



UPAYA PENINGKATAN SENSITIVITAS NANOPARTIKEL PERAK UNTUK ANALISIS ION MERKURI(II) SECARA CITRA DIGITAL DENGAN PENAMBAHAN NaCl

Edo Prasetya^{*1}, M.Lutfi Firdaus², Elvinawati³
^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Bengkulu
^{*}E-mail : edoprasetya16@gmail.com



ABSTRACT

The very small concentration of mercury (Hg) in the environment is difficult to detect, so an accurate and sensitive method is needed in order to detect the concentration. Therefore, the purpose of this study was to develop an accurate and sensitive method based on the use of digital imaging methods and silver nanoparticles (AgNPs) as colorimetric sensors for mercury(II) ions (Hg^{2+}) analysis. The process of making AgNPs is done by a bottom up method involving a reduction reaction. The precursor used is 1 mM $AgNO_3$ solution and as bioreductor is an antioxidant compound present in extract of chili pepper (*Capsicum frutescens* L) with ratio 1: 9. Contact time variation 15, 30, 45, 60 min and 1, 2, 7 days. Addition of NaCl 0.5 and 1 M NaCl were used to increase the sensitivity of AgNPs as colorimetric sensors of Hg^{2+} ions. Digital Image Method is used to analyze Hg^{2+} ions at ppb concentration level. The results of the most optimum silver nanoparticles synthesized at the time of solar heating is 60 minutes. The addition of NaCl 0.5 M and 1 M into AgNPs is able to increase the sensitivity of AgNPs. Limit of Detection (LoD) of AgNPs added NaCl 0.5 M and 1 M was able to detect Hg^{2+} ions by 3.02 ppb and 2.46ppb.

Keywords: Silver Nanoparticles, *Capsicum frutescens* L, Mercury ions, NaCl, Digital Image

ABSTRAK

Konsentrasi merkuri (Hg) yang sangat kecil di lingkungan sulit untuk dideteksi sehingga diperlukan metode yang akurat dan sensitif agar dapat mendeteksi konsentrasi tersebut. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode yang akurat dan sensitif berdasarkan pemanfaatan metode citra digital dan nanopartikel perak (NPP) sebagai sensor kolorimetri untuk analisis ion merkuri(II) (Hg^{2+}). Proses pembuatan NPP dilakukan dengan metode bottom up yang melibatkan reaksi reduksi. Prekursor yang digunakan adalah larutan $AgNO_3$ 1 mM dan sebagai bioreduktor adalah senyawa antioksidan yang ada di ekstrak buah cabe rawit (*Capsicum frutescens* L) dengan perbandingan 1:9. Variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60 menit dan 1, 2, 7 hari. Penambahan NaCl 0,5 dan NaCl 1 M digunakan untuk meningkatkan sensitivitas NPP sebagai sensor kolorimetri ion Hg^{2+} . Metode Citra digital digunakan untuk menganalisis ion Hg^{2+} pada level konsentrasi ppb. Hasil nanopartikel perak yang paling optimum disintesis pada waktu pemanasan cahaya matahari adalah 60 menit. Penambahan NaCl 0,5 M dan 1 M ke dalam NPP mampu meningkatkan sensitivitas NPP. Batas deteksi (LoD) NPP yang ditambahkan NaCl 0,5 M dan 1 M mampu mendeteksi ion Hg^{2+} sebesar 3,02 ppb dan 2,46ppb.

Kata Kunci: Nanopartikel Perak, *Capsicum frutescens* L, Merkuri, NaCl, Citra Digital

PENDAHULUAN

Jumlah keberadaan logam Merkuri (Hg) di lingkungan telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir [1]. Merkuri diketahui merupakan unsur yang mudah menguap dan dalam bentuk ion Merkuri(II) (Hg^{2+}) yang larut dalam air adalah salah satu bentuk pencemaran Merkuri yang paling umum terjadi dan bersifat paling stabil [2].

Merkuri dapat memberikan efek berbahaya bagi otak, hati, ginjal, paru-paru dan sistem imun pada manusia [3], dan dengan mengingat akan bahaya Merkuri bagi kesehatan manusia maka perlu dilakukan penelitian untuk menemukan metode yang mudah, murah, sensitif dan akurat untuk mendeteksi Merkuri [4].

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Merkuri dapat dideteksi menggunakan nanopartikel perak (NPP) [5]. Hal ini disebabkan oleh sifat sensor optik yang dimiliki NPP sehingga mampu menjadikannya indikator kolorimetri dalam mendeteksi ion Hg^{2+} [6], namun sensitivitas NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} masih rendah [7].

Hasil penelitian Sulistiawaty tentang sensitivitas NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, diperoleh *Limit of Detection* (LoD) sebesar 0,13 ppm [8], dimana nilai LoD yang dihasilkan inibelummampu untuk mendeteksi ion Hg^{2+} hingga konsentrasi 5 ppb yang merupakan batas maksimum konsentrasi Merkuri yang diperbolehkan terkandung didalam air yang terdapat di lingkungan [9]. Tingkat sensitivitas yang

rendah dari NPP menyebabkan perlu adanya suatu metode baru yang dapat meningkatkan sensitivitas NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} .

Hasil penelitian Mohamad tentang pengaruh penambahan NaCl terhadap AuNPs dalam menganalisis ion Hg^{2+} , diperoleh hasil bahwa dengan semakin besarnya konsentrasi NaCl yang ditambahkan ke dalam AuNPs akan mengakibatkan semakin kecilnya ukuran dari AuNPs yang diperoleh dan bentuk AuNPs akan berubah menjadi bulat (*sphere*), sehingga partikel AuNPs akan terdistribusi secara merata [10].

