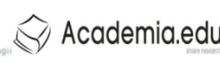


ANALISIS Hg²⁺ DENGAN MENGGUNAKAN NANOPARTIKEL PERAK (NPP) SEBAGAI INDIKATOR KOLORIMETRI DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI

Renaldi Adriansyah^{*1}, M. Lutfi Firdaus², Elvinawati³

^{1,2,3}Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Bengkulu
e-mail : renaldiadriansyah16@gmail.com



Abstract

[ANALYSIS OF Hg²⁺ USING NANOPARTIKEL METAL (NPP) AS A COLORIMETRY INDICATOR WITH SPECTRUMFOTOMETRY METHOD], Mercury (Hg) is heavy metal with high toxicity that often pollutes the aquatic environment. Concentration of Hg (II) ions is usually determined by using ICP-MS and AAS but because its price relatively expensive an alternative is needed to determine concentration of Hg. Therefore, the purpose of the study was to conduct synthesis of silver nanoparticles (NPP) by utilizing extract of *Phyllanthus acidus* ceremin fruit as a colorimetric indicator for alternative analysis concentration of Hg metal in digital image. Bio NPP used as a colorimetric indikator of Hg metal in this study was synthesized at optimum condition. The optimum condition of Bio NPP synthesis was obtained on the ratio of extract volume of *P. acidus* fruit and AgNO₃ 1: 1 and the duration of exposure to sunlight for 1 hour. The formed Bio NPP knew to be selective against Hg (II) metal ions characterized by the change of Bio NPP color from brownish yellow to clear. In addition, the Bio NPP that has been synthesized in this study can be used as a colorimetric indicator of Hg metal analysis using spektrofotometer uv-vis with detection limit 7.56 ppb.

Keywords: Mercury, ceremin fruits, silver nanoparticles, colorimetric indicators

Abstrak

Merkuri (Hg) merupakan logam berat dengan toksisitas tinggi yang seringkali mencemari lingkungan perairan. Konsentrasi ion Hg(II) biasanya ditentukan dengan menggunakan alat ICP-MS dan AAS namun karena harganya yang relatif mahal maka diperlukan alternatif untuk menentukan konsentrasi Hg. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan sintesis Bio nanopartikel perak (NPP) dengan memanfaatkan ekstrak buah *Phyllanthus acidus* ceremin sebagai indikator kolorimetri untuk alternatif analisis konsentrasi logam Hg secara citra digital. Bio NPP yang digunakan sebagai indikator kolorimetri logam Hg pada penelitian ini disintesis pada kondisi optimum. Kondisi optimum sintesis Bio NPP diperoleh pada perbandingan volume ekstrak buah *Phyllanthus acidus* ceremin dan AgNO₃ 1 : 1 dan lama waktu penyinaran dengan cahaya matahari selama 1 jam. Bio NPP yang terbentuk diketahui selektif terhadap ion logam Hg(II) yang ditandai dengan berubahnya warna Bio NPP dari kuning kecoklatan menjadi bening. Selain itu Bio NPP yang telah disintesis pada penelitian ini dapat digunakan sebagai indikator kolorimetri analisis logam Hg menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan limit deteksi 7.56 ppb.

Kata kunci : merkuri, buah ceremin, nanopartikel perak, indikator kolorimetri

PENDAHULUAN

Perkembangan aktivitas perindustrian yang meningkat menyebabkan beberapa permasalahan pencemaran pada lingkungan, antara lain berupa pencemaran logam berat dengan toksisitas tinggi seperti merkuri (Hg). Salah satu senyawa merkuri anorganik yang bersifat sangat larut dalam air dan sangat toksik adalah HgCl₂ [1], dimana di dalam lingkungan air akan berupa ion Hg(II) yang sangat berbahaya bila terdapat dalam konsentrasi tinggi. Karena mahal nya harga alat untuk mengetahui konsentrasi sampel logam Hg di dalam lingkungan, seperti *inductive coupled plasma mass*

spectrometry (ICP-MS) dan *atomic absorpsion spektroskopi* (AAS), maka diperlukan alternatif analisis merkuri yang praktis, murah dan mudah pengaplikasiannya secara kualitatif dan kuantitatif antara lain dengan menggunakan Bio nanopartikel perak (NPP) [2]. Kemampuan sensor Bio NPP untuk mendeteksi logam Hg ini disebabkan oleh karena adanya efek *surface plasmon resonance* (SPR) yang menyebabkan Bio NPP memiliki sensitivitas tinggi terhadap logam Hg [3]. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat Bio NPP yakni secara fisika (*Top Down*) dan secara kimia (*Bottom up*). Metode *Bottom up* merupakan metode pembuatan NPP dengan cara

