

Skripsi

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR
DARI TUNIKATA *Pyura sp* SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN
UJI POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

BAHRUN

H31114 305



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR
DARI TUNIKATA *Pyura sp* SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN
UJI POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*

Oleh:

BAHRUN

H31114 305



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

Skripsi

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK
TUNIKATA *Pyura sp* SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN
UJI POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

Disusun dan diajukan oleh

BAHRUN

H311 14 305

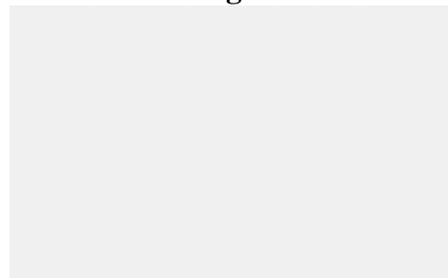
Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama



dryk Mandey, M.Sc
50118 199002 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. Paulina Taba, M.Phill
NIP. 19571115 198810 2 001



Optimization Software:
www.balesio.com

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Tuhan seluruh alam yang telah memberi sebaik-baik nikmat berupa Iman dan Islam yang Alhamdulillah masih diberikan pada diri kita. Shalawat serta salam tidak lupa kami kirimkan kepada Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* sebagai khudwah terbaik sepanjang masa sebab atas perjuangan beliaulah sehingga kita masih bisa merasakan nikmatnya berislam sampai hari ini. Tidak lupa pula kita kirimkan kepada keluarga beliau, sahabat, sahayiyah, tab'in, atba'ut-tabi'in dan orang-orang yang selalu istiqamah di jalan addinul islam ini hingga qadar Allah berlaku atas diri mereka. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Air dari Tunikata *Pyura Sp* sebagai Bioreduktor dan Uji Potensinya sebagai Antibakteri**” sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibundaku **Alm. Bau** yang selalu menjadi motivasi terbesar dalam hidupku untuk menggapai impian ku dan mengajarku arti hidup yang sesungguhnya serta terimakasih kepada Ayahandaku **Patta**, serta kakanda-kakandaku **Bripka Hamaruddin** dan **Fitriana S.Pd** yang selalu mendukung, menyemangati, memotivasi, menasehati tiada henti memberikan doa terbaik sehingga penulis bisa menyelesaikan



skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Drs. Fredryk W. Mandey, M.Si** selaku Pembimbing Utama dan Ibu **Dr. Paulina Taba, M.Phill** selaku Pembimbing Pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu yang begitu berharga serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Ketua dan Sekretaris Departemen Kimia, **Dr. Abdul Karim, M.Si** dan **Dr. St Fauziah M.Si**, seluruh Dosen yang telah membagi ilmunya serta staf Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin. Terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
2. Tim Penguji Ujian Sarjana Kimia, **Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc**, **Dr. Rugaiyah, M.Si**, **Drs. Fredryk W. Mandey, M.Si**, **Dr. Paulina Taba, M.Phill** dan **Erna Mayasari, S.Si, M.Si**. Terima kasih atas bimbingan dan saran-saran yang diberikan.
3. Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Sc** dan **Drs. Fredryk W. Mandey, M.Si** selaku Penasehat Akademik. Terima kasih telah memberikan nasehat dan bimbingan selama mengikuti proses perkuliahan di Jurusan Kimia.
4. **Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (DIKTI)**. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan beasiswa Bidik Misi yang telah diberikan selama \pm 4 tahun.
5. Seluruh analis laboratorium: **Pak Sugeng, Kak Fiby, Kak Linda, Ibu Tini,**

Anti, Pak Iqbal, kak Hanna dan kak Heryanto. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penelitian.



6. Kawan-kawanku **Prekursor 2014**. Terima kasih atas semua dukungan, semangat dan persahabatan yang telah kalian berikan selama ini.
7. Seluruh warga dan alumni **KMK FMIPA Unhas**. HMK tempat kita dibina, HMK tempat kita ditempa.
8. Kakak-kakak, adik-adik, serta alumni **KM FMIPA Unhas**. *Salam Use Your Mind Be The Best*.
9. KKN Gel. 96 Kabupaten Maros, Kecamatan Cenrana, Posko Baji Pamai': **NUR, KAK ANDI, AYU, ANGGI**. Terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman berharga selama di lokasi KKN.
10. Teman-temanku **SMAN 1 Bontomatene**. Terima kasih atas motivasi dan pengalaman berharga selama di bangku SMA.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para peneliti selanjutnya.

Makassar, Januari 2019

Penulis



ABSTRAK

Sintesis nanopartikel perak telah dilakukan dengan mereaksikan prekursor ekstrak air dari *Pyura sp* sebagai bioreduktor dan AgNO_3 1 mM. Sintesis pada pH 8 dengan perbandingan komposisi ekstrak dan larutan AgNO_3 1:40 sambil diaduk selama 2 jam. Nanopartikel selanjutnya dikarakterisasi menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis, FT-IR, XRD, serta PSA dilanjutkan dengan pengujian bioaktivitasnya sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli*. Karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mengetahui pembentukan nanopartikel yang ditandai dengan munculnya puncak absorbansi pada kisaran panjang gelombang 420-460 nm. Selanjutnya, difraktogram pengujian menggunakan instrument XRD menunjukkan puncak difraksi pada (2θ) 37,81, 44,04, 64,40 dan 77,51 dengan indeks miller masing-masing puncak difraksi adalah {111} {200} {220} dan {311}, struktur kristal FCC dengan ukuran antara 46,22-52,57 nm. Perbandingan spektrum FT-IR ekstrak air *Pyura sp* dan nanopartikel perak memperlihatkan adanya kontribusi gugus fungsi OH dalam mereduksi ion perak yang ditunjukkan oleh adanya penurunan intensitas absorbansi pada daerah bilangan gelombang 3400 cm^{-1} setelah terbentuknya nanopartikel perak dan diperkuat munculnya peak khas Ag-O pada daerah bilangan gelombang 542 cm^{-1} . Distribusi ukuran nanopartikel berdasarkan analisis PSA menunjukkan dominasi partikel berukuran antara 61-80 nm dengan persentase 19% dan diameter partikel terkecil yang diperoleh adalah 1,2 nm. Hasil tersebut menunjukkan potensi ekstrak air *Pyura sp* sebagai bioreduktor untuk sintesis nanopartikel. Nanopartikel perak dengan konsentrasi 3,6 mg/mL memiliki zona hambat 11,85 mm terhadap *E.coli* dan 12,525 mm terhadap *S. aureus*