Hal ini akan mengakibatkan jumlah ion Hg^{2+} yang terserap oleh AuNPs akan semakin banyak [11]. AuNPs memiliki kemampuan yang sama dengan NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} sehingga ketika NPP juga ditambahkan NaCl menyebabkan sensitivitas NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} juga kemungkinan akan meningkat.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk analisis ion Hg^{2+} , diantaranya metode *absorption spektroskopi* (AAS) [12] dan spektrofotometri UV-Vis [13]. Selain kedua metode tersebut, sedang dikembangkan metode analisis alternatif yang lebih murah dan efektif salah satunya adalah metode citra digital [14], yang merupakan metode pendeteksian yang mengolah data sistem warna pada gambar yang dihasilkan alat pengambil gambar (kamera, scanner, satelit) [15].

Salah satu sistem warna adalah RGB yang merupakan sistem warna yang memanfaatkan komponen warna primer yaitu merah, hijau, dan biru [16], dimana nilai-nilai RGB tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: sumber cahaya penerangan, proses penangkapan gambar, pemantulan cahaya dari objek, penerjemahan dan koreksi dari objek yang difoto [17].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode yang akurat dan sensitif berdasarkan pemanfaatan metode citra digital dan nanopartikel perak (NPP) sebagai sensor kolorimetri untuk analisis ion Hg^{2+} yang diharapkan mampu mendeteksi konsentrasi lebih kecil dari batas konsentrasi 5 ppb.

BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium program studi Pendidikan Kimia Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2018.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain diantaranya: spektrofotometer UV-Vis *B-One*, hot plate, magnetic stirrer, kamera Xiaomi X4, mini studio, tripod, neraca analitik, labu ukur, gelas kimia, gelas ukur, erlenmeyer, batang pengaduk, botol semprot, botol vial, corong kaca, pipet tetes, pipet mikro kapasitas 1000 μL , pH meter universal, buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L), AgNO_3 , HgCl_2 , NaCl, dan kertas saring Whatmann no.1.

Biosintesis Nanopartikel Perak (NPP)

Biosintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mencampurkan larutan ekstrak cabai rawit (*Capsicum frutescens* L). Mula-mula buah cabai rawit segar dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan aquades kemudian dipotong-potong menjadi dua bagian dan ditimbang sebanyak 20 g sebagai berat basah, selanjutnya diekstraksi dengan cara direbus dalam 100 ml air demineral pada suhu 80°C selama 15 menit. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya didinginkan pada suhu ruang dan disaring filtratnya dengan kertas saring dan siap digunakan untuk proses biosintesis NPP.

Untuk proses biosintesis NPP dilakukan dengan mencampurkan ekstrak buah cabai rawit dengan larutan stok AgNO_3 1 mM dengan perbandingan 1:9 [18] dan diaduk selama 15 menit dengan magnetik stirrer. Selanjutnya, campuran dipanaskan dengan sinar matahari dengan variasi waktu pemanasan masing-masing selama 15, 30, 45 dan 60 menit.

Untuk setiap larutan NPP yang diperoleh dari hasil penentuan waktu pemanasan optimum akan disimpan selama 1, 2 dan 7 hari. Setiap NPP yang terbentuk diamati secara visual dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis *B-One* di kisaran panjang gelombang antara 280 hingga 700 nm serta masing-masing dilakukan pengukuran nilai pH dari NPP yang terbentuk.

Panjang gelombang yang menghasilkan absorbansi maksimum pada rentang dikisaran 400 hingga 500 nm ditetapkan sebagai panjang gelombang terbentuknya NPP dan untuk NPP yang menghasilkan absorbansi maksimum waktu pembentukannya ditetapkan sebagai waktu optimum.

Penentuan Sensitivitas NPP Sebagai Detektor Ion Hg^{2+}

Untuk mendeteksi ion Merkuri secara kolorimetri oleh NPP, dipipet sebanyak 1 mL larutan standard yang mengandung ion Hg^{2+} dengan berbagai

variasi konsentrasi yaitu 0 , 0,1 , 1 , 10, 20 , 25, 50 dan 100 ppm , dimasukkan kedalam botol vial 10 mL. Selanjutnya kedalam masing-masing larutan ditambahkan 2 mL larutan NPP, dan diamati perubahan warna yang terjadi selama 15 menit. Selanjutnya larutan di masukkan kedalam kuvet dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis *B-One* dengan menggunakan panjang gelombang 280 hingga 700nm.

Peningkatan Sensitivitas NPP Sebagai Detektor ion Hg^{2+}

Peningkatan Sensitivitas NPP sebagai detektor ion Hg^{2+} dilakukan dengan melakukan penambahan larutan NaCl 0,5 dan 1 M kedalam larutan NPP dengan perbandingan 1:5. Selanjutnya campuran diaduk selama 15 menit dengan magnetik stirer.

Setiap larutan NPP yang diperoleh selanjutnya di masukkan kedalam kuvet dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis *B-One* dengan menggunakan panjang gelombang 280 hingga 700nm.

