

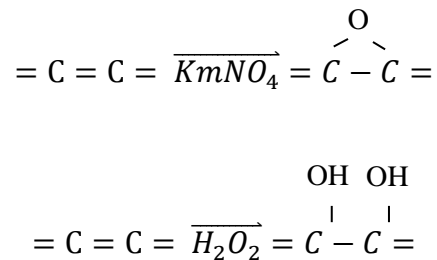
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

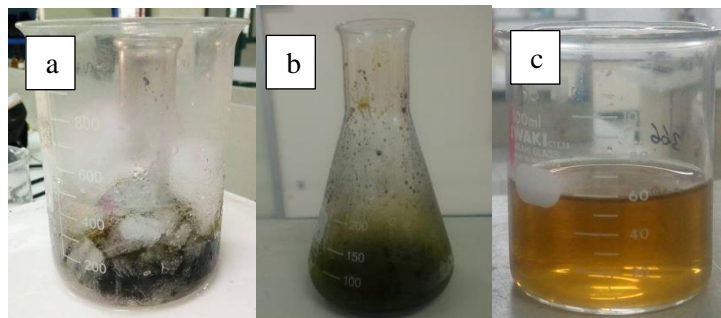
4.1 Preparasi Media *Spons Polyurethane* berlapis Ag-GO

Dalam mensintesis *graphene oxide* pada penelitian ini menggunakan metode Hummers yaitu metode paling umum digunakan dalam mensintesis *graphene oxide* dan sederhana. Dalam penelitian Hummers & Offeman (1958) metode yang dilakukan dalam mensintesis *graphene oxide* yaitu dengan memperlakukan grafit dengan campuran bebas air dari asam sulfat pekat, natrium nitrat dan kalium permanganat. Seluruh proses membutuhkan kurang dari dua jam untuk penyelesaian pada suhu di bawah 45°C dan dapat dilakukan dengan aman dengan mengamati suhu dibawah 45 °C. Dalam menjaga suhu agar dibawah 45°C maka dalam pembuatan larutan GO dilakukan dalam kondisi *ice bath* seperti pada *Gambar 4.1*. Kondisi *ice bath* dilakukan karena reaksi pembentukan senyawa karboksil yang mungkin terjadi dapat menimbulkan reaksi ledakan. Media reaksi yang paling umum untuk GO adalah air, dan ada berbagai cara untuk mendispersikan GO ke dalam air, termasuk *sonication* dan pengadukan mekanis. *Sonication* dapat mengurangi ukuran lembaran GO dari beberapa mikron hingga beberapa ratus nanometer, dan juga memperluas distribusi ukuran, dibandingkan dengan pengadukan mekanis dalam banyak aplikasi (Gao, 2015). Dalam penelitian ini dalam mendispersikan GO di dalam air digunakan pengadukan mekanis menggunakan *magnetic stirrer*. Pengadukan dilakukan dalam waktu yang cukup lama karena untuk membentuk lembaran-lembaran *graphene oxide*. Pada pembentukan GO ditambahkan KMnO₄ sebagai oksidator dalam memecah ikatan rangkap pada atom karbon di dalam grafit. Pada tahap ini suspensi akan berwarna hijau gelap yang menandakan terjadinya reaksi oksidasi seperti pada *Gambar 4.1*. Reaksi kimia dari pembentukan GO dengan menggunakan KMnO₄ adalah pertama, epoksida terbentuk pada ikatan C = C di grafit oleh oksidasi dalam

KMnO₄. Kedua, hidroksil dibentuk oleh oksidasi dalam H₂O₂ (Aziz et al., 2017). Berikut adalah reaksi dari pembentukan GO.



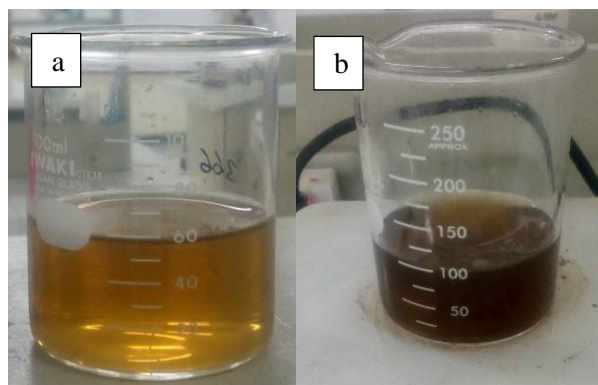
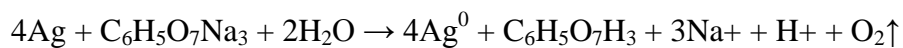
Langkah terakhir adalah memisahkan suspensi dengan alat sentrifugasi, agar diperoleh larutan graphene oxide dan memisahkan dengan endapan. Hasil dari sintesis graphene oxide berupa larutan berwarna kuning kecoklatan seperti pada Gambar 4.1 dan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Jing et al (2015) sebelumnya.