Kata kunci: antibakteri, bioaktivitas, bioreduktor, FCC, PSA, *Pyura sp*



ABSTRACT

The synthesis of silver nanoparticles has been carried out by mixing of a precursors consist of water extract of *Pyura sp* as bioreductor and AgNO₃ 1 mM, at pH 8 with a ratio of the composition of the extract and AgNO₃ solution to 1:40 with stirring for 2 hours. Resulted nanoparticles were then characterized underwent UV-Vis and FTIR spectroscopy, XRD and PSA instruments, and further tested its bioactivity against *Staphylococcus aureus* and *Echerichia coli* bacteria. Characterization by UV-Vis spectrophotometer was carried out to determine the formation of nanoparticles characterized by the appearance of absorbance peaks in the wavelength range of 420-460 nm. The diffractogram results of XRD measurements showed 2 Θ diffraction peaks at 37.81, 44.04, 64.40 and 77.51 with the miller index of each diffraction peak are {111}, {200}, {220} and {311}respectiely. Further, FCC crystal structure gave a size values of between 46.22-52.57 nm. Another spectroscopy data, the FT-IR spectral shows the presence of OH functional groups in the bioreducing agent extract which shown a decreasing of intensity of absorbance at a frequency of 3400 cm⁻¹ after the formation of silver nanoparticles corresponded to the formation of a typical peak of Ag-O atthe wave number area of 542 cm⁻¹. The size distribution of nanoparticles based on PSA analysis shows the dominance of particles between 61-80 nm with a percentage of 19% and which the smallest particle diameter obtained is 1.2 nm. These results indicate the potential of water extract of *Pyura sp* as a bioreductor for the synthesis of nanoparticles. Silver nanoparticles with a concentration of 3.6 mg /mL have a inhibition zone of 11.85 mm against *E. coli* and 12.525 mm against *S. aureus*.

Keywords: antibacterial, bioactivity, bioreductor, FCC, PSA, *Pyura sp*



DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Nanoteknologi	6
2.2 Nanopartikel	7
2.3 Nanopartikel Perak	11
2.4 Karakterisasi Nanopartikel	14
Uji Perubahan Warna	14
Spektroskopi UV-Visible	15



c. X-Ray Diffraction (XRD).....	15
d. Analisis <i>Fourier Transform Infrared Spectrometer</i> (FT-IR)	16
e. <i>Particle Size Analysis</i> (PSA)	16
2.5 Tinjauan Umum Tunikata	17
2.6 <i>Pyura sp.</i>	18
2.7 Tinjauan Umum Bakteri Uji.....	20
2.7.1 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	20
2.7.2 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Alat Penelitian	23
3.2 Bahan Penelitian.....	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Preparasi Sampel	24
3.4.2 Ekstraksi Sampel.....	24
3.4.3 Uji Fitokimia	25
3.4.3.1 Uji Tanin	25
3.4.3.2 Uji Flavonoid.....	25
3.4.3.3 Uji Saponin.....	25
3.4.3.4 Uji Steroid	25
3.4.3.5 Uji Terpenoid	26
3.4.3.6 Uji Alkaloid.....	26
4.4 Pembuatan Larutan AgNO ₃ 1 mM untuk Sintesis Nanopartikel	26
4.5 Optimasi pH	26



3.4.6 Optimasi Komposisi Larutan.....	27
3.4.7 Sintesis Nanopartikel.....	27
3.4.8 Analisis Spektrofotometer UV-Vis	27
3.4.9 Analisis PSA	28
3.4.10 Analisis FTIR	28
3.4.11 Persiapan Medium.....	30
a. Pembuatan Medium Nutrien Agar Miring	28
b. Pembuatan Medium Muller Hinton Agar (MHA).....	28
c. Peremajaan Bakteri Uji.....	29
d. Pembuatan Larutan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif.....	29
3.4.12 Uji Bioaktivitas Antibakteri	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Uji Fitokimia Ekstrak Air <i>Pyura sp</i>	30
4.2 Biosintesis Nanopartikel Perak.....	31
4.2.1 Penentuan Kondisi Optimum Sintesis Nanopartikel Perak....	31
4.2.1.1 Optimasi pH.....	32
4.2.1.2 Optimasi Komposisi.....	35
4.2.2 Sintesis Nanopartikel.....	38
4.3 Karakterisasi Nanopartikel.....	39
4.3.1 Karakterisasi dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	40
4.3.2 Karakterisasi dengan FT-IR.....	43
4.3.3 Karakterisasi dengan XRD.....	45
3.4 Karakterisasi dengan PSA.....	47
4 Uji Antibakteri.....	48



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil uji fitokimia ekstrak Air dari <i>Pyura sp</i>	30
2. Pergeseran panjang gelombang nanopartikel perak sebagai fungsi Waktu.....	34
3. Pengamatan pergeseran panjang gelombang maksimum koloid nanopartikel perak dengan variasi komposisi.....	37
4. Serapan UV-Vis pembentukan nanopartikel perak.....	41
5. Data serapan FT-IR ekstrak air dari <i>Pyura sp</i> dan nanopartikel perak	44
6. Data hasil analisis difraksi nanopartikel secara teoritik.....	46
7. Data hasil analisis ukuran kristal nanopartikel perak.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hewan Tunikata	17
2. Gambar mikroskopik <i>Staphylococcus aureus</i>	22
3. Koloid nanopartikel perak pada berbagai pH.....	32
4. Spektrum UV-Vis koloid nanopartikel perak pada berbagai pH.....	33
5. Koloid nanopartikel perak dengan variasi komposisi.....	35
6. Spektrum UV-Vis koloid nanopartikel perak pada berbagai komposisi	36
7. Ekstrak air dari <i>Pyura sp</i> (a), larutan AgNO ₃ 1 mM (b) dan koloid nanopartikel perak (c).....	38
8. Mekanisme reaksi reduksi Ag ⁺ oleh senyawa flavonoid.....	39
9. Spektrum UV-Vis larutan AgNO ₃ 1 mM, ekstrak air dari <i>Pyura sp</i> dan nanopartikel perak.....	40
10. Koloid nanopartikel perak a. 2 jam b. 1 hari c. 9 hari.....	41
11. Grafik perubahan absorbansi terhadap fungsi waktu.....	42
12. Spektrum FT-IR ekstrak air dari <i>Pyura sp</i> dan nanopartikel perak.....	43
13. Difraktogram nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak air dari <i>Pyura sp</i>	45
14. Histogram distribusi ukuran nanopartikel perak berdasarkan intensitas	47
15. Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji <i>Escherichia coli</i>	49
16. Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji <i>Staphylococcus Aureus</i>	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alur Penelitian.....	63
2. Bagan Kerja Preparasi Sampel dan Ekstraksi Sampel.....	64
3. Bagan Kerja Optimasi pH.....	65
4. Bagan Kerja Optimasi Komposisi Larutan.....	66
5. Bagan Kerja Uji Fitokimia.....	67
6. Bagan Kerja Sintesis Nanopartikel Perak.....	69
7. Bagan Kerja Karakterisasi Nanopartikel.....	70
8. Bagan Kerja Uji Bioaktivitas Antibakteri.....	71
9. Dokumentasi Penelitian.....	72
10. Hasil Uji Fitokimia.....	73
11. Spektrum FT-IR Ekstrak Air dari <i>Pyura sp.</i>	74
12. Spektrum FT-IR Nanopartikel Perak.....	75
13. Hasil Analisis XRD.....	76
14. Data JCPDS Nanopartikel Perak.....	77
15. Hasil Analisis PSA.....	78
16. Pengamatan Uji Aktivitas Antibakteri.....	85
Uji Aktivitas Antibakteri.....	86