Pengambilan Citra dan Pembuatan Kurva Kalibrasi Metode Citra Digital

1. Disiapkan larutan blanko berupa akuades dan campuran NPP + ion Hg^{2+} dengan konsentrasi ion Hg^{2+} masing –masing sebesar 5, 10, 15, 20, 25 ppb
2. Selanjutnya larutan blanko dan campuran NPP+ ion Hg^{2+} dengan berbagai konsentrasi yang telah disiapkan tersebut diletakkan di mini studio dan difoto dengan kamera Hp Xiaomi X4.
3. Citra kemudian diolah menggunakan MATLAB R2010b untuk mendapatkan nilai komponen RGB.
4. Dihitung nilai intensitas serapan (A) masing-masing komponen warna RGB-nya menggunakan Microsoft Excel 2010 dengan persamaan

$$A = \log (I_o / I_t)$$

Dimana:

A = Intensitas serapan komponen warna

I_o = Nilai komponen warna larutan blanko

I_t = Nilai komponen warna larutan standar

5. Kemudian dari hasil absorbansi yang diperoleh dibuat kurva standar (kalibrasi) dari absorbansi vs konsentrasi Hg^{2+} dengan teknik analisis simple linear regresion (SLR)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biosintesis Nanopartikel Perak (NPP)

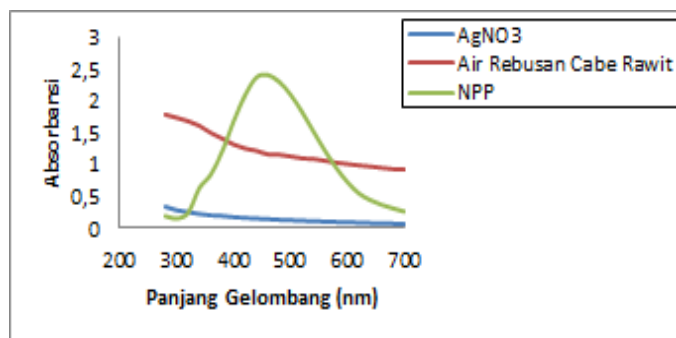
Proses biosintesis nanopartikel perak (NPP)

menggunakan ekstrak cabai rawit (*Capsicum frutescens L*) terlihat ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan menjadi kuning kecoklatan (Gambar 1), dengan nilai pH dari larutan selama proses biosintesis akan berada pada sekitar 5.



**Gambar 1. (a) Larutan $AgNO_3$ dan ekstrak cabe rawit
(b) Nanopartikel perak (NPP) yang terbentuk**

Selain perubahan dari warna larutan, hasil spektrum absorpsi UV-Vis menjadi salah satu karakter yang dapat digunakan untuk mengkonfirmasi telah terbentuknya NPP. Nilai *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR) dari NPP memiliki puncak pada kisaran λ_{maks} 400- 500 nm [19].



Gambar 2. Spektrum Spektrofotometri UV-Vis NPP

Berdasarkan spektrum absorbansi UV-Vis yang diperoleh (Gambar 2) terlihat bahwa untuk larutan $AgNO_3$ dan ekstrak cabe rawit puncak serapan berada pada panjang gelombang 280 hingga 700 nm tidak terbentuk. Namun, setelah keduanya dicampurkan dan dipanaskan dengan memanfaatkan sinar matahari, maka puncak serapan baru akan terbentuk di daerah panjang gelombang 400 hingga 500 nm yang membuktikan bahwa proses biosintesis ini berhasil membentuk NPP.

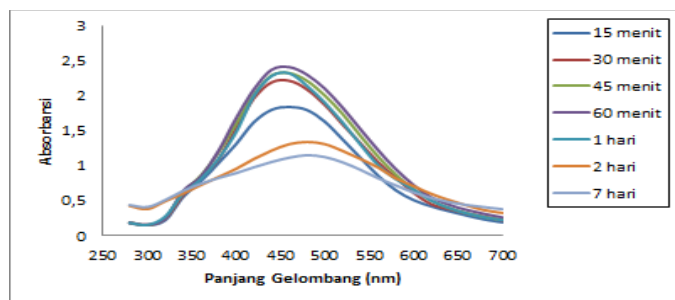
Biosintesis NPP menggunakan ekstrak cabai rawit inidapat terjadi karena didalam ekstrak cabe rawit terdapat agen pereduksi seperti asam askorbat (vitamin C) [20]. Asam askorbat berperan sebagai bioreduktor karena memiliki potensial reduksi standar = +0,35 V < potensial reduksi standar dari ion $\text{Ag}^+ = +0,80 \text{ V}$, sehingga asam Askorbat akan teroksidasi dengan mendonorkan elektron dan bertindak sebagai reduktor sedangkan ion Ag^+ akan tereduksi dengan menangkap elektron dan bertindak sebagai oksidator.

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 kemungkinan diperolehnya energi yang sesuai lebih besar untuk proses biosintesis NPP, sehingga dapat mempercepat proses terbentuknya NPP.

Dari hasil spektrum spektrofometri UV-Vis, nilai absorbansi menunjukkan perkiraan jumlah NPP yang terbentuk sedangkan spektrum panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dapat menunjukkan sebaran ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan. Namun demikian, untuk mengetahui ukuran, dispersi, dan bentuk NPP dengan lebih akurat perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut menggunakan TEM (*Transmission Electron Microscope*).