mereduksi suatu prekursor molekular/ion dengan menggunakan reagen pereduksi tertentu sehingga dihasilkan partikel berukuran nano [4]. Permasalahan utama yang terjadi dari beberapa metode *Bottom up* tersebut yaitu adanya bahan pereduksi kimia, yang bersifat beracun, dan juga memerlukan energi yang tinggi, oleh karena itu perlu dikembangkan metode sintesis nanopartikel perak secara bioreduksi atau biosintesis [5]. Metode biosintesis NPP dilakukan dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor yang tidak terlepas dari peran senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada jenis tumbuhan yang digunakan [6]. Sebagai indikator kolorimetri logam merkuri NPP yang dihasilkan haruslah selektif dan sensitif terhadap merkuri, stabil atau tidak membentuk agregasi, sehingga perlu dilakukan penentuan kondisi optimum pada proses biosintesis NPP yang dibuat [7]. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses biosintesis NPP diantaranya adalah perbandingan volume AgNO_3 dengan bioreduktor ekstrak tanaman, lamanya waktu penyinaran serta besarnya kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak tanaman. [8] Semakin besar jumlah metabolit sekunder yang dapat mereduksi Ag^+ untuk menjadi Ag^0 di dalam ekstrak tanaman tersebut maka akan dihasilkan NPP dengan ukuran nano yang memiliki selektivitas, sensitivitas dan tingkat kestabilan yang tinggi. [9] Salah satu tanaman yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bioreduktor untuk biosintesis NPP adalah buah *Phyllanthus acidus* (*Ceremin*). [10] Tanaman *P. acidus* ini memiliki kandungan kimia berupa senyawa-senyawa fenolik dan antioksidan seperti : vitamin C yang dapat larut di dalam air [11] sehingga dapat digunakan sebagai bioreduktor pada proses biosintesis NPP. Analisis logam Hg dengan menggunakan NPP sebagai indikator kolorimetri dapat dilakukan secara spektrofotometri yang didasari hubungan linier pada kepekatan warna dari NPP terhadap nilai absorbansinya [12].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji pemanfaatan nanopartikel perak (NPP) sebagai indikator kolorimetri untuk analisis ion Hg^{2+} dengan metode Spektrofotometri.

METODE PENELITIAN

Sintesis NPP pada penelitian dilakukan dengan menggunakan ekstrak buah *Phyllanthus*

acidus (*Ceremin*). Mula-mula buah *P. acidus* segar dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan aquades kemudian dipotong-potong menjadi dua bagian dan ditimbang sebanyak 20 g dalam berat basah, kemudian diambil ekstraknya dengan cara direbus pada suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam 100 ml air demineralisasi selama 15 menit. Ekstrak tersebut kemudian didinginkan pada suhu ruang dan disaring filtratnya dengan kertas saring, dan siap digunakan untuk proses biosintesis NPP. Untuk proses biosintesis NPP dilakukan dengan mencampur ekstrak buah *P. acidus* dengan larutan stok AgNO_3 1 mM dengan perbandingan ekstrak dan larutan stok sebanyak 1 : 1, kemudian campuran tersebut digoncang-goncang hingga campuran tersebut tercampur secara merata. Setelah itu, campuran tersebut dipanaskan di bawah sinar matahari dengan variasi pemanasan selama 5, 15, 30, 45, dan 60 menit (1 jam) yang dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu ruang selama 1, 2 dan 7 hari. Setelah itu, NPP yang terbentuk dari hasil biosintesis dengan berbagai variasi waktu pemanasan dan penyimpanan tersebut masing-masing diamati secara visual dan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrovotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 280-700 nm. Hasil yang paling optimum dari proses biosintesis pada beberapa variasi atau parameter tersebut akan digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif logam merkuri.

NPP yang telah terbentuk selanjutnya diuji selektifitasnya terhadap beberapa jenis logam. Sebanyak 2 ml larutan koloid NPP yang telah dibuat pada kondisi optimum dimasukkan kedalam kuvet, kemudian masing-masing sebanyak 0,2 ml larutan logam standar yang mengandung ion Al^{3+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi 200 ppm yang ditambahkan ke dalam kuvet. Kemudian diamati perubahan warnanya dan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 280-700 nm. Keselektifan NPP terhadap masing –masing logam ditentukan dengan melihat perubahan warna NPP yang paling mencolok dan perubahan absorbansi yang paling besar setelah penambahan larutan standar logam.