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti
AgNP	Nanopartikel Perak
DLS	<i>Dinamyc Light Scatterin</i>
Deg	<i>Degree</i>
FCC	<i>Face Centered Cubic</i>
FT-IR	<i>Fourier Transform Infrared Spectrometer</i>
FWHM	<i>Full Widhth at Half Maximum</i>
JCPDS	<i>Joint Committee on Powder Diffraction Standards</i>
PSA	<i>Particle Size Analyzer</i>
Rad	<i>Radian</i>
SPR	<i>Surface Plasmon Resonance</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa yang berkaitan dengan sintesis dan karakterisasi material baik secara struktural maupun fungsional dalam ukuran nanometer (Madhuri, dkk., 2012; Abdullah dan Khaerurijjal, 2009; Sharma dkk., 2009). Nanoteknologi tidak hanya terbatas pada partikel dengan ukuran nanometer saja, namun juga sekaligus merupakan studi tentang manipulasi materi pada ukuran atom dan molekular (Horikoshi dan Serpone, 2013; Mittal, dkk., 2016), serta bagaimana memproduksi dan mengetahui kegunaan dari sifat baru material nano yang dihasilkan (Abdullah dan Khaerurijjal, 2009). Nanoteknologi merupakan teknologi yang muncul dari perkembangan pesat material nanokomposit menjadi produk baru dengan berbagai aplikasinya. Produk nanoteknologi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan material berukuran besar (*bulk*), diantaranya: memiliki sifat-sifat fisiko-kimia yang lebih unggul karena keunikan sifat optik, termal dan listriknya (Panigrahi dkk., 2004).

Beberapa tahun terakhir nanoteknologi menarik perhatian para ilmuwan material di seluruh dunia (Edhaya dan Prakash, 2013) dan menjadi bidang riset paling diminati (Zhang dkk., 2011). Nanoteknologi berkembang dengan cepat dan sangat menjanjikan karena aplikasinya yang sangat luas dalam berbagai sektor, seperti medis, pertanian, kelautan dan industri (Singh, 2016). Ciri khas

partikel adalah pada ukuran partikelnya yang berskala nanometer, yaitu sekitar 1-100 nm. Material nanopartikel memiliki



sifat-sifat atau karakteristik fisik dan kimia yang unggul dibandingkan dengan struktur yang lebih besar (Canham dan Overton, 2000; Hosokawa dkk., 2007).

Nanopartikel logam adalah objek yang paling banyak diteliti diantara berbagai produk nanomaterial dan telah mengalami tingkat kemajuan yang sangat signifikan tidak saja karena kemudahan proses sintesisnya tetapi juga aplikasinya yang luas pada berbagai bidang seperti: medisinal, optik, sensor, antimikroba, pelabelan biologi, elektronik, pertanian, katalis, produk kecantikan, zat pelapis permukaan dan masih banyak lagi (Elgorban dkk., 2016; Lembang, 2014; Feldheim dan Foss, 2002). Pada umumnya nanopartikel logam disintesis menggunakan dua metode yaitu: fisika (*top down*) dan kimia (*bottom up*), yang memiliki beberapa kelemahan seperti: penggunaan energi yang cukup besar, serta menggunakan bahan kimia yang mahal dan berbahaya. Hal ini mendorong upaya pengembangan metode sintesis nanopartikel yang ramah lingkungan (*green synthesis*). Pendekatan metode ramah lingkungan dalam sintesis nanopartikel memberikan kinerja dan hasil yang jauh lebih baik karena dilakukan pada tekanan 1 atmosfer, suhu kamar, bersifat ekonomis, serta bebas dari penggunaan bahan kimia berbahaya (Rajeshkumar dkk., 2012).

Nanopartikel perak (NPAg) merupakan nanopartikel yang paling banyak disintesis dibandingkan nanopartikel logam lainnya karena dapat diaplikasikan ke berbagai bidang kehidupan, (Aravinthan, dkk., 2015), serta digunakan untuk pengembangan perangkat generasi nano baru (Norouzi dkk., 2016). Perak adalah

salah satu jenis logam yang banyak diaplikasikan dalam bidang medis, karena memiliki sifat anti bakteri dan jamur serta sifatnya yang tidak toksik terhadap



kulit manusia. Melalui penggunaan nanoteknologi, partikel perak dapat diproduksi dengan ukuran nanometer sehingga memiliki kinerja dan aktivitas yang lebih baik dibanding partikel perak dengan ukuran yang lebih besar (Ristian, 2013).

Sintesis nanopartikel menggunakan metode *green synthesis* yang ramah lingkungan umumnya dilakukan dengan bantuan bahan alam yang berasal dari organisme (hewan, tumbuhan dan mikroorganisme) baik darat maupun laut. Beberapa bahan yang telah digunakan sebagai media sintesis nanopartikel antara lain: ekstrak tumbuhan, jamur, ragi, bakteri, virus dan alga yang diketahui mengandung metabolit sekunder yang berperan dalam mereduksi ion logam seperti terpenoid, fenolik, alkaloid, amina, amida, protein dan pigmen (Asmathunisha dan Kathiresan, 2013; Keat dkk., 2015; Seabra dkk., 2013).

Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak hewan laut sebagai bioreduktor juga telah dilakukan meskipun belum banyak. Inbakandan dkk. (2012), menyintesis nanopartikel perak berdiameter 15–34 nm menggunakan ekstrak air dari spons *Acanthella* sebagai bioreduktor. Selanjutnya, Umayaparvathi dkk. (2013), menyintesis nanopartikel perak berdiameter 10,5 nm dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri dengan menggunakan bioreduktor ekstrak air dari *Saccostrea cucullata*. Hamed dan Givianrad (2015), juga berhasil melakukan sintesis nanopartikel perak yang berdiameter 27-46 nm menggunakan ekstrak air dari spons *Haliclona* sebagai bioreduktor.