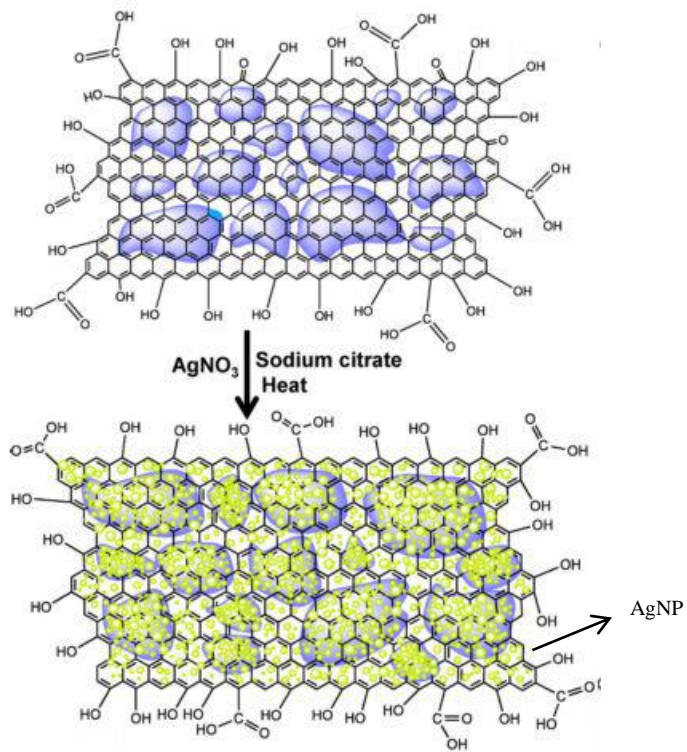
Gambar 4. 1 Proses sintesis GO (a) Sintesis dalam kondisi ice bath (b) Suspensi GO setelah penambahan KMnO₄ dan (c) Larutan GO

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan berbagai cara. Sintesis koloid nanopartikel perak dengan reduksi kimia dan larutan perak nitrat (AgNO₃) merupakan metode yang sering dilakukan karena proses yang sederhana, menggunakan senyawa pereduksi trisodium sitrat (Haryono et al., 2008). Dalam membuat larutan AgGO sintesis AgNP dilakukan dalam larutan *graphene oxide*. Sintesis AgNP dilakukan dengan metode reduksi kimia, yaitu dengan mereduksi AgNO₃ dengan trisodium sitrat (C₆H₅O₇Na₃) sebagai reduktor sekaligus sebagai stabilisator. Partikel berukuran nanometer memiliki *surface area* spesifik yang sangat besar. Pada *surface area* yang besar ikatan kimia antar partikel membentuk

dipol listrik yang kuat sehingga dapat beraglomerasi. Oleh karena itu, stabilisator dalam sintesis nanopartikel perak memiliki peran yang sangat penting. Menurut Ariyanta (2014) konsentrasi trisodium sitrat ($C_6H_5O_7Na_3$) dalam mereduksi $AgNO_3$ dapat mempengaruhi kestabilan nanopartikel yang menyebabkan aglomerasi. Sintesis nanopartikel perak dengan konsentrasi reduktor 0,5% dan 1,0% menghasilkan nanopartikel dengan distribusi ukuran partikel yang cukup stabil sehingga digunakan pada penelitian ini. Pada proses sintesis menunjukkan adanya perubahan warna yang menunjukkan proses pembentukan nanopartikel perak dalam graphene oxide seperti pada *Gambar 4.2*. Dengan melakukan reduksi AgNP dalam larutan *graphene oxide* diharapkan Nanopartikel perak akan menempel pada lembaran-lembaran Graphene Oxide seperti yang di ilustrasikan pada *Gambar 4.3*. Metode reduksi $AgNO_3$ dengan reduktor $C_6H_5O_7Na_3$ banyak digunakan karena sederhana namun perawatan yang sangat baik harus dilakukan untuk membuat koloid stabil. Kemurnian air dan reagen, kebersihan gelas adalah parameter penting. Mekanisme reaksi kima sintesis AgNP menurut Haider et al (2018) dapat dinyatakan sebagai berikut.



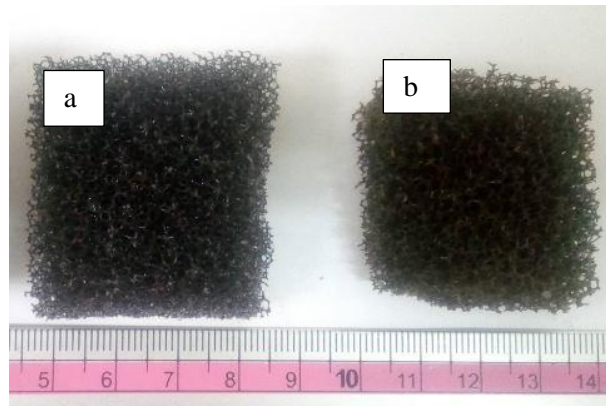
Gambar 4. 2 Proses pembentukan AgGO (a) Larutan GO (b) Larutan AgGO



Gambar 4.3 Ilustrasi pembentukan Ag pada lembaran GO

Sumber: (De Faria et al., 2014)

Metode *coating* yang digunakan merujuk pada metode yang digunakan pada penelitian potensi nanopartikel perak Jain & Pradeep (2005). *Coating* yang dilakukan yaitu dengan cara merendam *spons polyurethane* yang telah di sterilisasi dalam larutan AgGO selama 24 jam. Media *spons polyurethane* yang telah terlapisi AgGO memiliki warna kecoklatan seperti pada *Gambar 4.4*. Proses pelapisan ini menurut Cloutier et al., (2015) yaitu merupakan *coating* strategi *Contact-Killing*, pada proses ini agen antibakteri dilekatkan pada permukaan material yang fleksibel.