Untuk uji kesensitifan NPP terhadap logam Hg, dilakukan dengan memasukkan masing-masing

kuvet sebanyak 2 ml larutan NPP, kemudian ditambahkan dengan 1 ml larutan logam merkuri (Hg) dengan variasi konsentrasi penambahan 0, 2, 10, 20, 50, 100, 200, 400, 600 dan 800 ppb, dilanjutkan dengan konsentrasi 1, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Kemudian diamati perubahan warnanya dan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis. Sensitivitas NPP ditentukan dengan melihat perubahan warna NPP menjadi semakin bening dan perubahan absorbansinya setelah penambahan larutan standar logam merkuri dibandingkan dengan warna dan absorbansi larutan blanko (tanpa penambahan logam Hg).

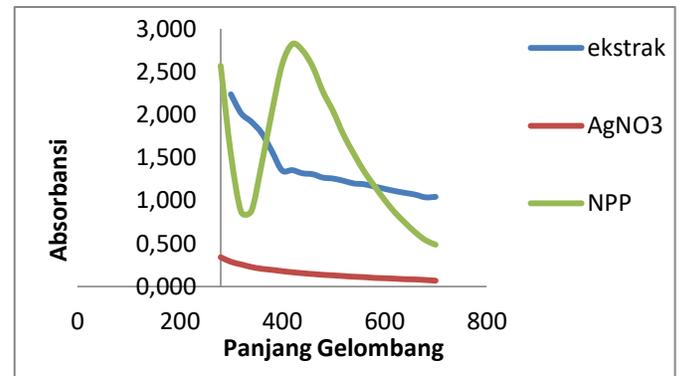
Selanjutnya dilakukan analisis logam Hg dengan menggunakan NPP sebagai indikator kolorimetri. Larutan NPP yang telah dibuat masing-masing dimasukkan sebanyak 2 ml ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 ml larutan standar logam Hg masing-masing dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm, lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum sebagai data untuk analisis dengan metode spektrofotometer UV-vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium 7 Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan serta di Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian dan Ilmu tanah Universitas Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2017 sampai dengan Mei 2017.

Hasil sintesis Nanopartikel perak (NPP) terjadi ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari larutan AgNO_3 dari bening menjadi kuning kecoklatan setelah penyinaran dengan cahaya matahari. Perubahan warna ini terjadi disebabkan karena terjadinya *Surface Plasmon Resonance* (SPR) akibat eksitasi elektron pada permukaan NPP [13].

Penyinaran dengan sinar matahari ini berfungsi untuk mempercepat proses pembentukan NPP, karena sinar matahari dapat memberikan energi yang diperlukan untuk reaksi pembentukan NPP tersebut. Sinar matahari diketahui merupakan pancaran energi dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga lebih besar kemungkinan diperolehnya energi yang sesuai untuk proses biosintesis NPP, sehingga dapat mempercepat proses terbentuknya NPP.



Gambar 1. Spektrum UV-Vis dari AgNO_3 , Ekstrak Cermin Dan NPP.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa terbentuk puncak absorbansi dikisaran panjang gelombang 400-450 nm yang menandakan telah terbentuknya NPP. Proses pembuatan NPP menggunakan ekstrak buah-buahan ini memanfaatkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak buah yang digunakan tersebut sebagai bioreduktor, seperti Asam Askorbat dan asam amino yang mengandung beberapa gugus fungsi $-\text{OH}$ dan $-\text{NH}$ yang dapat berperan sebagai bioreduktor dan agen penstabil (*capping*) dengan mendonorkan elektron untuk mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 sehingga terbentuk NPP yang stabil.

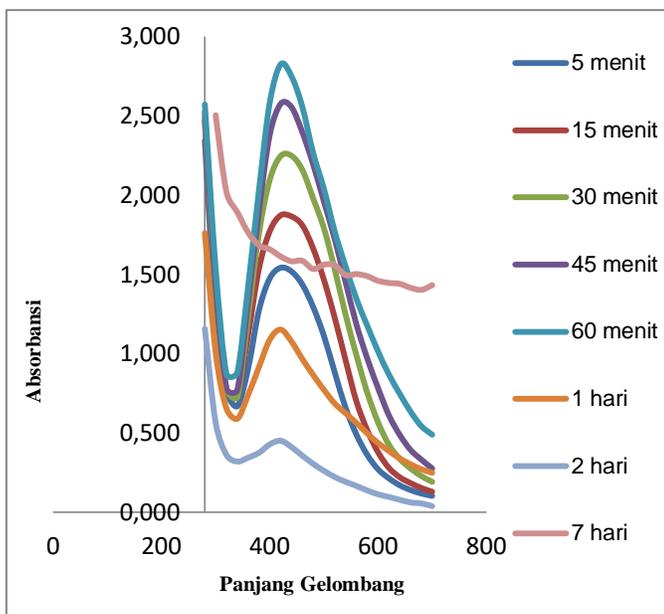
Asam Askorbat di dalam ekstrak buah *P. acidus* berperan sebagai bioreduktor untuk proses biosintesis NPP disebabkan karena Asam Askorbat memiliki potensial reduksi standar yang lebih kecil yakni sebesar +0,35 V dibandingkan dengan potensial reduksi standar logam Ag^+ yang lebih besar yakni sebesar +0,80 V, sehingga vitamin C akan mengalami reaksi oksidasi untuk mendonorkan elektron (reduktor) sedangkan Ag^+ cenderung untuk mengalami reduksi (menangkap elektron) karena mempunyai nilai potensial reduksi standar yang lebih besar [14].