Salah satu jenis invertebrata laut yang berpotensi untuk digunakan sebagai bioreduktor pada sintesis nanopartikel perak adalah tunikata (*Pyura sp*).Tunikata adalah salah satu invertebrata laut yang memiliki kandungan kimia beragam dan

ikan sebagai bahan antimitotik, anti tumor, antiinflamasi, immunosupresan anker. Beberapa metabolit sekunder yang berhasil diisolasi dari tunikata



adalah senyawa turunan asam amino seperti peptida, alkaloid dan senyawa turunan triptophan (Aiello dkk., 2003).

Ekstraksi merupakan suatu metode yang digunakan untuk memisahkan campuran dari zat padat dengan bantuan zat cair sebagai pelarut. Ekstraksi dapat dilakukan dengan pelarut air maupun pelarut organik (Haerudin, dkk., 2017). Menurut Suarsa dkk. (2011), penggunaan pelarut air dalam proses ekstraksi bahan-bahan alami memiliki rendemen tertinggi hal ini disebabkan pelarut air merupakan pelarut polar yang memiliki gugus hidroksil. Gugus tersebut dapat berpartisipasi untuk membentuk ikatan hidrogen sehingga membuat cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya yang memiliki massa molekul yang sama, sehingga hal ini dapat mengekstrak senyawa-senyawa yang bersifat polar dengan baik.

Berdasarkan uraian di atas maka sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan ekstrak air dari tunikata (*Pyura sp*) sebagai bioreduktor, serta diuji aktivitasnya sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli*. Parameter kunci seperti komposisi larutan dan pH, serta karakterisasi nanopartikel menggunakan beberapa instrumen seperti spektrofotometer UV-Vis, PSA, XRD dan FTIR juga akan didalami pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana kemampuan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp* sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak?



2. bagaimana karakteristik nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp*?
3. bagaimana aktivitas nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp*, terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp* sebagai bioreduktor dan menguji bioaktivitasnya sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. menentukan kemampuan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp* sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak
2. mengkarakterisasi nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp*
3. menentukan bioaktivitas nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak air dari tunikata *Pyura sp* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang sintesis nanopartikel perak dan memanfaatkan potensi nanopartikel perak dalam berbagai bidang khususnya dalam bidang kesehatan dan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Nanoteknologi

Nanoteknologi secara umum didefinisikan sebagai teknologi perancangan, pembuatan dan aplikasi struktur/material berukuran nanometer. Nanoteknologi tidak hanya terbatas pada bagaimana cara menghasilkan material atau partikel berukuran nanometer, melainkan juga memiliki pengertian yang lebih luas termasuk bagaimana cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat (Ariyanta, dkk., 2014). Penelitian di bidang nanoteknologi saat ini merupakan kajian sains material yang paling menarik dengan tingkat perkembangan tertinggi karena banyaknya produk-produk baru yang dihasilkan dengan kinerja yang sangat baik, sehingga hal ini mengarahkan peneliti untuk lebih intensif melakukan sintesis material berukuran nano (Gopinath dkk., 2012; Natarajan dkk., 2010).

Selanjutnya, salah satu cabang dari nanoteknologi yang saat ini berkembang sangat pesat adalah bio-nanoteknologi yang mengintegrasikan prinsip-prinsip biologi dengan prosedur fisikokimia untuk menghasilkan partikel berukuran nano dengan fungsi spesifik (Kathiresan dkk., 2009; Qi dan Wang, 2004; Roduner, 2006). Metode berbasis bahan alam ini sangat cocok diterapkan dalam sintesis nanopartikel logam karena biayanya relatif murah serta bersifat ramah lingkungan karena menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry* yang

serta mudah diterapkan untuk produksi dalam skala yang lebih besar (Aria dkk., 2008; Ravani, 2011; Prabhu dan Poullose, 2012).



2. 2 Nanopartikel

Nanopartikel, material baik alami maupun hasil sintesis dengan ukuran partikel 1-100 nm, telah menarik perhatian banyak pihak karena perannya yang penting dan strategis dalam pengembangan sains dan teknologi material (Yeo dkk., 2007; Wahyudi dan Rismayani, 2008). Namun demikian, beberapa produk nanopartikel dengan ukuran partikel di atas 100 nm juga telah berhasil disintesis dengan bahan baku yang berasal dari bahan alam seperti kurkumin, *paclitaxel* dan *praziquantel* dengan ukuran partikel berturut-turut adalah 450, 147,7 dan > 200 nm. Sehingga nanopartikel dapat juga diperluas pengertiannya menjadi sistem koloid sub-mikro (<1 μm) (Rismana dkk., 2012).

Selain ukuran partikelnya yang sangat kecil, yaitu < 100 nm, nanopartikel memiliki beberapa kelebihan dibandingkan material lain, antara lain: kemampuan untuk menembus ruang-ruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh partikel dengan ukuran koloid (Buzea dkk., 2007; Wahyudi dan Rismayani, 2008), kemampuan untuk menembus dinding sel yang lebih tinggi, baik melalui difusi maupun opsonifikasi dan fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain sehingga membuka potensi yang luas untuk dikembangkan pada berbagai keperluan. Selanjutnya, nanopartikel juga memiliki afinitas yang lebih tinggi karena luas kontak permukaan kontak dalam jumlah partikel yang sama (Kawashima dkk., 2000).

Karakteristik spesifik nanopartikel seperti sifat optik, mekanik, konduktif dan toksisitas sangat bergantung pada ukuran, distribusi,

geometri partikel, fasa dan rasio luas permukaan/volume (Willems dan Berg, 2005; Satalkar dkk., 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Mock



(2002) dan Kholoud (2009), menunjukkan bahwa bentuk geometri nanopartikel berperan penting dalam penentuan resonansi plasmon permukaan yang mengakibatkan pergeseran spektrum nanopartikel ke arah panjang gelombang yang lebih besar seiring dengan peningkatan ukuran partikel. Bentuk serta ukuran nanopartikel juga akan mempengaruhi sifat mekaniknya sebagai material komposit. Penelitian Kashiwagi (2005), menemukan bahwa nanopartikel yang memiliki aspek rasio tinggi cenderung memberi perlindungan yang lebih efektif terhadap panas. Sejumlah sifat tersebut dapat diubah-ubah melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan dan pengontrolan interaksi antar partikel (Bandyopandhyay, 2008; Feldheim dan Foss, 2002).

