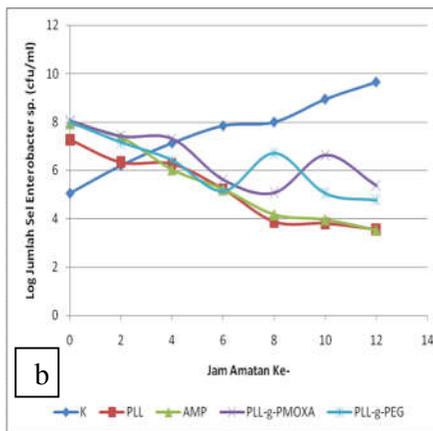
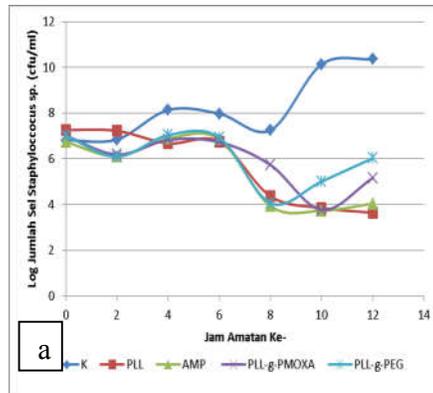
Tabel 1. Kadar Hambat Minimum (KHM) (ppm) Pada Berbagai Polimer

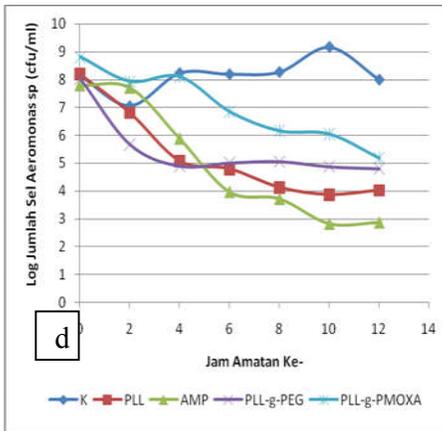
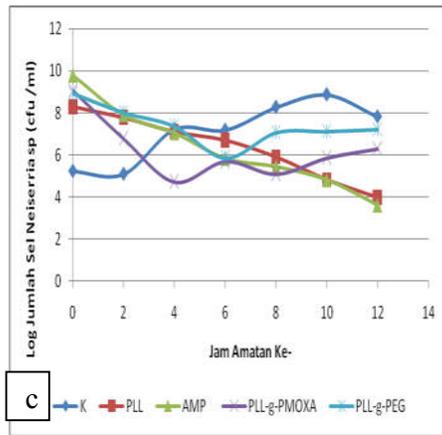
Polimer Uji Bakteri	PLL	A MP	PLL-g-PMOXA	PLL-g-PEG
<i>Staphylococcus</i> sp.	100	50	250	250
<i>Enterobacter</i>	250	100	500	500

sp.				
<i>Aeromonas</i> sp.	250	100	500	250
<i>Neisseria</i> sp.	100	250	250	500

Berdasarkan tabel 1 terdapat perbedaan nilai KHM pada polimer dengan nilai KHM yang cukup bervariasi. Konsentrasi yang diujikan dalam penentuan KHM pada penelitian ini adalah 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Nilai KHM pada polimer PLL-g-PMOXA terhadap bakteri *Staphylococcus* sp. dan *Neisseria* sp. memiliki nilai 250 ppm, namun, pada bakteri *Enterobacter* sp. dan *Aeromonas* sp. memiliki nilai 500 ppm.

Hasil pengukuran total sel bakteri hidup menunjukkan pada bakteri *Staphylococcus* sp. memiliki nilai yang cenderung menurun pada setiap jam amatan untuk keempat polimer namun terdapat perbedaan yang mencolok antara PLL-g-PEG, PLL-g-PMOXA sebagai grafted polymer yang memiliki kemampuan menekan adhesi bakteri dalam fasa cair cenderung menurun kemampuannya dalam menekan pertumbuhan bakteri karena pada jam ke 10- dan ke-12 memiliki nilai yang cenderung naik. Polimer PLL dan AMP cenderung mengalami penurunan.





Gambar 1. Total bakteri Sel Hidup (a) *Staphylococcus* sp. (b) *Enterobacter* sp. (c) *Neisserria* sp., (d) *Aeromonas* sp.