Penentuan Waktu Optimum Dari Pemanasan Cahaya matahari Terhadap Pembentukan NPP

Untuk mendapatkan hasil sintesis NPP yang optimal, dilakukan penentuan waktu optimum pemanasan cahaya matahari terhadap pembentukan NPP dengan cara mengukur absorbansi dari NPP yang terbentuk dengan variasi waktu pemanasan yang berbeda-beda. Hasil NPP yang terbentuk dan hasil absorpsi UV-Vis yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum UV-Vis NPP variasi waktu

pemanasan

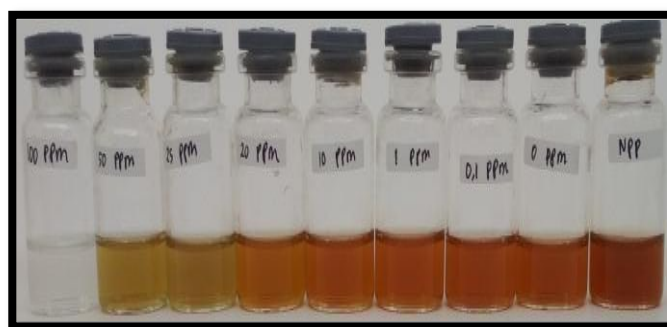
Pada Gambar 3. terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya waktu pemanasan maka proses pembentukan NPP akan terus meningkat sehingga absorbansinya yang diperoleh semakin besar, yang mengindikasikan jumlah NPP yang terbentuk akan semakin banyak dengan waktu optimum pemanasan adalah 60 menit.

Setelah diketahui waktu optimumnya, maka NPP disimpan selama 1 hari, 2 hari, dan 7 hari. Absorbansi dari NPP mengalami penurunan pada waktu penyimpanan 1 hari, sedangkan pada waktu penyimpanan 2 hari dan 7 hari terjadi penurunan absorbansi dan pergeseran LSPR ke arah panjang gelombang yang lebih besar yang mengindikasikan ukuran NPP semakin besar dan telah terjadinya aglomerasi dan agregasi pada NPP.

Penentuan Sensitivitas NPP Sebagai Detektor Dari Ion Hg^{2+}

Kemampuan NPP yang dapat mendeteksi ion Hg^{2+} secara kolorimetri telah diketahui [21]. Saat NPP ditambahkan ke dalam larutan Merkuri, akan terjadi reaksi redoks dimana ion Hg^{2+} akan mengoksidasi NPP dimana atom Ag^0 pada NPP akan berubah menjadi ion Ag^+ . Proses oksidasi ini diakibatkan oleh nilai potensial reduksi dari $\text{Hg}^{2+} + 0,92 \text{ V}$ adalah lebih besar dari potensial reduksi ion Ag^+ sebesar +0,80 V [22]

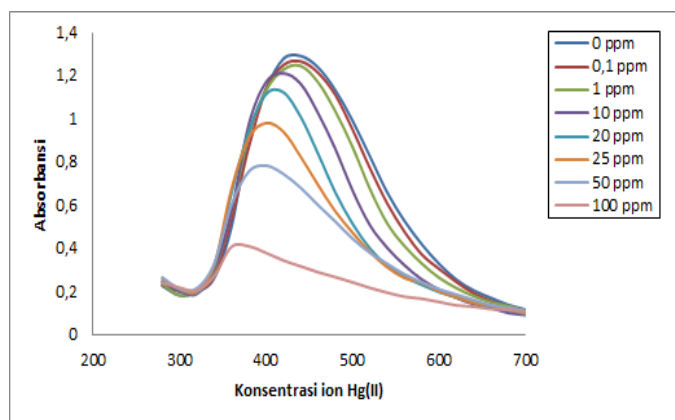
Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa bila semakin besar konsentrasi Hg^{2+} yang ditambahkan terhadap larutan NPP maka larutan akan semakin pudar bahkan menjadi bening, karena semakin besar jumlah ion Hg^{2+} yang ditambahkan maka semakin banyak pula jumlah ion Hg^{2+} yang akan mengoksidasi NPP. Hal ini dapat terlihat jelas pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengamatan visual NPP Dari Berbagai Konsentrasi Hg^{2+} (100 -0 ppm)

Dengan pengamatan visual terlihat bahwa pada konsentrasi 20-100 ppm telah terjadi perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi kuning orange, kuning hingga bening. Namun, untuk konsentrasi 2 ppb – 10 ppm tidak terjadi perubahan warna yang signifikan.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk melihat perbedaan spektrum serapan di setiap penambahan konsentrasi Hg^{2+} ke dalam NPP seperti yang terlihat di gambar 5.



Gambar 5. Spektrum NPP setelah direaksikan dengan Hg^{2+} (0-100 ppm)

Pada Gambar 5 absorbansi NPP pada larutan Hg^{2+} pada konsentrasi 0,1 hingga 10 ppm cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi ion Merkuri dalam larutan dan disertai sedikit pergeseran nilai λ_{maks} . Penurunan nilai absorbansi dan λ_{maks} yang tidak terlalu besar menunjukkan bahwa ukuran dan jumlah NPP dalam larutan tidak terlalu berubah sehingga warna larutan cenderung sama seperti NPP sebelum direaksikan.

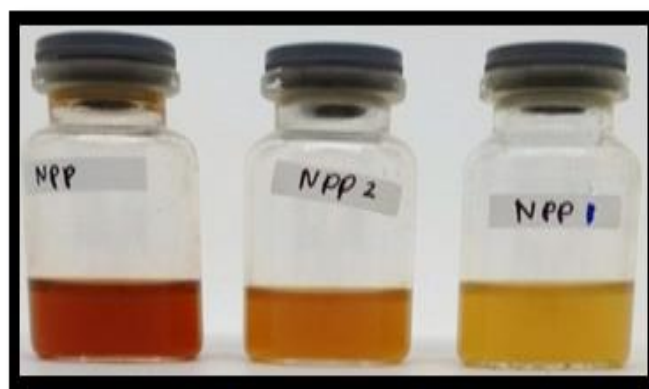
Ketika warna larutan NPP yang direaksikan menjadi kuning orange (pada Hg^{2+} 20 ppm), kuning (pada Hg^{2+} 25 dan 50 ppm), absorbansi cenderung rendah dan λ_{maks} bergeser secara signifikan, dan ketika warna larutan menjadi bening absorbansi NPP cenderung jauh melebar hingga datar yang menunjukkan bahwa NPP dalam larutan sudah tidak ada karena diduga NPP (Ag^0) telah teroksidasi menjadi Ag^+ .