Beberapa jenis nanopartikel yang telah dikembangkan diantaranya adalah nanopartikel logam, oksida logam, semikonduktor, polimer dan material karbon (Nagarajan dan Horton 2008). Nanopartikel logam menarik minat para peneliti karena aplikasinya yang luas diantaranya adalah: detektor, elektronika, katalis, kosmetik, obat-obatan, antimikroba bioteknologi, optik dan mikroelektronika (Yeo dkk., 2007; Sharma dkk., 2009; Mo dkk., 2015; Wahyudi dan Rismayani, 2008). Secara garis besar, pembentukan nanopartikel logam dapat dilakukan dengan metode *top down* (metode fisika) dan *bottom up* (metode kimia). Metode fisika (*top down*) dilakukan dengan memecah padatan logam yang berukuran besar menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano melalui proses penggilingan (*grinding*). Sedangkan metode kimia (*bottom-up*) yang juga dikenal sebagai

self assembly dilakukan dengan cara melarutkan prekursor partikel yang mengandung logam, agen pereduksidan penstabil sehingga terbentuk



nanopartikel logam (Feldheim dan Foss, 2002; Lembang, 2014; Chou dan Lu, 2008).

Ada 2 (dua) metode yang umum digunakan untuk menyintesis nanopartikel yaitu metode *top-down* (metode fisika) dan *bottom-up* (metode kimia). Metode *top-down* diantaranya adalah *smashing* mekanik, reaksi fase padat, ablasi laser, penggilingan dengan bola berenergi tinggi, deposisi uap fisik, pengeringan beku, *spray-dryer*, *ion-sputtering*, sintesis solvotermal, teknik sol-gel dan presipitasi (Lavanya dkk., 2013; Panda dkk., 2014). Sedangkan yang termasuk dalam metode *bottom-up* (metode kimia) antara lain: reduksi elektrokimia, metode template, reduksi ultrasonik, reduksi fotokatalitik, sintesis microwave, reduksi biokimia, reduksi iradiasi dan metode mikroemulsi (Hussain dkk., 2014).

Namun demikian metode-metode tersebut menimbulkan berbagai masalah, seperti penggunaan pelarut beracun, menghasilkan limbah berbahaya yang sulit didegradasi dan mengonsumsi energi yang tinggi, serta membutuhkan biaya yang mahal. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu metode yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah. Hal inilah yang menjadi dasar dikembangkannya *green synthesis* yaitu metode sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak tanaman, hewan, atau mikroorganisme sebagai metode alternatif (Singh, 2016; Masakke, 2015).

Pemanfaatan tumbuhan untuk sintesis nanopartikel didasarkan pada kemampuan tumbuhan untuk menyerap ion logam dari lingkungan serta

nya melalui proses metabolisme yang kompleks dan diakumulasikan organ tertentu. Tumbuhan diketahui memiliki senyawa-senyawa



organik yang dapat berfungsi sebagai reduktor untuk menggantikan reduktor anorganik. Penggunaan senyawa organik tumbuhan untuk sintesis nanopartikel dikenal sebagai biosintesis dan merupakan metode yang ramah lingkungan, serta lebih sederhana (Handayani, 2010).

Biosintesis merupakan salahsatu metode pembentukan nanopartikel dengan menggunakan pendekatan *bottom-up* (metode kimia) melalui reaksi reduksi/oksidasi (Duran dkk., 2011). Biosintesis nanopartikel menggunakan bahan alam berasal dari ekstrak mikroba, hewan atau tanaman menarik perhatian banyak peneliti nanoteknologi dalam beberapa dekade terakhir ini (Malik dkk., 2014). Sintesis nanopartikel dengan metode biosintesis ini melibatkan kelompok senyawa organik seperti enzim, protein dan karbohidrat ataupun metabolit sekunder dari tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme terutama golongan polihidroksi, flavonoid dan terpenoid yang diketahui dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dalam pembentukan nanopartikel (Maryani dkk., 2017; Shankar dkk., 2004; Daniel dkk., 2012). Ekstrak organisme diduga bertindak sebagai pereduksi, penstabil, atau kedua-duanya dalam proses pembentukan nanopartikel (Chandran dkk., 2006). Secara umum, ada tiga langkah utama yang berlangsung dalam *green synthesis*, yaitu pemilihan media, seleksi agen pereduksi dan pemilihan zat untuk stabilisasi nanopartikel (El-Shishtawy dkk., 2011).

2.3 Nanopartikel Perak

Perak merupakan logam transisi bertekstur lembut, berwarna putih berkilau, serta memiliki konduktivitas listrik dan termal yang tinggi, digunakan sebagai kebutuhan seperti koin, bejana, larutan, foil, jahitan dan koloid, dep dan sebagainya. Perak juga diketahui merupakan bahan yang baik



untuk pengobatan penyakit menular dan infeksi bedah (Alexander, 2009). Logam perak diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang disebabkan oleh beberapa hal seperti kemampuan merusak dinding sel bakteri, mengganggu metabolisme sel dan menghambat sintesis sel mikroba. Mekanisme aktivitas antimikroba perak umumnya melalui interaksinya dengan materi genetik di dalam sel seperti DNA serta komponen makromolekul lainnya seperti protein. Logam perak diketahui bersifat toksik bagi mikroba tetapi aman bagi manusia. Seiring dengan semakin bertambahnya kemampuan resistensi beberapa mikroba patogenik terhadap antibiotic maka penggunaan perak sebagai bahan antimikroba semakin potensial untuk diteliti (Haryono dkk., 2008)

Perkembangan pesat dalam bidang nanoteknologi memungkinkan untuk membuat nanopartikel perak yang memiliki reaktivitas lebih tinggi secara kimiawi dan kemudahannya untuk membentuk ion lebih tinggi dibandingkan partikel perak yang lebih besar. Selain itu, rasio luas permukaan terhadap volume akan semakin meningkat dengan semakin mengecilnya ukuran partikel. Nanopartikel perak telah terbukti memiliki kemampuan yang baik sebagai antimikroba yakni bakteri, virus dan mikroorganisme eukariotik lainnya (Gong dkk., 2007).

Mekanisme kerja antibakteri nanopartikel perak menurut Li dkk. (2008), meliputi tahap-tahap berikut:

1. proses adhesi nanopartikel pada permukaan bakteri akan mengubah sifat membran selnya sehingga nanopartikel yang berukuran kecil dengan luas permukaan besar akan mampu berinteraksi dengan permukaan mikroorganisme.

Nanopartikel perak yang masuk ke dalam sel bakteri akan menyebabkan kerusakan pada DNA bakteri.



3. nanopartikel perak selanjutnya akan melepaskan ion Ag^+ yang dapat berinteraksi dengan protein yang mengandung sulfur dalam dinding sel bakteri sehingga ion Ag^+ yang terlarut dapat saling berinteraksi dengan dinding sel dan protein sitoplasma.