Gambar 12 menerangkan bahwa dalam pengukuran nilai kurva total sel bakteri hidup pada *Enterobacter* sp. grafik memperlihatkan bahwa pemberian semua polimer menyebabkan penurunan jumlah sel yang hidup dari *Enterobacter* sp. pada jam ke 2 sampai jam ke-4 hal ini dibandingkan dengan kontrol (tanpa polimer). Namun pada polimer PLL memiliki kestabilan sampai pada jam ke-12 waktu amatan dimana proses penurunan jumlah sel masih terus berlangsung.

Analisis lebih lanjut dengan melihat kadar N-asetil glukosamin pada media suspensi bakteri untuk melihat pengaruh terjadi tidak kerusakan pada dinding sel yang disebabkan oleh aktivitas polimer. Pada pengujian kali ini dimaksudkan untuk menguatkan mekanisme kerusakan sel secara semikuantitatif. N-asetil glukosamin merupakan penyusun utama dinding sel pada bakteri. Uji senyawa ini menggunakan metode Schale yang umum digunakan pada pengujian kitinolitik.

Analisis lebih lanjut dengan melihat kadar N-asetil glukosamin pada media suspensi bakteri untuk melihat pengaruh terjadi tidak kerusakan pada dinding sel yang disebabkan oleh aktivitas polimer. Pada pengujian kali ini dimaksudkan untuk menguatkan mekanisme kerusakan sel secara semikuantitatif. N-asetil glukosamin merupakan penyusun utama dinding sel pada bakteri. Uji senyawa ini menggunakan metode Schale yang

umum digunakan pada pengujian kitinolitik.

Berdasarkan pada gambar 15 menunjukkan hasil sebagai berikut pada perlakuan Bakteri Gram positif yaitu *Staphylococcus* sp. memiliki nilai N-Ag yang berbeda pada setiap perlakuan. Nilai N-Ag memiliki hasil cenderung meningkat pada polimer AMP dan cenderung stabil pada polimer PLL namun nilai kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA. Hal ini juga memiliki persamaan dengan bakteri *Neisserria* sp. dimana PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan polimer PLL sedangkan pada polimer AMP memiliki nilai N-Ag yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai polimer lainnya. Hal berbeda terjadi pada bakteri *Enterobacter* sp. yang memiliki nilai N-Ag juga lebih rendah dari pada perlakuan. Sedangkan, pada bakteri *Aeromonas* justru memiliki nilai N-Ag yang relatif lebih sama pada tiap perlakuan.

Hal ini menunjukkan bahwa PLL dan AMP pada semua bakteri yang diujikan memiliki kemampuan untuk mendistorsi atau mengautolisiskan susunan peptidoglikan pada dinding sel. Sedangkan, PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA cenderung tidak memiliki kemampuan tersebut. Berdasarkan hasil interpretasi data yang telah dilakukan maka untuk memudahkan dalam menarik kesimpulan dalam penelitian ini, maka tabulasi sederhana dilakukan dengan skoring.

Tabel 2. Analisis Skor Polimer Terhadap Bakteri Uji

No	Parameter	<i>Staphylococcus</i> sp.				<i>Aeromonas</i> sp.				<i>Neisserria</i> sp.				<i>Enterobacter</i> sp.			
		AMP	PLL	PLL-g-PEG	PLL-g-PMOXA	AMP	PLL	PLL-g-PEG	PLL-g-PMOXA	AMP	PLL	PLL-g-PEG	PLL-g-PMOXA	AMP	PLL	PLL-g-PEG	PLL-g-PMOXA
1	Daya hambat pada nilai KHM	3	1	2	4	1	2	4	3	4	3	2	1	1	2	4	3
2	KHM	4	3	1.5	1.5	4	3	1.5	1.5	4	2.5	2.5	1	2.5	4	2.5	1
3	Potensi Relatif	4	1	3	2	4	2.5	2.5	1	4	3	2	1	1	2	3	4
4	Konstanta Kematian Sel	3	4	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2
5	Total Sel Hidup pada jam ke-12	3	4	2	1	4	3	2	1	4	3	1	2	4	3	1	2
6	Kebocoran Sel (DNA)	4	3	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2	4	3	2	1
7	Kebocoran Sel (Protein)	3	4	2	1	4	2.5	1	2.5	4	3	1	2	4	3	2	1
8	Lisis Peptidoglikan	4	3	2	1	4	3	2	1	4	2.5	1	2.5	3	4	1	2
Total Skor		28	23	14.5	14.5	29	22	15	14	32	23	11.5	13.5	23.5	24	16.5	16

Berdasarkan hasil analisis skor diperoleh bahwa polimer antimikroba yang paling baik untuk diaplikasikan pada biomaterial khususnya lensa kontak adalah AMP karena memiliki nilai skor yang lebih tinggi ditinjau dari berbagai parameter yang diukur dalam penelitian ini.