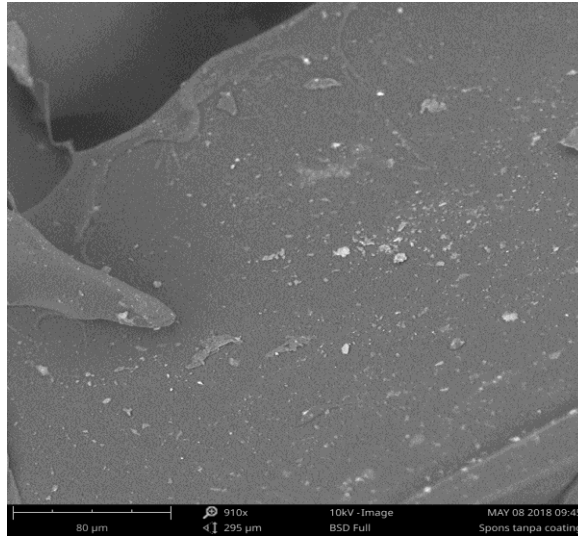


Gambar 4. 4 Spons polyurethane (a) sebelum pelapisan dan (b) sesudah pelapisan AgGO

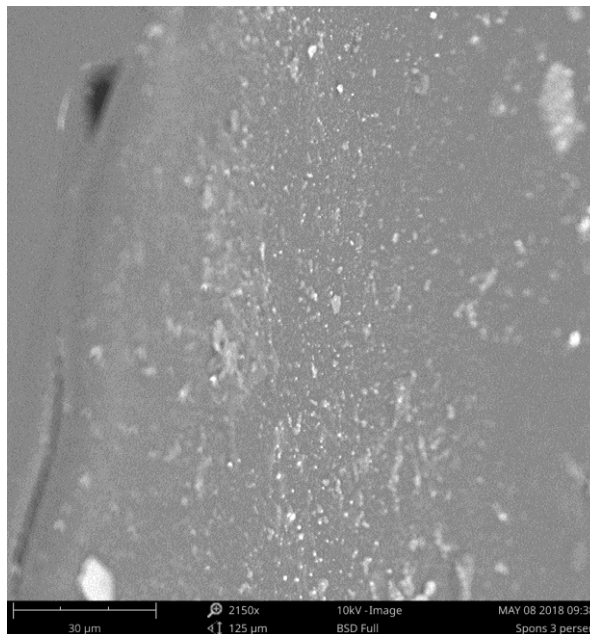
Media *spons polyurethan* dipilih dikarenakan mengandung gugus karbamat yang diharapkan bisa mengikat nanopartikel. Media *spons polyurethane* juga merupakan media yang dapat bertahan lama. Selain itu *polyurethane* memiliki luas permukaan yang tinggi. Sehingga diharapkan pada proses *coating* media terlapis Ag-GO yang dapat tersebar ke seluruh rongga spons. Luas permukaan yang tinggi dapat meningkatkan kontak dengan bakteri.

4.2 Karakterisasi morfologi spons *polyurethane* berlapis Ag-GO

Pada penelitian ini karakterisasi media poliuretan berlapis AgGO belum bisa dilakukan karena keterbatasan alat. Sebelumnya media spons berlapis AgNP telah dilakukan dengan metode reduksi menggunakan pelarut akuades dan telah dilakukan uji SEM. Dari hasil uji tersebut dapat diketahui keberadaan nanopartikel perak dengan ciri berupa bentuk bulat dan tersebar di beberapa tempat di media spons poliuretan dengan perbesaran 2150 x seperti pada *Gambar 4.7*. Terlihat juga adanya perbedaan antara spons tanpa coating *Gambar 4.7* dan spons dengan coating *Gambar 4.8* yang mengindikasikan adanya senyawa lain yaitu nanopartikel perak yang digunakan dalam coating. Hal ini membuktikan bahwa sintesis media AgNP dapat dilakukan.



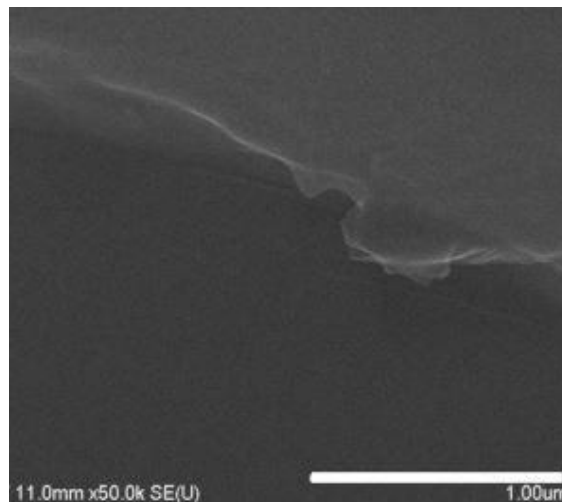
Gambar 4.6 SEM Spons *polyurethane* tanpa *coating*



Gambar 4. 5 SEM spons *polyurethane* dengan *coating*

Untuk karakterisasi media spons polyurethane media terlapisi AgGO dapat dilakukan pendekatan berdasarkan kesesuaian dari penelitain sebelumnya dengan cara preparasi media yang dilakukan pada penelitain ini. Berdasarkan studi literatur metode yang digunakan dalam melakukan sintesis GO sesuai