Beberapa faktor lain yang juga menjadi daya tarik khusus nanopartikel perak (AgNP) antara lain: kemampuan menyerap pada daerah sinar tampak (400-450 nm), sitotoksitasnya terhadap mikroba dan sel-sel tumor, sifat optik, konduktivitas, stabilitas kimia, aktivitas katalitik yang baik, serta aktivitas sebagai fungisida dan bakterisida. Sifat-sifat inilah yang memungkinkan nanopartikel perak untuk digunakan sebagai bahan disinfektan (Singh dkk., 2015; Mittal dkk., 2016), pengobatan dalam melawan resistensi obat oleh bakteri, terapi beberapa jenis kanker dan sistem transfer obat dalam tubuh (Mittal dkk., 2016). Selanjutnya, nanopartikel juga banyak digunakan untuk mencegah infeksi, bahan pelapis peralatan medis, kemasan makanan, sebagai antimikroba dalam pembalut luka dan sebagai krim pencegah infeksi luka (Firdhouse dan Lalitha, 2015; Mittal dkk., 2016).

Nanopartikel perak banyak disintesis dengan beberapa metode dan kondisi seperti metode reduksi kimia, fotokimia, sonokimia, sintesis solvotermal dan lainnya (Wahyudi dan Rismayani, 2008). Preparasi nanopartikel perak umumnya dilakukan dengan teknik sintesis *bottom up* dengan cara sintesis secara kimia dengan cara mencampurkan garam perak dengan agen pereduksi dan agen penstabil berupa bahan kimia anorganik. Bahan yang digunakan umumnya

racun, berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, seperti natrium hidrat, benzena dan karbon tetraklorida yang dapat dapat berupa logam, logam, semikonduktor, polimer dan material karbon (Sari dkk., 2016).



Oleh karena itu, saat ini telah dikembangkan metode *green synthesis* dengan memanfaatkan agen biologi seperti mikroorganisme (Shankar, 2004), ekstrak tumbuhan (Chandran dkk., 2006) untuk sintesis nanopartikel yaitu dikenal dengan biosintesis nanopartikel (Mishra, 2009).

Sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor terbentuk melalui reaksi reduksi oksidasi dari ion Ag^+ yang terdapat pada larutan maupun ion Ag^+ yang terkandung dalam tumbuhan oleh senyawa tertentu, seperti enzim dan senyawa-senyawa reduktan yang terdapat dalam ekstrak tanaman. Proses reduksi hingga terbentuk nanopartikel perak tidak lepas dari peran senyawa tertentu yang terdapat pada jenis tumbuhan yang digunakan. Senyawa yang berperan dalam proses reduksi terdiri atas beberapa senyawa metabolit sekunder tumbuhan, seperti senyawa terpenoid jenis *citronellol* dan *geraniol*, aldehida, amida dan asam karboksilat (Masakke dkk., 2015). Lembang (2014), melaporkan bahwa senyawa fenolik dalam ekstrak daun ketapang dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 . Gugus fungsi dalam senyawa metabolit sekunder tersebut bekerja dengan cara mendonorkan elektron ke ion Ag^+ untuk menghasilkan partikel perak berukuran nano (Masakke dkk., 2015).

Menurut Makarov dkk. (2004), sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak tanaman meliputi:

1. fase aktifasi selama reduksi ion logam dan nukleasi dari atom logam yang tereduksi
2. fase pertumbuhan selama nanopartikel saling berdekatan berkumpul secara

an menjadi partikel yang lebih besar. Pembentukan nanopartikel yang dari nukleasi dan pertumbuhan heterogen, kemudian reduksi ion, meningkatnya stabilitas termodinamik dari nanopartikel



3. fase proses terminasi yang menentukan bentuk akhir dari nanopartikel.

Ketika berada dalam bentuk ionnya, Ag^+ akan saling tolak menolak karena pengaruh muatan sejenis, namun setelah direduksi menjadi Ag^0 maka muatan atom Ag menjadi netral sehingga memungkinkan atom Ag untuk saling mendekat dan berinteraksi satu sama lain melalui ikatan logam membentuk suatu *cluster* yang berukuran nano (La Tapa dkk., 2016).

2.4 Karakterisasi Nanopartikel

Ada beberapa metode yang umumnya digunakan untuk karakterisasi nanopartikel antara lain :

a. Uji Perubahan Warna

Proses pembentukan nanopartikel dapat dideteksi secara sederhana melalui perubahan warna yang terjadi dan untuk nanopartikel perak perubahan yang terjadi adalah dari kuning pucat menjadi warna kecoklatan (Singh dan Balaji, 2011). Sedangkan perubahan warna dari warna kuning pucat menjadi merah muda mengindikasikan pembentukan nanopartikel emas, serta perubahan warna kuning sampai kuning-hijau menunjukkan kombinasi nanopartikel mangan dan seng (Chauhan dkk., 2013).

b. Spektroskopi UV-Visibel

Dalam bidang nanosains dan nanoteknologi, peralatan spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk memprediksi pembentukan, ukuran dan bentuk nanopartikel. Selain itu, analisis serapan UV-Vis juga merupakan jenis analisis tercepat dan termudah untuk memprediksi sejauh mana nanopartikel telah terbentuk dalam proses sintesis. Pertumbuhan nanopartikel perak (NP_{Ag}) diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang berdasarkan pita serapan



Surface Plasmon Resonance (SPR). Pita SPR merupakan kumpulan osilasi terhadap elektron konduksi (Wiley dkk., 2006). Proses reduksi ion logam dapat diamati dengan mengukur tingkat penyerapan dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis. Panjang gelombang cahaya 200-800 nm adalah rentang panjang gelombang yang dipertimbangkan untuk karakterisasi nanopartikel (Manivasagan 2014; La Tapa dkk., 2016). Spektrum tersebut menunjukkan karakter *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dari nanopartikel (Leela dan Vivekanandan, 2008; Kumar dan Yadaf, 2009). Pengukuran penyerapan pada rentang panjang gelombang 400-450 dan 500-550 nm digunakan dalam mengkarakterisasi nanopartikel perak dan emas (Manivasagan, 2014). Namun, hasil analisis spektrofotometer UV-Vis ini masih perlu diperkuat dengan analisa yang lain seperti PSA dan TEM (Haryono dkk., 2008).

c. X-Ray Diffraction (XRD)

XRD digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal nanopartikel dengan membandingkan nilai jarak antarbidang kristal (d_{hkl}) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Pola interferensi konstruktif dan destruktif akan menghasilkan pola difraksi yang memenuhi persamaan Bragg seperti ditunjukkan pada Persamaan 1 (Purnomo dkk., 2017).