SIMPULAN DAN SARAN

Adapun simpulan dalam penelitian ini adalah :

1. Pemberian PLL, AMP, PLL-g-PEG, dan PLL-g-PMOXA memberikan hasil yang berbeda terhadap pembentukan diameter zona hambat pada bakteri *Staphylococcus* sp., *Neisseria* sp., *Enterobacter* sp., *Aeromonas* sp. memiliki nilai kekuatan antibakteri berkisar dari lemah sampai sedang.
2. Nilai KHM untuk PLL dan AMP memiliki kadar lebih rendah berkisar 50 ppm- 250 ppm dibandingkan dengan PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA yang berkisar pada 250 ppm-500 ppm pada berbagai bakteri yang diujikan. Sedangkan potensi relatif memiliki PLL dan AMP memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA jika dibandingkan dengan kloramfenikol.
3. Nilai total bakteri sel hidup mengalami hasil yang berbeda pada setiap polimer yang diujikan. Penurunan jumlah sel bakteri hidup tertinggi pada perlakuan PLL terhadap bakteri *Staphylococcus* sp., Polimer PLL dan AMP memiliki kemampuan untuk menurunkan jumlah sel selama 12 jam sehingga bersifat bakterisidal. Namun, untuk polimer PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA memiliki hasil cenderung fluktuatif tapi cenderung menekan pertumbuhan selama 12 jam pengamatan sehingga polimer ini bersifat bakteriostatik. Sedangkan dari angka konstanta kematian sel memiliki nilai berbeda dari setiap polimer.
4. Analisis kebocoran sel menunjukkan bahwa terdapat kebocoran sel pada membran plasma dari sel bakteri yang diujikan dari perlakuan polimer PLL, AMP dan PLL-g-PEG, PLL-g-PMOXA sedangkan kerusakan dinding sel dari nilai N-Ag memiliki perbedaan hasil perlakuan PLL dan AMP cenderung menyebabkan kerusakan dinding sel namun untuk polimer PLL-g-PEG dan PLL-g-PMOXA cenderung tidak menyebabkan kerusakan peptidoglikan.

SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah

1. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai sifat karakter fisikokimia dari polimer potensial Zeta, sudut kontak air, derajat isoelektrik, dan muatan polimer yang disuspensikan dalam medium bakteri

2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme kerusakan sel yang diamati menggunakan mikroskop elektron
3. Perlu pendalaman pengkajian nilai KHM pada berbagai macam bakteri khususnya bakteri pembentuk biofilm.
4. Penggunaan AMP sebagai polimer antimikroba untuk keperluan biomaterial dapat dianjurkan namun penting untuk meneliti mengenai efektivitas penggunaan polimer di bidang ini.
5. PLL-g-PMOXA dan PLL-g-PEG perlu dikembangkan sifat antibakterinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bidhari Pidhatika, Jens Möller, Viola Vogel, Rupert Konradi. (2008). Nonfouling Surfaces Coating Based On Poli (2-methyl-2-oxazoline). *Chimia*, 62 No.42: 264-269.
- Chen P, Cheng SY, Chan WY, Yip WK. (2009). Soft contact lens cleaning: rub or no-rub?. *Ophthalmic Physiol Opt.*;29:49-57
- Madigan, M. T., J. M. Martinko and D. A Stahl. (2006). *Biology of Microorganisms 9th edition*. Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Meng Chen, Qingsong Yu. (2013). Novel Strategies for the Prevention and Treatment of Biofilm Related Infections. *International Journal of Molecular Sciences*. 14:18488-18501.
- Cristina R. Matos-Pérez, James D. White, Jonathan J. Wilker. (2012). Polymer Composition and Substrate Influences on the Adhesive Bonding of a Biomimetic, Cross-Linking Polymers. *J. Am. Chem. Soc.* 134 (22), 9498-9505.
- Natsir, M. (2008). *Metode Penelitian*. Ghalia. Jakarta.
- Madkour, A. E., Dabkowski, J. A., Nusslein, K. & Tew, G. N. (2009). Fast disinfecting antimicrobial surfaces. *Langmuir* 25, 1060-1067.