Perbandingan optimum antara ekstrak dan AgNO_3 serta waktu pemanasan optimum proses biosintesis NPP ini ditentukan dari puncak absorbansi yang terbentuk diantara panjang gelombang 400-450 nm dan kepekatan warna dari NPP yang terbentuk. Dari variasi perbandingan volume ekstrak dan AgNO_3 serta lama waktu penyinaran dengan cahaya matahari pada penelitian diperoleh

perbandingan optimum ekstrak dan AgNO_3 yakni dengan perbandingan 1 : 1 dan lama waktu pemanasan selama 60 menit.

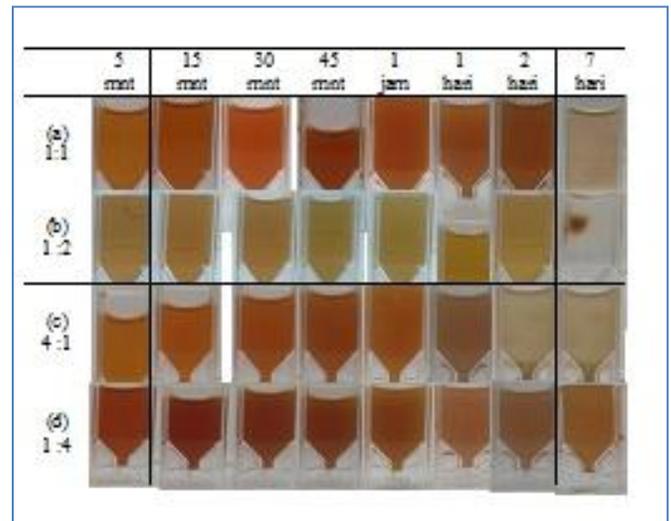
Dari spektrum absorbansi NPP Gambar 2 terlihat bahwa pada variasi perbandingan volume ekstrak dan AgNO_3 1 : 1. Puncak absorbansi yang terbentuk terlihat mengerucut dan cukup tinggi. Tingginya puncak absorbansi yang terbentuk pada perbandingan 1 : 1 ini menandakan bahwa NPP yang terbentuk telah mencapai kondisi optimum dibandingkan dengan variasi perbandingan lainnya yakni : 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1 dan 1 : 4.

Dari Gambar 3 di bawah dapat juga diamati bahwa semakin lama waktu penyinaran dengan sinar matahari maka koloid NPP yang terbentuk akan semakin pekat. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah waktu penyinaran maka semakin banyak NPP yang terbentuk.



Gambar 2. Spektrum UV-Vis Perbandingan Optimum Ekstrak dan AgNO_3 pada perbandingan 1 : 1

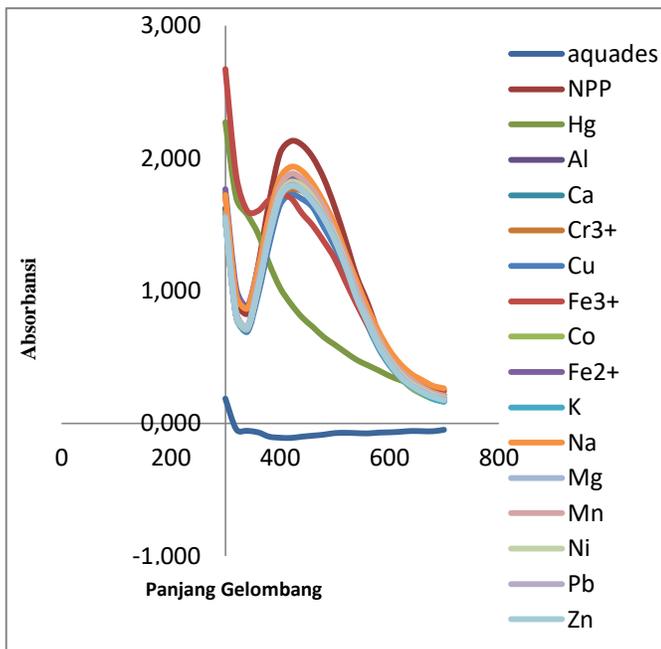
Hal ini juga ditunjukkan dengan semakin pekatnya warna NPP dan semakin meningkatnya spektrum absorbansi UV-Vis NPP seiring dengan meningkatnya waktu penjemuran. Namun jika penjemuran melebihi waktu optimum maka NPP akan beragregasi sehingga ukuran NPP tidak lagi berukuran nano.