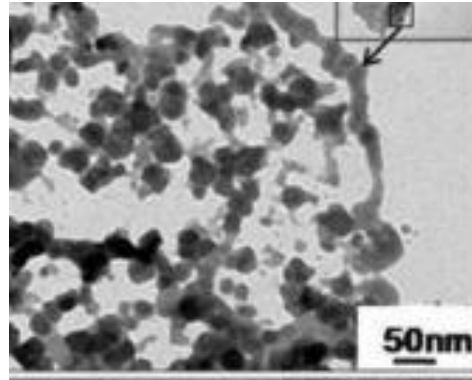
dengan penelitian Jing et al (2015) dan Tu et al (2013) dari penelitan tersebut dijelaskan bahwa pada saat sintesis dilakukan hasil akhir larutan GO yaitu berwarna kuning kecoklatan. Pada penelitian ini diperoleh larutan GO berwarna kuning kecoklatan seperti pada *Gambar 4.1* pada tahap preparasi media. Berikut hasil uji SEM dari penelitan Tu et al (2013). Berdasarkan hasil uji SEM yang dilakukan pada penelitian terdahulu GO berbentuk lembaran tipis.



Gambar 4. 6 SEM Graphene oxide layer

Sumber: (Tu et al., 2013)

Pada penelitan ini larutan AgGO didapatkan dengan mereduksi Ag didalam larutan GO. Pada proses sintesis menunjukan adanya perubahan warna yang menunjukan proses pembentukan nanopartikel perak dalam *graphene oxide*. AgNP dengan ukuran monodispersi akan terdispersi dengan baik pada permukaan *Graphene oxide* (Shao et al., 2015). Berdasarkan hasil uji TEM yang dilakukan pada penelitian terdahulu diketahui bahwa nanopartikel perak akan menempel pada lembaran *graphene oxide* seperti pada *Gambar 4.7*.

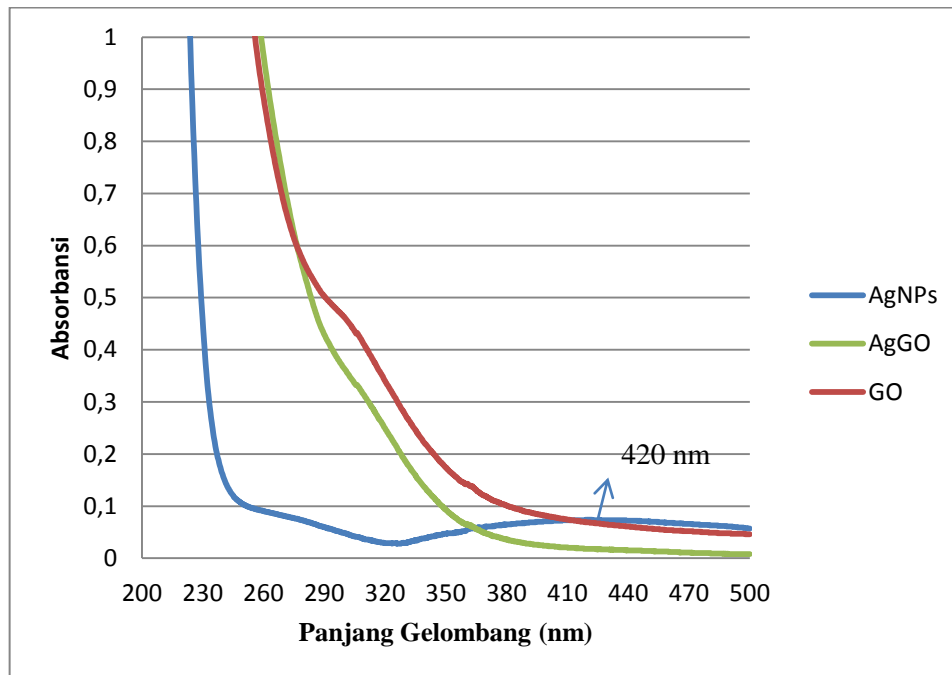


Gambar 4. 7 TEM AgGO

Sumber : (Shao et al., 2015)

4.2 Puncak Serapan Koloid Ag-GO

Pengukuran puncak serapan koloid dilakukan untuk mengidentifikasi pembentukan AgNP dan GO dalam larutan. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 200-500 nm. Pada pengujian ini larutan sampel AgNP, AgGO, dan GO dilakukan pengenceran 10 kali. Berikut adalah hasil uji spektrofotometer larutan sampel AgNP, AgGO, dan GO.



Gambar 4. 8 Puncak serapan panjang gelombang AgNP, AgGO dan GO

Berdasarkan penelitian Nur Suhaili Abdul Aziz et al (2017) puncak panjang gelombang untuk graphene oxide adalah 228-271 nm sedangkan untuk nanopartikel perak (Ag^0) puncak panjang gelombang adalah 398- 424 nm. Dan untuk silver ion (Ag^+) adalah 370 nm - 400 nm (Apriandanu et al., 2014). Berdasarkan *Gambar 4.8* untuk larutan nanopartikel perak menunjukkan adanya puncak panjang gelombang pada 420 nm. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopartikel perak dapat dibuat dengan metode yang digunakan pada penelitian ini. Larutan GO dan AgGO pada *Gambar 4.8* menunjukkan adanya kenaikan puncak panjang gelombang pada panjang gelombang 230 nm yang mengindikasikan adanya GO pada larutan. Pada larutan AgGO puncak panjang gelombang untuk Ag^0 maupun Ag^+ tidak dapat menunjukkan puncak panjang gelombang pada rentang 370 nm – 400 nm hasil ini menunjukkan bahwa tidak ada Ag pada larutan yang dibuat pada penelitian ini. Hal ini bertentangan dengan hasil uji AAS yang dilakukan pada uji *leaching* Ag. Berdasarkan Hasil uji AAS Ag

pada laurtan hasil rendaman media terlapis AgGO menunjukkan adanya konsentrasi Ag pada larutan.