Peningkatan Sensitivitas NPP Sebagai Detektor Ion Hg^{2+}

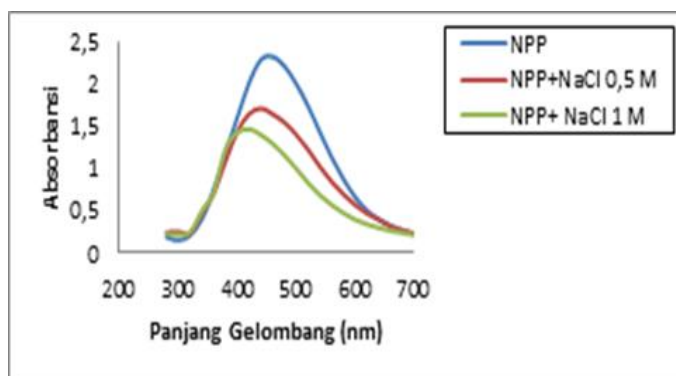
Peningkatan sensitivitas dilakukan dengan penambahan senyawa garam anorganik. NaCl dan juga senyawa anorganik lain dapat digunakan untuk memodifikasi NPP karena anion-anion dapat

berfungsi untuk mengubah sifat kimia dari permukaan nanopartikel [23]. Keberadaan ion NaCl dapat memperkecil ukuran partikel dari nanopartikel dengan konsentrasi NaCl yang umum yang dapat digunakan untuk nanopartikel adalah berkisar dari 0,01 -3,0 mM [24].

Berdasarkan penelitian oleh Park dkk, makin tinggi konsentrasi NaCl yang digunakan, ukuran partikelnya akan semakin kecil. NPP yang berukuran kecil akan memiliki luas permukaan yang lebih besar [25]. Luas permukaan nanopartikel perak ini sangat menentukan sifat katalitik, sensor optik, dan antibakteri dari nanopartikel perak dimana semakin luas permukaan nanopartikel (semakin kecil ukuran partikel) maka kemampuan katalitik, sensor optik, dan antibakteri nanopartikel juga akan meningkat [26]. Efek penambahan NaCl ke dalam NPP dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Hasil pengamatan visual dengan penambahan NaCl (a) NPP (b) NaCl 0,5 M (c) NaCl 1 M



Gambar 7. Spektrum NPP hasil penambahan larutan NaCl 0,5 M dan 1 M

Dari gambar 6 terlihat bahwa penambahan garam NaCl menyebabkan perubahan warna NPP menjadi kuning kecoklatan yg lebih pudar, hingga

kuning terang.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa penambahan NaCl menyebabkan penurunan absorbansi dan pergeseran λ_{maks} ke arah panjang gelombang yang lebih kecil.

Semakin besar konsentrasi yang ditambahkan ke NPP maka semakin bergeser λ_{maks} ke arah panjang gelombang yang lebih kecil serta semakin turun absorbansinya.

Menurut Solomon ukuran nanopartikel perak dapat ditentukan dari puncak serapan maksimum panjang gelombang dimana semakin besar ukuran partikel maka puncak serapan akan bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih besar dan puncak yang terbentuk akan lebih lebar [27].

Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan tersebut, ukuran NPP akan menjadi lebih kecil dengan penambahan NaCl, dimana puncak serapan di λ_{maks} akan bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih kecil.

Selain itu, penurunan absorbansi saat ditambahkan NaCl disebabkan oleh keberadaan anion Cl^- , maka energi pada permukaan nanopartikel dengan mudah berubah, yang dikenal sebagai efek hibridisasi energi pada permukaan nanopartikel.

Oleh karena itu, spektrum absorbansi dapat menurun dengan drastis oleh keberadaan anion [28]. Hal inilah yang membuat NPP menjadi tidak stabil ketika ditambahkan NaCl.

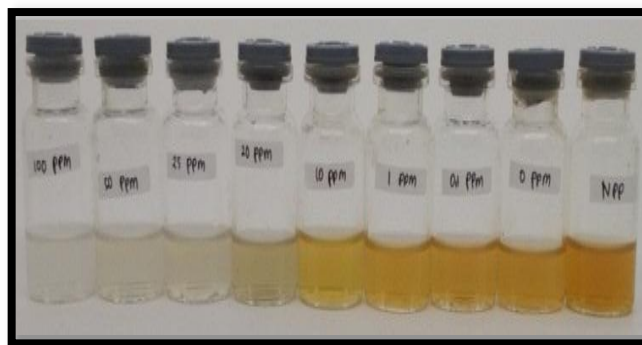
Sementara itu, nilai pH larutan selama proses penambahan NaCl ke NPP berada pada pH 5. Penambahan NaCl ke NPP memiliki pH sama dengan pH sintesis NPP yang berarti penambahan NaCl ke NPP tidak mengubah pH dari NPP.