Gambar 3. Perubahan warna NPP variasi perbandingan ekstrak buah ceremin dan AgNO_3 (a) 1 : 1, (b) 2 : 1(c) 3 : 1, (d) 4 : 1 dan (e) 1 : 4.

Hal ini terlihat pada variasi perbandingan 1 : 4 dimana terjadi agregasi pada NPP pada waktu penyinaran selama 60 menit. Dari keempat variasi perbandingan tersebut, diperoleh perbandingan optimum untuk proses biosintesis NPP menggunakan ekstrak buah *P. acidus*, yaitu pada perbandingan 1:1 dengan waktu penjemuran selama 60 menit. Kondisi optimum ini akan digunakan pada proses pembuatan NPP yang akan digunakan untuk analisis logam Hg.

Pada percobaan uji selektivitas NPP terhadap beberapa logam, dilakukan menggunakan NPP yang disintesis pada kondisi optimum kemudian diuji terhadap larutan logam standar yaitu larutan logam Hg^{2+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi sebesar 200 ppm sebanyak 0,2 mL. Adapun tujuan dilakukannya uji selektivitas NPP ini adalah untuk mengetahui apakah logam-logam tersebut dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap absorbansi NPP yang akan digunakan sebagai indikator kolorimetri analisis logam merkuri (Hg). Hal ini disebabkan karena logam-logam selain logam Hg akan dapat mempengaruhi absorbansi dari NPP, sehingga NPP yang akan digunakan untuk analisis merkuri (Hg) menjadi kurang akurat.

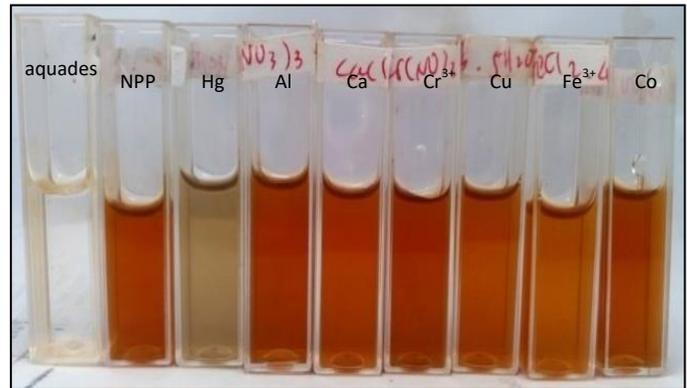


Gambar 4. Spektrum Uji Selektivitas UV-Vis NPP pada penambahan 0,2 ml larutan logam 200 ppm.

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan penambahan masing-masing larutan logam standar terjadi penurunan absorbansi yang cukup besar pada penambahan logam Hg. Penurunan absorbansi yang cukup besar pada NPP setelah penambahan larutan logam Hg ini menyebabkan warna NPP menjadi bening (Gambar 5).. Selain itu penurunan absorbansi NPP juga terjadi setelah penambahan larutan logam Fe^{3+} , namun penurunan absorbansi yang terjadi tidak begitu besar, yang terlihat masih adanya sedikit puncak absorbansi, dan warna NPP masih terlihat berwarna kuning kecoklatan namun terlihat sedikit lebih bening jika dibandingkan dengan warna awal NPP sebelum adanya penambahan larutan logam Fe^{3+} .

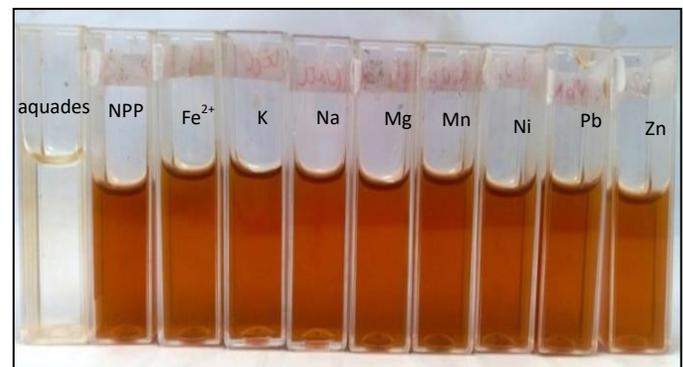
Penurunan absorbansi dan perubahan warna pada NPP menjadi lebih bening setelah dilakukan penambahan larutan Hg ini disebabkan karena ion Hg^{2+} mengoksidasi NPP yang terbentuk sehingga NPP (Ag^0) melepaskan elektronnya dan membentuk kembali ion Ag^+ yang memiliki warna bening. Logam Hg^{2+} dapat mengoksidasi NPP disebabkan karena ion Hg^{2+} memiliki nilai potensial reduksi standar yang lebih besar (+0.92V) dibandingkan dengan ion Ag^+ (+0.80V) sehingga ion Hg^{2+} akan