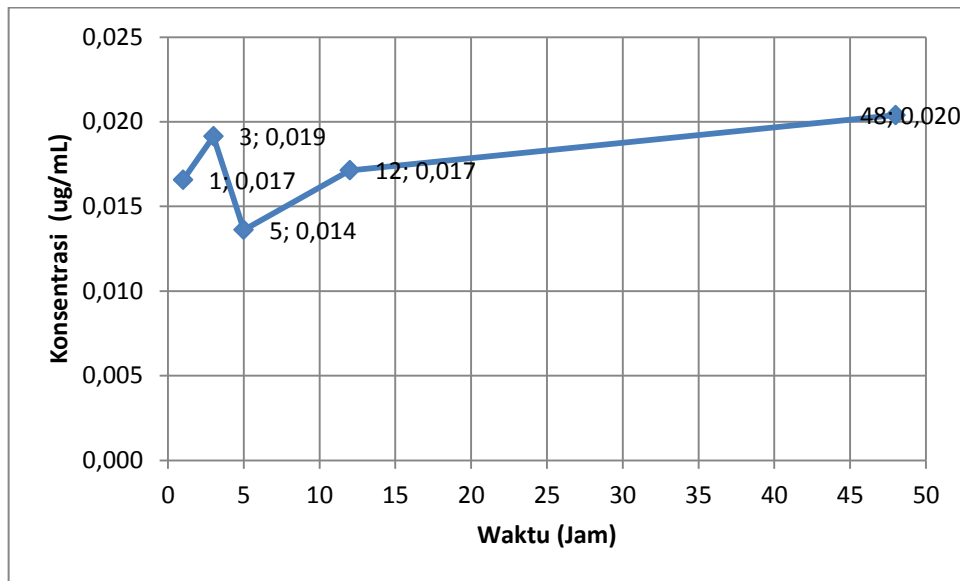
Tabel 4. 1 Konsentrasi leaching Ag terhadap waktu

| Waktu (jam) | Konsentrasi ug/ml |
|-------------|-------------------|
| 1 | 0,041 |
| 3 | 0,048 |
| 5 | 0,034 |
| 12 | 0,043 |
| 48 | 0,051 |

Hasil uji SEM dari penelitian Tu et al (2013) Menunjukkan GO berbentuk lembaran tipis. Pada penelitian ini sintesis AgNP dilakukan dengan mensintesis AgNP dalam laurtan GO yang berbentuk lembaran sehingga nanopartikel perak akan menempel pada lembaran GO. Dengan konsentrasi AgNP yang lebih kecil dibandingkan larutan GO. Hal ini memungkinkan terjadinya penutupan AgNP yang menempel pada lembaran GO tertutup oleh lembaran GO lainnya. Sehingga pembacaan spektrofotometer UV-Vis yang didasarkan pada fenomena penyerapan sinar oleh spesi kimia tertentu di daerah ultra violet dan sinar tampak tidak dapat menyerap panjang gelombang Ag^0 maupun Ag^+ dan yang hanya terbaca adalah larutan GO yang berbentuk lembaran-lembaran.

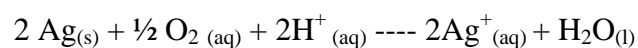
4.3 Hasil Uji *Leaching*

Pada penlitian ini dilakukan uji ketahanan *nanopartikel perak* dalam melapisi media *spons polyurethane*. Media *spons polyurethane* berlapis Ag-GO dilakukan pengujian menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS) dengan cara direndam menggunakan akuades selama 1, 3, 6, 12, dan 48 jam.



Gambar 4. 9 Pelepasan (*leaching*) Ag terhadap lama perendaman

Berdasarkan *Gambar 4.9* diketahui adanya konsentrasi Ag setelah direndam selama 1, 3, 6, 12, dan 48 jam dengan konsentrasi berturut-turut 0,017 ug/mL ; 0,019 ug/mL; 0,014 ug/mL ; 0,017 ug/mL dan 0,020 ug/mL. *Leaching* Ag disebabkan oleh perendaman dengan akuades, menunjukkan bahwa kontak media dengan air memungkinkan Ag mudah terlepas dari media karena degradasi dan faktor oksidasi. Menurut Zheng et al (2018) Pelepasan Ag⁺ dari Ag NP adalah proses oksidasi kooperatif, yang membutuhkan baik oksigen terlarut maupun proton untuk hadir dalam larutan. Kondisi oksigen dan asam dapat meningkatkan pelepasan Ag⁺ dari permukaan Ag NP sesuai dengan reaksi berikut.