Sensitivitas NPP yang ditambahkan NaCl terhadap ion merkuri (Hg^{2+}) dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Hasil Pengamatan Visual NPP (NaCl 0,5 M) terhadap larutan Hg^{2+}

(100 ppm- 0 ppm)



Gambar 9. Hasil Pengamatan Visual NPP (NaCl 1 M) terhadap larutan Hg^{2+} (100 ppm-0 ppm)

Dari Gambar 8 dan 9 terlihat bahwa dengan adanya penambahan NaCl kedalam larutan NPP, ternyata mampu meningkatkan sensitivitas dari NPP dalam mendeteksi ion Merkuri. Hal ini dibuktikan dengan perubahan warna larutan menjadi bening pada konsentrasi Hg^{2+} 25 - 100 ppm (Gambar 8) dan pada konsentrasi Hg^{2+} 20 - 100 ppm (Gambar 9) dibandingkan dengan NPP tanpa penambahan NaCl (Gambar 4).

Kenaikan sensitivitas ini mungkin disebabkan oleh ukuran partikel dari NPP dengan penambahan NaCl lebih kecil dari pada ukuran NPP tanpa penambahan NaCl sehingga ukuran NPP yang lebih kecil ini akan memungkinkan NPP untuk lebih mudah bereaksi dengan ion Hg^{2+} .

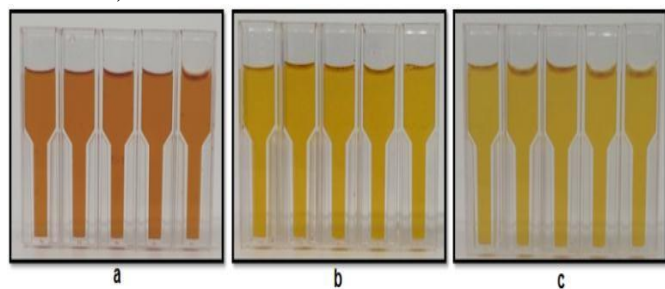
Terdapat perbedaan sensitivitas antara penambahan NaCl 0,5 M dan NaCl 1 M dimana semakin besar konsentrasi NaCl yang ditambahkan, maka akan semakin sensitif NPP yang diperoleh terhadap ion Hg^{2+} karena dengan semakin kecilnya ukuran NPP yang dihasilkan untuk bereaksi dengan ion Hg^{2+} .

Penggunaan Metode Citra Digital Dalam Analisis Ion Hg^{2+}

Penggunaan metode citra digital dalam penelitian ini karena telah diketahui memiliki kesensitifan yang lebih baik dalam analisis ion Hg^{2+} dibandingkan metode spektrofotometri UV- Vis, dan mampu untuk mendeteksi konsentrasi ion Merkuri hingga pada level ppb [29].

Pada metode citra digital, intensitas RGB NPP pada gambar 10 dalam mendeteksi ion Merkuri (Hg^{2+}) didapatkan dari citra digital yang diambil menggunakan kamera Hp Xiaomi X4. Citra tersebut diolah menggunakan software Photoscape yang

berfungsi untuk memotong bagian kepekatan warna yang merata baik dari citra digital blanko (aquades) maupun larutan standar (NPP + ion Merkuri).



Gambar 10. Hasil Pengamatan Visual NPP terhadap larutan Hg^{2+} (30-10ppb) Untuk Pembuatan kurva Kalibrasi Citra Digital (a) NPP (b) NPP+ NaCl 0,5 M (c) NPP + NaCl 1 M

Pada metode citra digital, intensitas RGB NPP pada gambar 10 dalam mendeteksi ion Merkuri (Hg^{2+}) didapatkan dari citra digital yang diambil menggunakan kamera Hp Xiaomi X4. Citra tersebut diolah menggunakan software Photoscape yang berfungsi untuk memotong bagian kepekatan warna yang merata baik dari citra digital blanko (aquades) maupun larutan standar (NPP + ion Merkuri).

Selanjutnya program Matlab R2010b digunakan untuk mendapatkan nilai masing-masing komponen warna RGB. Untuk mendapatkan nilai absorbansi masing-masing komponen warna, intensitas komponen warna yang telah didapatkan diasumsikan layaknya intensitas cahaya pada persamaan Lambert-Beer dalam teorispektrofotometri.

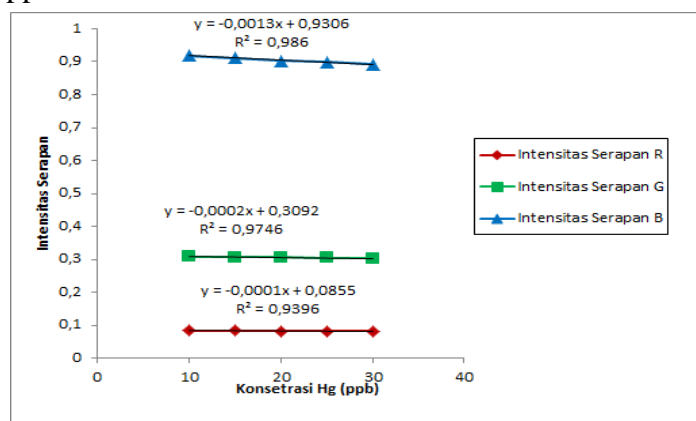
Dari nilai absorbansi yang didapat, kemudian dibuatlah kurva kalibrasi dengan metode SLR (*Simple Linier Regression*) untuk metode citra digital) seperti yang terlihat pada Gambar 11, 12 dan 13.

Dari kurva kalibrasi tersebut, diperoleh komponen warna biru (B) memiliki nilai slope(m) dan regresi yang paling baik dibandingkan dengan komponen warna merah (R) dan hijau (G).