bertindak sebagai oksidator untuk mengoksidasi NPP.



Gambar 5. Gambar Uji Selektivitas NPP : Bening, NPP, dan 0,2 mL larutan 200 ppm Hg, Al, Ca, Cr^{3+} , Cu, Fe^{3+} , Co

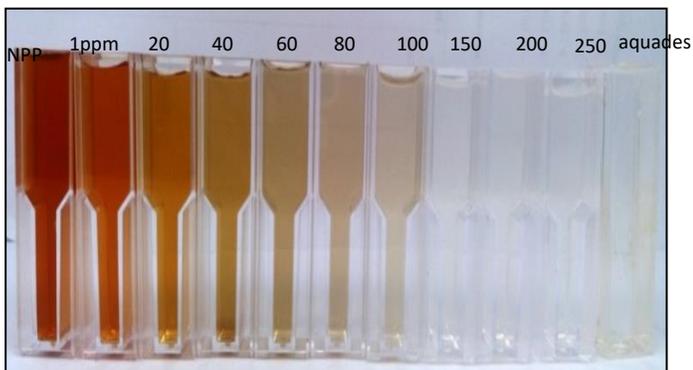
Selain pada logam Hg^{2+} penurunan absorbansi NPP juga terjadi pada penambahan logam Fe^{3+} , namun penurunan absorbansinya jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ion Hg^{2+} . Hal ini dikarenakan penurunan absorbansi yang terjadi pada NPP bukan disebabkan oleh reaksi redoks antara NPP (Ag^0) dengan logam Fe^{3+} melainkan karena interaksi pembentukan kompleks antara agen capping NPP dengan logam Fe^{3+} . Interaksi ini akan menyebabkan terjadinya agregasi pada NPP yang menyebabkan warna NPP menjadi lebih bening. Keberadaan agen penstabil yang memiliki gugus hidroksil (-OH) atau amina (-NH) yang terdapat pada NPP terbukti mampu berinteraksi membentuk kompleks dengan ion logam Hg^{2+} dan Fe^{3+} yang menyebabkan terjadinya agregasi pada NPP [15].



Gambar 6. Uji Selektivitas : Aquades, NPP, dan 200 ppm larutan Fe^{2+} , K, Na, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn

Pada penambahan larutan logam selain logam Hg terlihat bahwa tidak terjadi penurunan absorbansi dan perubahan warna NPP setelah penambahan logam-logam tersebut (Gambar 6). Hal ini terlihat dari warna NPP yang masih berwarna kuning kecoklatan.

Setelah diketahui tingkat selektivitas NPP terhadap logam Hg selanjutnya dilakukan uji kesensitifan NPP terhadap logam Hg. Uji kesensitifan NPP ini dilakukan untuk mengetahui batas dari kemampuan NPP dalam mendeteksi ion logam Hg secara spektrofotometri (Gambar 7).



Gambar 7. Uji sensitivitas NPP terhadap logam Hg pada konsentrasi dari 1 s/d 250 ppm

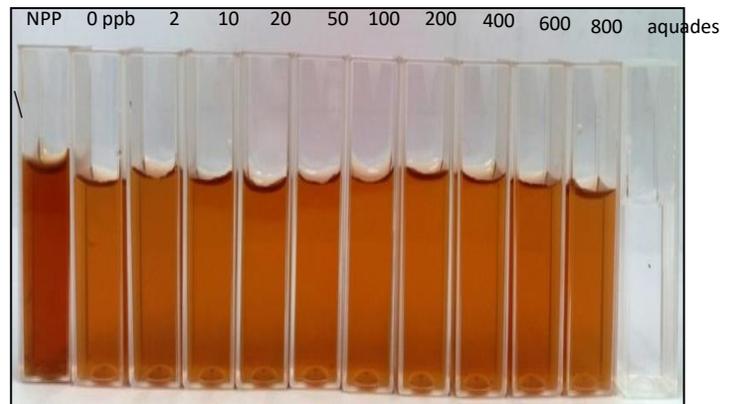
Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa setelah penambahan larutan logam Hg dengan berbagai variasi konsentrasi dapat diamati bahwa semakin besar konsentrasi logam Hg yang ditambahkan maka penurunan absorbansi NPP menjadi semakin besar dan warna NPP akan menjadi semakin bening.