Selain itu kestabilan nanopartikel dalam media dapat menyebabkan terjadinya aglomerasi sehingga partikel tumbuh membesar dan mudah terlepas. Terlihat pada lama waktu perendaman menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi *leaching* Ag seperti terlihat pada waktu 48 jam dengan konsentrasi *leaching* tertinggi 0,020 ug/mL. Menurut penelitian yang dilakukan Xia et al (2017) pengaruh pH juga dapat menyebabkan proses leaching namun pada

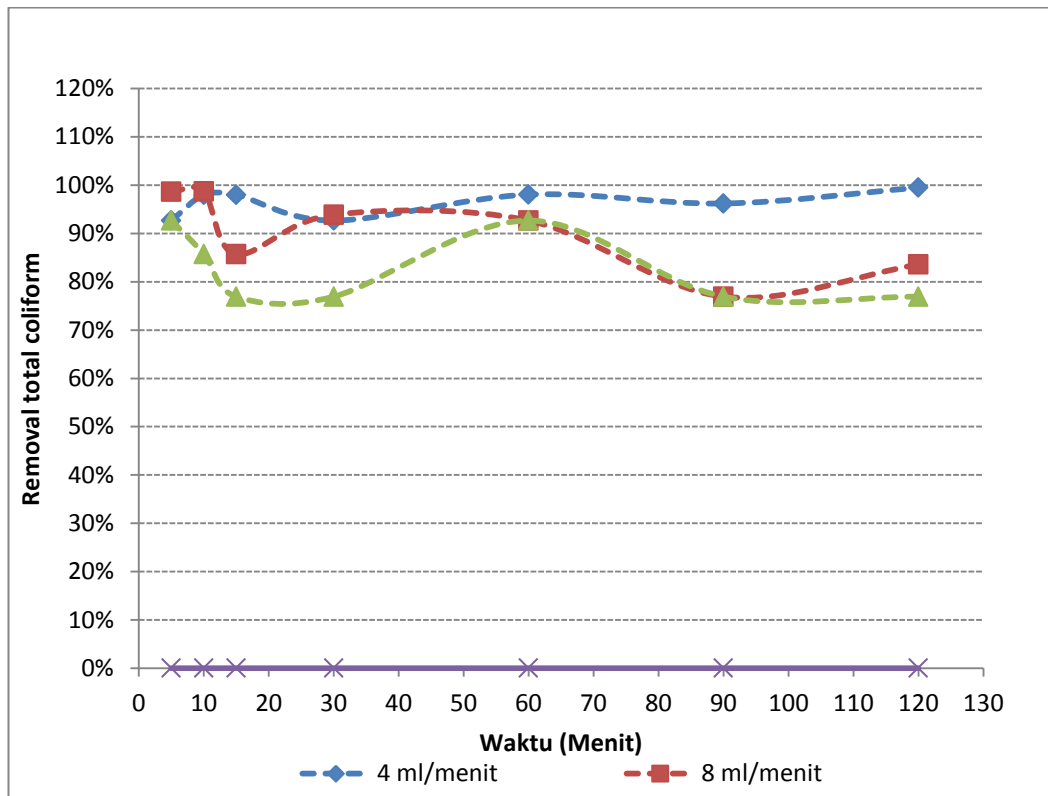
penelitian ini tidak dilakukan pengujian leaching terhadap pH. Untuk mengurangi masalah leaching Maharubin et al (2018) menyebutkan diperlukan strategi yang tepat terutama dalam mengontrol ukuran nanopartikel agar stabil.

Walaupun dengan nilai konsentrasi Ag yang kecil, ini dapat menunjukkan bahwa media *spons polyurethane* berlapis AgGO masih berpotensi mengalami pelepasan Ag. Pelepasan Ag dari media poliuretan berlapis AgGO tertinggi adalah 0,020 ug/mL atau 0,020 mg/L. Berdasarkan analisa risiko perak WHO menyebutkan, tingkat perak yang lebih tinggi, hingga 0,1 mg / liter (konsentrasi yang memberikan dosis total lebih dari 70 tahun separuh manusia NOAEL 10 g), kemudian dapat ditoleransi tanpa risiko terhadap kesehatan. Sehingga hasil uji *leaching* terhadap media spons polyurethane berlapis AgGO masih dalam batas aman untuk waktu perendaman selama 2 hari. Hal ini juga di dukung dengan penggunaan GO sebagai suport dan menstabilkan nanopartikel perak dalam media yang mencegah proses aglomerasi (De Faria et al., 2014).

4.4 Hasil Uji Total Coliform

Uji antibakteri dilakukan untuk mengetahui performa pengurangan bakteri total coliform oleh media. Kelompok *coliform*, yaitu mencakup *spesies Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, dan Klebsiella* (Charles P. Geba, 2009). Berdasarkan penelitian terdahulu nanopartikel perak sangat efektif dalam membunuh *E. Coli* yang merupakan bagian dari kelompok coliform.

Metode yang digunakan dalam melakukan uji antibakteri ini adalah dengan metode *most probable number* (MPN). Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air limbah IPAL komunal Mendiwo melewati media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO. Hasil dari efluent limbah yang telah melewati media, dibandingkan dengan influen air limbah.