$$n \lambda = 2d_{hkl} \sin \theta \quad (1)$$

d_{hkl} = jarak antar bidang,

θ = sudut difraksi,

λ = panjang gelombang sinar-X

dengan XRD dilakukan dengan menembakkan sinar-X ke dalam sampel dengan kecepatan pemindaian 0,02/menit dan difraksi resultan dibandingkan dengan



standar untuk memperoleh informasi strukturalnya (Vidhya dan Balagurunathan, 2013; Manivasagan, 2014)

d. Analisis *Fourier Transform Infrared Spectrometer* (FT-IR)

Analisis gugus fungsional yang terikat pada permukaan nanopartikel dianalisis dengan menggunakan spektrometer FT-IR. Sampel nanopartikel kering dicampur dengan KBr dalam rasio 1:100 dan dipindai dengan sinar IR sekitar 4000-400 cm^{-1} dengan mode pemantulan pada resolusi 4 cm^{-1} (Manivasagan, 2014, Sanghi dan Verma, 2010; Zarina, 2014).

e. *Particle Size Analysis* (PSA)

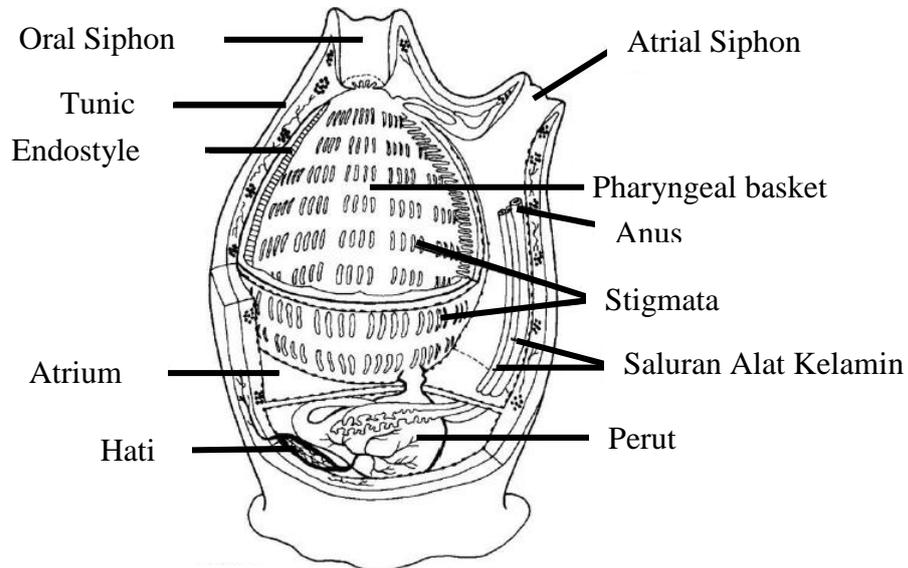
Karakterisasi menggunakan PSA digunakan untuk menentukan ukuran rata-rata dan distribusi nanopartikel. PSA menggunakan metode *Dinamyc Light Scattering* (DLS) yang memanfaatkan hamburan inframerah dan *Photon Correlation Spectroscopy* sehingga disebut juga sebagai spektroskopi korelasi foton. Rentang pengukuran dengan alat ini yaitu 0,6 μm –7nm (Coulter, 2008). DLS hamburan inframerah ditembakkan oleh alat ke sampel sehingga sampel akan bereaksi menghasilkan gerak Brown (gerak acak dari partikel koloid yang sangat kecil dalam cairan akibat dari benturan dengan molekul-molekul yang ada dalam zat cair). Semakin kecil ukuran partikel, maka gerak brown semakin cepat (Rawle, 2010).

2.5 Tinjauan Umum Tunikata

Ascidian atau tunikata merupakan hewan invertebrata laut dan umumnya silindris dan tergolong dalam subfilum Urochordata dengan ciri khas memiliki selubung pelindung yang terbentuk dari senyawa protein dan gula yang disebut



mantel atau *tunic*. Ukuran kebanyakan tunikata berkisar antara 1-30 mm (Litaay dkk., 2015; Suwignyo, 2005). Gambar 1 menunjukkan morfologi hewan tunikata.



Gambar 1. Hewan Tunikata (Hoise, 2014)

Tunikata merupakan organisme soliter dengan penyebaran yang sangat luas dan dapat ditemukan di seluruh perairan laut dunia, namun pada umumnya dapat ditemukan pada laut litoral pada zona intertidal hingga subtidal khususnya perairan laut terlindung, tercemar bahan-bahan organik dan perairan dengan tingkat sedimentasi tinggi (Sardiani, 2015 dan Lambert, 2004). *Spesies ini bisa mencapai ukuran besar dan tumbuh subur di tepi pantai yang terbuka, namun spesies ini sangat jarang ditemukan di lingkungan yang terlindung (Rius dan Peter, 2011).* Menurut Suwignyo (2005), tunikata merupakan salah satu kelompok biota penyusun terumbu karang di daerah perairan kepulauan Spermonde. Organisme ini sering menempel pada batu atau hidup, cangkang moluska, lambung kapal atau pada dasar pasir halus serta sering hidup bersimbiosis dengan makroalgae, sponge dan spons (Suwignyo, 2005; Lambert, 2004).



Hewan tunikata mendapatkan makanan melalui proses penyaringan zat-zat makanan dari air laut atau dikenal sebagai hewan *filter-feeder*. Tunikata berperan dalam menyaring bahan pencemar, seperti logam berat dan bakteri. Kemampuan berbagai jenis tunikata untuk menyerap Vanadium dan logam berat lainnya dari air laut merupakan salah satu kemampuan fisiologi yang membedakan biota tersebut dari sebagian besar hewan lainnya (Michibata dkk., 1986 dalam Litaay dkk., 2015; Lambert, 2004). Oleh karena itu, tunikata sering digunakan sebagai biota indikator dalam uji tingkat pencemaran suatu perairan (Lambert, 2004).

2.6 *Pyura sp*

Pyura sp termasuk kelas ascidian yang hidup di bawah terumbu karang. Dinding tubuhnya dilapisi tunik yang bertekstur keras, tebal dan berwarna coklat yang mengandung saluran darah, otot dan sel *amoeboid*. Tunik tersusun dari *tunicitin*, yaitu selulosa dan memiliki saluran dan sel darah. *Pyura sp* merupakan hewan hermaprodit yang memiliki ovarium dan tertis pada setiap sisi tubuhnya (Backhouse, 2012; Kott, 1989; Ruppert dkk., 2004; Zeng dan Swalla, 2005).