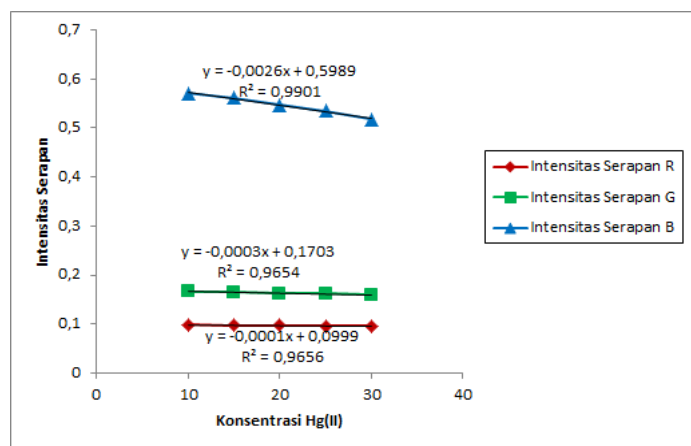
Hal ini disebabkan karena NPP yang diperoleh memiliki warna kuning kecoklatan dan memiliki warna komplementer mendekati biru sehingga NPP mempunyai absorbansi yang paling maksimum pada komponen warna biru.

Analisis ion Hg^{2+} dengan metode citra digital dihasilkan NPP tanpa penambahan NaCl

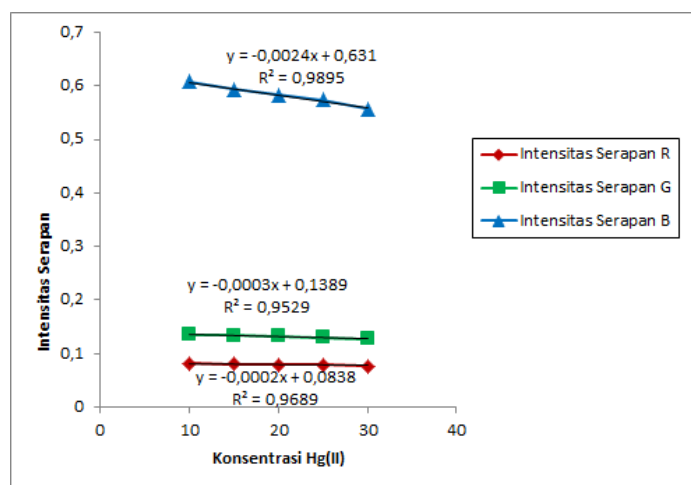
mempunyai batas deteksi (LoD) sebesar 5,79 ppb sedangkan NPP dengan penambahan NaCl 0,5 M dan 1 m mempunyai LoD sebesar 3,02 ppb dan 2,46 ppb.



Gambar 11. Kurva kalibrasi citra digital NPP + larutan Hg^{2+} (ppb)



Gambar 12. Kurva kalibrasi citra digital NPP + larutan Hg^{2+} (ppb)



Gambar 13. Kurva kalibrasi citra digital NPP + larutan Hg^{2+} (ppb)

Analisis ion Hg^{2+} menggunakan metode citra digital dengan indikator NPP yang ditambahkan NaCl terbukti mampu untuk mendeteksi konsentrasi Merkuri hingga konsentrasi 5 ppb yang merupakan batas maksimum kadar merkuri yang diperbolehkan ada dilingkungan berdasarkan KEP-02/MENKLH/I/1998.

KESIMPULAN

Penambahan larutan NaCl terbukti mampu meningkatkan sensitivitas dari Nanopartikel perak (NPP) dalam mendeteksi ion merkuri. Semakin besar konsentrasi NaCl yang ditambahkan ke dalam NPP akan membuatnya menjadi semakin sensitif terhadap ion merkuri (Hg^{2+}).

Batas deteksi NPP yang diperoleh dari hasil ditambahkan larutan NaCl 0,5 M dan 1 M pada penentuan ion merkuri (Hg^{2+}) secara citra digital adalah 3,02 dan 2,46 ppb.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [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] Rianto,S., Onny Setiani, Budiyo, Analisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tradisional di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri, *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* , 2012 : 11(1): 54-60.
- [4] Khatami, H., Gina Sabila, Hafiz Firnandi, Bunga Dacilia H, Izzatul Khoirunnisa, *Majalah Farmasetika*, 2018 : 3(3): 47-51
- [5] Meileza, N., M.Lutfi Firdaus,Elvinawati Analisis Ion Merkuri (II) Menggunakan Nanopartikel Perak Terimobilisasi Pada Kertas Saring *Alotrop*, 2018: 2(2): 191-197
- [6] Adriansyah, R., Firdaus, M. L., Elvinawati .Analisis Hg^{2+} Dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (NPP) Sebagai