Gambar 4. 10 Removal total coliform terhadap kecepatan aliran dan waktu

Berdasarkan hasil uji menggunakan media spons *polyurethane* pada reaktor skala pilot diketahui removal bakteri total coliform seperti terlihat pada *Gambar 4.10* pada uji total coliform ini digunakan media blanko (spons *polyurethane* tanpa coating) sebagai pembanding. Hasil uji untuk media spons *polyurethane* blanko dengan flowrate 4mL/menit menunjukkan tidak ada aktivitas removal terhadap bakteri.

Hasil uji total coliform untuk masing-masing *flowrate* 4mL/menit, 8mL/menit, dan 16 mL/menit menunjukkan adanya perbedaan efisiensi removal. Untuk removal tertinggi terdapat pada *flowrate* 4mL/menit dan efisiensi removal terendah adalah pada *flowrate* 16 mL/menit. Berdasarkan *Gambar 4. 10* terlihat penurunan efisiensi removal total coliform saat *flowrate* semakin cepat. Penurunan efisiensi removal ini disebabkan oleh adanya leaching (pelepasan) perak dari media. Sesuai dengan hasil uji leaching yang telah dilakukan

sebelumnya. Selain itu adanya aliran melewati media secara *downflow* dapat mempercepat leaching karena degradasi nanopartikel, dari grafik dapat diketahui penurunan efisiensi terendah pada laju alir 16 mL/ menit, yang merupakan *flowrate* tinggi pada penelitian ini. Proses perusakan bakteri oleh Ag^+ yang berasal dari nanopartikel perak yang masuk kedalam bakteri juga menurunkan kandungan AgNP dalam media yang mengakibatkan efisiensi media berlapis AgGO bisa berkurang.

Stabilitas media spons *polyurethaen* berlapis Ag-GO dalam mengurangi bakteri dapat disebabkan tidak meratanya nanopartikel perak pada media. Pada proses uji antibakteri yang dilakukan, efisiensi media dalam meremoval total coliform juga mengalami penurunan terhadap lama waktu kontak media dengan air limbah. Pada *flowrate* rendah (4 mL/menit) penurunan tidak terlihat signifikan dan cenderung stabil memiliki efisiensi diatas 90 % selama 120 menit. Pada *flowrate* sedang (8mL/menit) penurunan signifikan terlihat pada waktu 90 menit dan 120 menit. Pada *flowrate* tinggi (16 mL/menit) penurunan signifikan terjadi pada menit ke 15 dan cenderung stabil efisiensi removal sebesar 76 % hingga menit ke 120. Berdasarkan data ini menunjukkan waktu kontak media dengan limbah yang dialirkan juga berpengaruh dalam meremoval bakteri. Hal ini juga didukung dengan penelitian Xia et al (2017) bahwa 0,5 g *Nanosilver diatomite* dapat membunuh lebih dari 99,99% *E.Coli* memerlukan waktu setengah jam.

Berdasarkan *Tabel 4.2* waktu efektif removal total coliform pada penelitian ini terjadi pada 30 menit awal karena adanya pengaruh leaching dan penurunan jumlah Ag^+ yang merusak bakteri. Untuk *flowrate* 4 mL/menit merupakan laju alir yang memiliki efisiensi removal yang baik dibandingkan dengan *flowrate* 8 mL/menit dan 16 mL/menit karena proses desinfeksi media spons polyuretane berlapis AgGO memerlukan waktu kontak dalam membunuh bakteri.

Tabel 4. 2 Efisiensi removal total coliform

| Waktu | Flowrate | | |
|------------|---------------|---------------|----------------|
| | 4 mL/menit | 8 mL/menit | 16 mL/menit |
| 5 | 93% | 99% | 93% |
| 10 | 98% | 99% | 86% |
| 15 | 98% | 86% | 77% |
| 30 | 93% | 94% | 77% |
| 60 | 98% | 93% | 93% |
| 90 | 96% | 77% | 77% |
| 120 | 99% | 84% | 77% |

Log Removal Values (LRV) merupakan langkah lain dalam mengetahui efisiensi antibakteri secara kuantitatif. *Log Removal Values* (LRV) diartikan sebagai ukuran kemampuan suatu proses pengolahan dalam menghilangkan mikroorganisme patogen.

Tabel 4. 3 LRV dari media spons *polyurethane* berlapis AgGO

| Log Removal Values | | | |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Time (minute) | 4 ml/ menit | 8 ml/ menit | 16 ml/menit |
| 5 | 1,1 | 1,9 | 1,1 |
| 10 | 1,7 | 1,9 | 0,8 |
| 15 | 1,7 | 0,8 | 0,6 |
| 30 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 60 | 1,7 | 1,1 | 1,1 |
| 90 | 1,4 | 0,6 | 0,6 |
| 120 | 2,3 | 0,8 | 0,6 |

Data LRV dengan nilai 1, 2, dan 3 secara berurutan akan setara dengan persen removal sebesar 90%, 99%, dan 99,9% dari patogen target. Berdasarkan hasil uji antibakteri ini dapat diketahui efisiensi removal total coliform dapat mencapai > 99% ini berbeda dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa partikel perak dapat meremoval bakteri *E.coli* hingga mencapai 99,99% ini

dikarenakan pengujian dilakukan terhadap removal total coliform dimana e.coli merupakan salah satu kelompok dalam bakteri coliform. Selain itu faktor waktu kontak dan laju aliran juga memberikan pengaruh terhadap pengurangan bakteri total coliform. Berikut tabel perbandingan dengan penelitian terdahulu terhadap media yang dipakai dan nilai efisiensi serta nilai LRV.