Tubuh tunikata terdiri atas lapisan epitel yang dibungkus oleh mantel atau *tunic* dengan ketebalan dan tingkat kekerasan yang bervariasi. Tubuhnya berbentuk seperti kantung atau balon kecil dengan ujung menempel pada substrat sementara ujung lainnya menjulur bebas. Beberapa spesies, memiliki mantel yang transparan sehingga organ dalamnya dapat terlihat. Di bawah lapisan *tunic* terdapat lapisan dinding tubuh, lapisan jaringan ikat yang berisi otot, pembuluh

ng bermigrasi dari masenkhim dan sel-sel amoebid (Suwignyo, 2005; 9). Lapisan *tunic* pada tunikata tersusun atas jaringan hidup, ini berarti tunikata merupakan satu-satunya hewan dengan lapisan eksoskeleton yang



tidak rontok (Rupper, 2004). Beberapa jenis *ascidian* dapat membentuk spikula yang tersusun atas mineral yang terjadi pada tahap pertumbuhan pasca-larva. Spikula terletak di satu atau beberapa bagian tubuh seperti dinding tubuh, kantung cabang, gonad atau jaringan lainnya tergantung dari jenisnya (Lowenstam, 1989).

Klasifikasi *Pyura sp* menurut Backhouse (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Classis : Asidiaceae
Ordo : Urochordata
Familia : Pyuridae
Genus : *Pyura*
Species : *Pyura sp*

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *ascidian* merupakan salah satu jenis invertebrata laut yang memiliki keunikan tersendiri. Keunikan tersebut terjadi karena spesies ini banyak menghasilkan metabolit sekunder yang mengandung nitrogen, hampir semuanya berasal dari turunan asam amino. Golongan metabolit sekunder seperti peptida, alkaloid aromatik polisiklik dan senyawa turunan triptofan telah diisolasi dalam 25 terakhir tahun dari beberapa spesies *Ascidian*. Metabolit sekunder yang diperoleh memiliki struktur yang unik dan menunjukkan aktivitas biologis yang cukup signifikan. Beberapa contoh senyawa tersebut adalah Didemnin B dan Ecteinascidin-743 yang berpotensi sebagai antitumor, Selanjutnya, senyawa Turbinamide memiliki sifatsitotoksik

terhadap sel glioma, senyawa Eudistomins berpotensi sebagai antivirus, idin A dan C menunjukkan aktivitas antagonis yang kuat dan Piclavine



indolizines A–C, masing-masing menunjukkan sifat anti jamur dan aktivitas antimikroba melawan strain bakteri gram negatif (Aiello dkk., 2003).

2.7 Tinjauan Umum Bakteri Uji

2.7.1 Bakteri *Escherichia coli*

Klasifikasi *Escherichia coli* menurut Garrity (2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Classis : Gammapro bacteria
Ordo : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Species : *Escherichia coli*

Escherichia coli termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, genus *Escherichia*, bersifat aerob, berbentuk batang, biasanya mempunyai flagela untuk alat gerak dan termasuk kelompok bakteri gram negatif (Cowan, 1984). *Escherichia coli* merupakan bakteri yang terdapat pada sistem pencernaan manusia dan hewan berdarah panas dan dianggap sebagai indikator pencemaran kotoran (Rohdiana dkk., 2013). Sebagian besar dari *Escherichia coli* (*E. coli*) yang berada dalam saluran pencernaan hewan dan manusia merupakan flora normal, namun ada yang bersifat patogen sehingga dapat menyebabkan diare pada manusia dan hewan (Bettelheim, 2000).



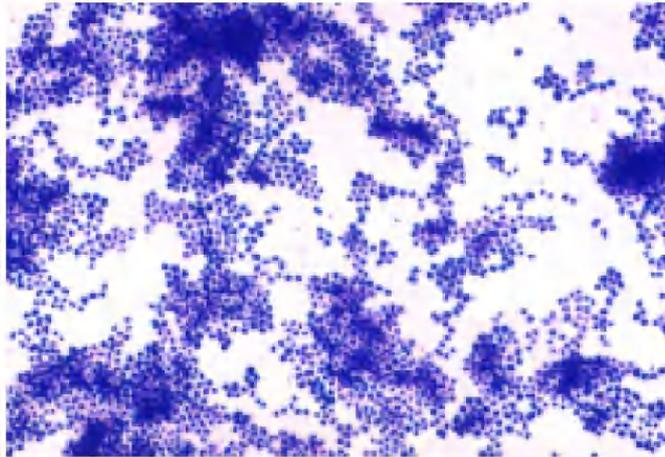
2.7.2 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* menurut Garrity (2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Procaryotae
Phylum : Firmicutes
Classis : Bacilli
Ordo : Bacillales
Family : Staphylococcaceae
Genus : *Staphylococcus*
Species : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) adalah spesies bakteri yang merupakan bagian dari genus *Staphylococcus*. Bakteri ini pertama kali diamati dan dibiakan oleh Pasteur dan Koch, kemudian diteliti secara lebih terinci oleh Ogston dan Rosenbach pada era tahun 1880-an (Lowry, 1998). *Staphylococcus* berasal dari kata *staphyle* berarti kelompok buah anggur, *coccus* berarti bulat dan *aureus* berarti keemasan (Syahrurachman dkk., 1993). Bakteri tersebut berbentuk menyerupai bola dengan garis tengah $\pm 1 \mu\text{m}$ tersusun dalam kelompok-kelompok tidak teratur (menyerupai buah anggur), dapat pula tersusun empat-empat (tetrad), membentuk rantai (3-4 sel), berpasangan atau satu-satu (Gambar 2). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif dan berbentuk kokus (Dewi, 2013).





Gambar 2. Gambar mikroskopik *Staphylococcus aureus* (Yuwono, 2012)

Staphylococcus aureus bersifat non-motil, nonspora, anaerob fakultatif, katalase positif dan oksidase negatif. *Staphylococcus aureus* tumbuh pada suhu 6,5-46°C dan pada pH 4,2-9,3 (Todar, 1998; Nurwantoro dan Abbas, 2001; Paryati, 2002). *Staphylococcus* mengandung polisakarida dan protein yang bersifat antigenik dan merupakan substansi penting di dalam struktur dinding sel. Peptidoglikan merupakan suatu polimer polisakarida penyusun eksoskeleton yang kaku pada dinding sel (Jawetz dkk., 2005). Carter dan Wise (2004), melaporkan bahwa peptidoglikan dan polimer polisakarida bersama asam teikoat membentuk dinding sel yang rigid, dalam hal ini asam teikoat berfungsi menghubungkan peptidoglikan dan antigen. *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab infeksi tersering di dunia. Tingkat keparahan infeksi pun bervariasi, mulai dari infeksi minor di kulit (furunkulosis dan impetigo), infeksi traktus urinarius, infeksi traktus respiratorius, sampai infeksi pada mata dan *Central Nervous System* (CNS) (DeLeo dkk., 2010).