- Indikator Kolorimetri Dengan Metode Spektrofotometri, *Alotrop*. 2017: 1(2): 136-143
- [7] Vasileva,P., Teodora Alexandrova, Irina Karadjova, Application of Starch-Stabilized Silver Nanoparticles as a Colorimetric Sensor for Mercury(II) in 0.005 mol/L Nitric Acid, *Hindawi Journal of Chemistry*, 2017 : 1-9.
- [8] Sulistiawaty L, Sugiarti S, Darmawan N. Detection Of Hg^{2+} Metal Ions Using Nanoparticles Stabilized By Gelatin And tween- 20. *Indones, J. Chem*. 2015: 15(1): 1-8
- [9] MENKLH, Keputusan Menteri Negara KLH No. 02 / MENKLH / 1/ 1988 Tentang Pedoman Baku Mutu Lingkungan
- [10] Mohamad, W. F., Kamarudin K.S.N., Fathilah, N.N.F.N.M, Salleh, M. M.. The Effects of Sodium Chloride In The Formation of Size and Shape of Gold Nanoparticles by Microwave- polyol Method for Mercury Adsorption. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*. 2011: 5(2) : 176-180
- [11] Kim, K.M., Yun-Sik Nam, Yeonhee Lee,Kang-Bong Lee, A Highly Sensitive and Selective Colorimetric Hg^{2+} Ion Probe Using Gold Nanoparticles Functionalized with Polyethyleneimine, *Hindawi, Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2018 : 1-12.
- [12] Hadi, A., Asiah, Penentuan Batas Linearitas Metode Pengujian Air Raksa Dalam Air Secara Spektrofotometri Serapan Atom Uap Dingin Sesuai SNI 6989 78 : 2011, *Ecolab* , 2015 : 9 (1): 1 – 46.
- [13] Kustiawan,U.R., Rimadani Pratiwi, Dithizon: Agen Pengkompleks Untuk Analisis Logam Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS, *Farmaka Suplemen* , 2016: 14 (2) : 308-317.
- [14] Kurniawan, I.H., Sahat Simbolon, Deteksi dan Pengukuran Spektra dalam Analisis Spektrografi Emisi dengan Pengolahan Citra , *JNTETI*, 2014 : 3(1): 52-57
- [15] Utama,J., Akuisisi Citra Digital Menggunakan Pemrograman Matlab, *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 2011: 9 (1) : 71-79.

- [16] Putri, E., Pengujian Citra Jeruk Baby Untuk Mengetahui Area Cacat Menggunakan Klasifikasi Pixel, *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 2018:7(1): 73-79.
- [17] Novyanti, O.E., Yuita Arum Sari, Muhammad Tanzil Furqon, Pengenalan Citra Jenis Makanan menggunakan Ekstraksi Fitur Color Channel dan Gray Level Co-Occurance Matrix, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2019: 3 (5): 4234-4241.
- [18] Singh, N., Chatterjee, A., Chakraborty, K., Chatterjee, S., Abraham, J. Cytotoxic Effect on MG-63 Cell Line and Anti microbial and Antioxidant Properties of Silver Nano particles Synthesized with Seed Extracts of *Capsicum* Sp. *Rec. Nat. Proud.* 2016: 10(1), 47-57.
- [19] Azhar , F.F., Sukaina Adibi , Tanti Anggraini , Sumpono, Pemanfaatan Nano partikel Perak Ekstrak Belimbing Wuluh Sebagai Indikator Kolorimetri Logam Merkuri, *Research of Applied Science and Education* , 2019: 13(1): 34-44.
- [20] Jubahar, , J., Yuliana Astuti, Netty Suharti, Penetapan Kadar Vitamin CDari Buah Cabe Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), *Jurnal Farmasi Higea*, 2015: 7 (2): 208-217.
- [21] Firdaus,M.L., Ikka Fitriani, Santhy Wyantuti, Yeni W. Hartati, Renat Khaydarov, Jason A. Mc Alister, et al, Colorimetric Detection of Mercury(II) Ion In Aquaous Solution Using Silver Nanoparticle, *Anlytical science.* 2017: 33 (7), 831-837
- [22] Said , N.I., Metoda Penghilangan Logam Merkuri Di Dalam Air Limbah Industri, *Jurnal Air Indonesia*, 2010: 6 (1):11-23.
- [23] Sharifa , M., Davoud Dorrnanian , Effect of NaCl Concentration on Silver Nano particles Produced by 1064 nm Laser Ablation in NaCl Solution, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 2015: 606: 36–46.
- [24] Reduan, N.A., Suriati Ghazali , Saidatul Shima Jamari, Effect Of Temperature And NaCl Concentration On Synthesis Of Silver Nanoparticles Prepared IN Aqueous Medium, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* , 2016: 11(10): 6399-6404.
- [25] Park, J.Y., Daksha Patel, Eun Sook Choi, Myung Ju Baek, Yongmin Chang, Tae Jeong Kim, et al *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2010: 367(1-3): 41-46.
- [26] Ristian,I., SriWahyuni, Kasmadi Imam Supardi, Kajian Pengaruh Konsentrasi Perak Nitrat Terhadap Ukuran Partikel Pada Sintesis Nano Partikel Perak, *Indo. J.Chem.Sci*, 2014: 3(1) : 7-11.
- [27] Solomon, S D, Bahadory, M, Jeyarajasingham, A V, Rutkowsky, S A & Boritz, C. Synthesis and Study of Silver Nano particles. *Journal of Chemical Education.* 2007: 84(2): 322-325
- [28] Dong,X., Huaimin Gu, Jian Kang Xiaojuan Yuan Jiwei Wu, Comparative study of surface-enhanced Raman scattering activities of three kinds of silver colloids when adding anions as aggregating agents, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2010 : 368 (1–3): 142-147.
- [29] Dinata, A.A., M. Lutfi Firdaus, Rina Elvia., Penerapan Kemometrik Pada Metode Citra Digital Untuk Analisis Ion Merkuri (II) Dengan Indikator Nanopartikel Perak , *Alotrop*, 2019: 3(1): 105-113

Penulisan Sitasi Artikel ini adalah
 Prasetya, E., M.Lutfi Firdaus , Elvinawati ,
 Upaya Peningkatan Sensitivitas Nanopartikel Perak
 Untuk Analisis Ion Merkuri(II) Secara Citra Digital
 Dengan Penambahan NaCl, *Alotrop*, 2019: 3(2): 139-147.