Tabel 4. 4 Perbandingan LRV dan Efisiensi pelapisan AgNP terhadap media

| Media | Nanopartikel | Parameter | Efisiensi Removal (LRV) | Efisiensi Removal (%) | Referensi |
|---------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| <i>Ceramic</i> | <i>AgNP</i> | <i>Total Coliform</i> | 1,9 | <99% | (Mikelonis, Lawler, & Passalacqua, 2016) |
| <i>Rice Husk Ash</i> | <i>AgNP</i> | <i>E. Coli</i> | 1,7 | >90% | (He, Ikeda-ohno, Boland, & Waite, 2013) |
| <i>Polyurethane foams</i> | <i>AgNP</i> | <i>E. Coli</i> | 2 | 99% | (Jain & Pradeep, 2005) |
| <i>Polyurethane foams</i> | <i>AgGO</i> | <i>Total Coliform</i> | 2,3 | >99% | Penelitian ini |

Berdasarkan *Tabel 4.4* hasil ini menunjukkan bahwa media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO memiliki efisiensi removal terhadap bakteri lebih baik. Hal ini didukung dengan penggunaan GO sebagai suport untuk mempertahankan AgNP dan memiliki kemampuan removal bakteri sesuai dengan penelitian Shao et al (2015). Selain itu penggunaan poliuretan sebagai media dengan memiliki luas permukaan yang tinggi mendukung kontak bakteri dengan media lebih besar.

Kemampuan removal media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO memiliki efisiensi removal yang tinggi. Namun, hasil efluen limbah IPAL yang digunakan

pada penelitian ini masih tinggi dan belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah seperti pada *Tabel 4.5* . Hal ini disebabkan tingginya kandungan total coliform dalam limbah IPAL komunal, yang di uji langsung dari efluen IPAL komunal menggunakan reaktor skala pilot dengan media berukuran diameter 2 cm dan tinggi 15 cm. Sehingga masih perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai jumlah media yang digunakan dalam menurunkan total coliform agar sesuai baku mutu.

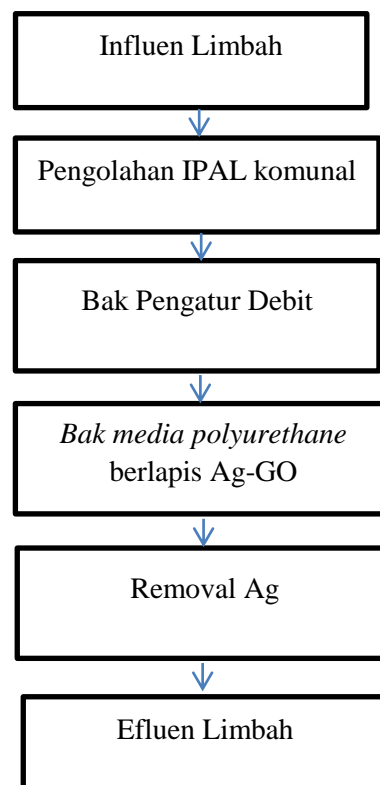
Tabel 4.5 Efluen total coliform dibandingkan dengan baku mutu

| Waktu | Efluent total coliform per 100 mL | | | Baku mutu |
|------------|-----------------------------------|------------|------------|------------------|
| | 4 mL/menit | 5 mL/menit | 6 mL/menit | |
| 5 | 139000 | 26000 | 139000 | 3000 / 100 mL |
| 10 | 38000 | 25000 | 271000 | |
| 15 | 38000 | 271000 | 438000 | |
| 30 | 139000 | 116000 | 438000 | |
| 60 | 37000 | 139000 | 139000 | |
| 90 | 72000 | 438000 | 438000 | |
| 120 | 10000 | 72000 | 438000 | |

Kemampuan removal media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO terhadap totap coliform yang tinggi dapat dijadikan alternatif desinfeksi pada IPAL komunal. Media spons poliuretan merupakan media yang dapat bertahan lama, selain itu jika diterapkan pada IPAL komunal pemasangan media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO tidak rumit dari segi konstruksi namun hal ini masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian unjuk kerja media spons poliuretan berlapis AgGO dapat diketahui bahwa faktor penting dalam penggunaan media spons poliuretan berlapis AgGO sebagai desinfektan adalah waktu kontak media dengan air limbah, untuk itu jika diterapkan dalam IPAL komunal diperlukan bak kontak.

Selain itu pengaruh kontak media AgGO dengan air dapat menyebabkan terlepasnya Ag dari media. Pelepasan Ag dari media ini dapat menyebabkan akumulasi pada efluen dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Sehingga perlu adanya *treatment* setelah proses desinfeksi dengan media AgGO untuk memastikan Ag yang terlepas tidak tersebar ke lingkungan. Menurut lenntech Perak ionik dapat dihilangkan dari air dengan pertukaran ion. Beberapa senyawa perak dapat mengendap dengan koagulasi. Metode lain yang efisien termasuk dengan karbon aktif dan penyaringan pasir. Berikut adalah diagram alir media spons *polyurethane* berlapis Ag-GO jika diterapkan dalam *post treatment* IPAL komunal.



Gambar 4.11 Aplikasi media spons poliuretan berlapis AgGO pada IPAL Komunal