Untuk uji sensitivitas NPP pada konsentrasi part per billion (ppb), variasi konsentrasi logam Hg yang ditambahkan adalah sebesar 0 - 800 ppb. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa penurunan absorbansi NPP yang terjadi sangatlah kecil sehingga perubahan warna NPP yang terjadi tidak begitu signifikan. Hal ini terlihat dari warna NPP yang masih tetap sama berwarna kuning kecoklatan setelah ditambahkan larutan logam Hg dengan variasi konsentrasi dari 0-800 ppb (Gambar 8).

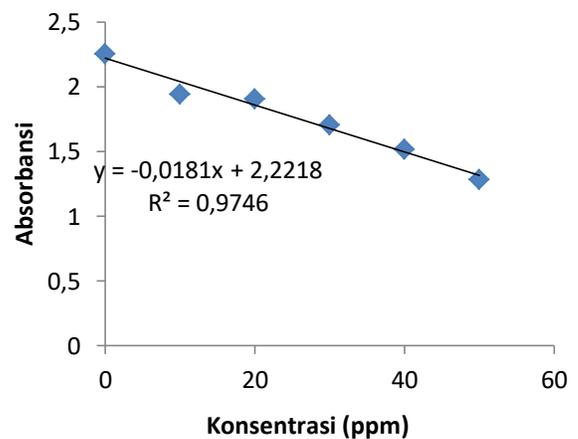
Analisis logam Hg dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan NPP sebagai indikator kolorimetrinya dilakukan dengan mengukur absorbansi NPP setelah ditambahkan larutan standar logam Hg dengan variasi konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm.

Setelah diperoleh absorbansi NPP pada masing-masing variasi konsentrasi tersebut kemudi-

an dilakukan pembuatan kurva kalibrasi spektrofotometer UV-Vis (Gambar 9).



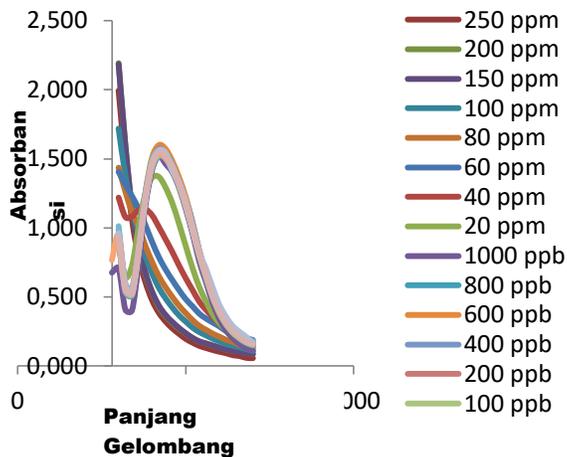
Gambar 8. Uji sensitivitas NPP terhadap logam Hg pada konsentrasi 0 s/d 800 ppb



Gambar 9. Kurva kalibrasi spektrofotometer UV-Vis NPP + larutan standar logam Hg

Dari kurva kalibrasi tersebut dapat diamati bahwa nilai regresi yang diperoleh adalah sebesar 0.974 dan juga memiliki kemiringan yang cukup besar. Hal ini berarti kurva kalibrasi tersebut dapat digunakan untuk analisis kadar logam Hg pada suatu sampel.

Dari Gambar 10, dapat dilihat spektrum serapan yang dihasilkan oleh NPP akibat penambahan konsentrasi ion Hg^{2+} , ketika konsentrasi Hg^{2+} bertambah maka akan semakin rendah spektrum yang dihasilkan.



Gambar 10. Spektrum absorbansi uji sensitivitas NPP terhadap logam Hg.

Hal ini terjadi karena terjadinya proses oksidasi yang semakin bertambah pada NPP seiring dengan bertambahnya konsentrasi ion Hg^{2+} . Selain itu dapat disimpulkan bahwa NPP yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kemampuan sebagai indikator kolorimetri ppb dengan spektrofotometer UV-Vis pada ion logam Hg dmiliki limit deteksi mencapai 7.56 ppb.

KESIMPULAN

Senyawa metabolit sekunder dari ekstrak buah *Phyllanthus acidus* (ceremin) berpotensi sebagai agen pereduksi dalam proses biosintesis nanopartikel perak (NPP) dengan kondisi optimum diperoleh pada perbandingan ekstrak *P.acidus* dan $AgNO_3$ sebesar 1 : 1 dan lama waktu pemanasan dengan sinar matahari selama 60 menit. Karakteristik NPP yang dihasilkan dari proses biosintesis bersifat selektif terhadap logam Hg namun keberadaan ion logam Fe^{3+} di dalam sampel akan dapat mengganggu proses analisis dari logam Hg. Selain itu NPP yang dihasilkan dari proses biosintesis dapat juga dijadikan sebagai indikator kolorimetri analisis logam Hg dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan limit deteksi mencapai 7.56 ppb.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kuncowati. Pengaruh Pencemaran Minyak di Laut Terhadap Ekosistem Laut, *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*. 2010: 1(1): 18-22.
- [2] Sari, P.I., M. Lutfi Firdaus, Rina Elvia. Pembuatan Nano Partikel Perak (NPP) dengan Bioreduktor Ekstrak Buah *Muntingia calabura* L. untuk Analisis Logam Merkuri. *Alotrop*. 2017:1(1) : 20-26.
- [3] Muliadi, Adiba Arief, Khadijah. Biosintesis Nano Partikel Logam Menggunakan Media Ekstrak Tanaman. *JF FIK UINAM*. 2015: 3(2): 64-72.
- [4] Maryani, D., M. Lutfi Firdaus, Nurhamidah. Biosintesis Nano Partikel Perak Menggunakan Ekstrak Buah *Passiflora flavicarva* (Markisa) Untuk Mendeteksi Logam Berat. *Alotrop*. 2017: 1(1): 49-54.
- [5] V. Bansal., D.Rautaray, A.Ahmad and M. Sastry. Biosynthesis of zirconia nanoparticles using fungus *Fusarium oxysporum*. *Journal of Materials Chemistry*. 2004: 14(22):3303-3305.
- [6] G.Geoprincy, B.N.V.Srri, U.Poonnguzhali., N.N. Gandhi, S.Renganathan. Areview On Green Synthesis Of Silver Nanoparticles. *Asian Journal Of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2013:6(1): 8-12.
- [7] Haryani, Y., G.F.Kartika., Yuhamen, E.M. Putri. D.T.Alchalis, Y.Melanie. Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn.var.rubrum) pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak. *Chimica et Natura Acta*. 2016: 4(3):151-155.
- [8] M.Lutfi Firdaus, Ikka F., Santy W., Yeni, W.H., Renat K., Jason A. McAlister, Hajime O., Toshikata G. Colorimetric Detection of Mercury (II) Ion In Aquaous Solution Using Silver Nanoparticle. *Anlytical science*. 2017 : 33 (7), 831-837.
- [9] Hariyani, T.D., Suranto, Edi Purwanto. Studi Variasi Anatomi dan Kandungan Flavonoid Lima Spesies Anggota Genus *Phyllanthus*. *EL VIVO*. 2013: 1(1): 60-73.

- [10] Andriani, L., Yulianis, Hestia Ningra. Aktivitas Sitotoksik Daun Ceremai. *Riset Informasi Kesehatan*. 2017: 6(1): 30-34.
- [11] Farhadi, K., M. Forough, R. Molaie, S. Hajizadeh, A. Rafipour. Highly Selective Hg^{2+} Colorimetric Sensor Using Green Synthesized and Unmodified Silver Nanoparticles. *Sensor and Actuators B : Chemical*. 2012: 161(1): 880–885.
- [12] Masakke, Y., Sulfikar, Muhaedah Rasyid. Biosintesis Partikel-nano Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Jurnal Sainsmat*, 2015: 4 (1): 28-41.
- [13] Thoyibi, Muhammad Arifin, Kamsul Abraha. Uji Kemurnian DNA Melon (*Cucumis melo* L.) Kultivar "Gama Melon Basket" Menggunakan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) Berbasis Nanopartikel Perak. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 2015: 5(1): 16-22.
- [14] Hazarika, D., Alakesh Phukan, Eramoni Saikia, Bolin Chetia. Phytochemical Screening and Synthesis Of Silver Nanoparticle Using Leaf Extract of *Rhynchotechum ellipticum*. *Int J Pharm Sci*. 2014: 6(1): 672-674.
- [15] Haryono,A., Sondari,D., Hammami, S.B, Randy, M. Sintesa Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya. *Jurnal Riset Industri*. 2008: 2(3): 156-163.

Penulisan Sitasi Artikel ini ialah

Renaldi Adriansyah, R., M. Lutfi Firdaus, Elvinawati. Analisis Hg^{2+} dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (NPP) Sebagai Indikator Kolorimetri dengan Metode Spektrofotometri. *Alotrop*. 2017: 1(2) : 136-143.