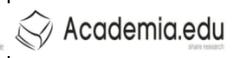


	<p style="text-align: center;">Analisis Kadar Merkuri Pada Biota Air Dengan Nanopartikel Perak Secara Citra Digital di Lokasi Penambangan Emas Kabupaten Lebong Hendry Nordan^{*1}, Mochamad Lutfi Firdaus² dan Rina Elvia³ ^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Bengkulu *E-mail : Hendry_nordan@yahoo.com</p>					
						

ABSTRACT

This study aimed at determining of how the sensitivity of silver nanoparticles (NPP) in detecting metal mercury in aquatic biota samples through digital imagery. The Sampling of aquatic biota was carried out in the gold mining location of Lebong Tambang village in Lebong district (102 ° 12'00 "-102 ° 18'05" BT and 3 ° 10'00 "-3 ° 17 ' 00 "LS.) The aquatic biota samples analyzed included fish, shellfish, shrimp and plants as well as comparison samples such as water and sediment. The Analysis of mercury level was carried out from December 2018 - March 2019 by using NPP of digital imagery method. The digital imagery method was used as a detector to replace the conventional spectrophotometer. The result of mercury level in aquatic biota with NPP in digital imagery was susceptible compared to the UV-Vis spectrophotometry method. It can be seen from the Limit Of Detection (LOD) score of the digital imagery method with the SLR data analysis technique by using a digital camera that is equal to 2.305 ppb, where the score was smaller than the LOD value in spectrophotometry which is 300 ppb. The results of the analysis of mercury level by using digital imagery method were obtained the concentration on pool shells of 196.8 ppb, in pond fish samples of 155.7 ppb, in shrimp samples of 81.2 ppb, in river fish samples of 81.1 ppb, and in plant samples of 50.9 ppb. thus, these results indicate that the presence of mercury ions in the samples of aquatic biota tested has levels above the threshold, which means samples of fish, shrimp, shellfish and plants were risk to be consumed

Keywords: digital imaging, water biota, mercury, silver nanoparticles

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sensitivitas nanopartikel perak (NPP) dalam mendeteksi logam merkuri pada sampel biota air secara citra digital. Pengambilan sampel biota air dilakukan di lokasi penambangan emas desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong (102°12'00"-102°18'05" BT dan 3°10'00"-3°17'00" LS.) Adapun sampel biota air yang dianalisis meliputi ikan, kerang, udang dan tumbuhan serta sampel pembanding seperti air dan sedimen. Analisis kadar merkuri dilakukan dari mulai Desember 2018 - Maret 2019 dengan menggunakan NPP dengan metode citra digital. Metode citra digital digunakan sebagai detector untuk menggantikan spektrofotometer konvensional. Hasil penelitian kadar merkuri pada biota air dengan NPP secara citra digital lebih sensitif dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai Limit Of Detection LOD metode citra digital dengan teknik analisa data SLR menggunakan kamera digital yaitu sebesar 2,305 ppb, dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai LOD pada spektrofotometri yaitu 300 ppb. Hasil analisis kadar merkuri secara metode citra digital diperoleh konsentrasi yaitu pada kerang kolam sebesar 196,8 ppb, pada sampel ikan kolam sebesar 155,7 ppb, pada sampel udang yakni sebesar 81,2 ppb, pada sampel ikan sungai sebesar 81,1 ppb, selanjutnya yang terdapat pada sampel tumbuhan yaitu 50,9 ppb. Sehingga hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan ion merkuri pada sampel biota air yang diuji memiliki kadar di atas ambang batas yang berarti sampel ikan, udang, kerang dan tumbuhan berbahaya untuk dikonsumsi.

Kata kunci : Citra Digital, Biota Air, Merkuri, Nanopartikel Perak

PENDAHULUAN

Potensi mineral berupa logam emas menyebar di seluruh wilayah di Indonesia mulai dari

Sabang hingga Merauke [1]. Pada era kolonial Belanda terdapat sepuluh wilayah pertambangan pertama yang dikelola oleh perusahaan

pertambangan milik Pemerintah Hindia Belanda maupun perusahaan milik swasta, salah satunya adalah di wilayah Bengkulu [2].

Eksplorasi pertambangan mulai dilakukan di daerah Bengkulu sejak tahun 1895-1896 berada di *Onderafdeeling* Lebong dengan ditemukannya endapan primer di daerah Lebong Donok yang mulai ditambang oleh *Mijnbouw Maatschappij* Rejang Lebong sejak tahun 1897 [3] yang secara Geografis dibatasi oleh garis Bujur Timur $102^{\circ}12'00''$ - $102^{\circ}18'05''$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}10'00''$ - $3^{\circ}17'00''$ LS yang pada dewasa ini umumnya, berada di sekitar pemukiman penduduk yang cukup padat serta dekat dengan lingkungan pesawahan dan perkebunan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat di desa Lebong Tambang Kabupaten Lebong diperoleh fakta bahwa masyarakat mengolah biji emas dengan cara amalgamasi menggunakan logam merkuri (Hg) untuk memisahkan logam emas dari pasir dan batuan yang telah ditumbuk dan dihaluskan [4].

Proses amalgamasi emas yang dilakukan oleh rakyat secara tradisional, dapat menyebabkan terlepasnya logam merkuri ke lingkungan utamanya pada tahap pencucian dan penggarangan dimana limbah yang umumnya masih mengandung merkuri dibuang langsung ke kedalam sungai dan bersentuhan dengan biota air [5].

Biota air merupakan sekelompok hewan dan tumbuhan yang tinggal di suatu lokasi geografis tertentu [6], yang secara fisik dan biologis biota air tawar merupakan perantara habitat laut dan habitat darat [7] yaitu hasil evolusi di dalam keturunan organisme (bentuk kehidupan) laut yang mengalami perpindahan ke air tawar.

Di dalam air, logam merkuri dapat mengalami biotransformasi menjadi senyawa organik metil merkuri atau fenil merkuri akibat proses dekomposisi oleh bakteri [8], yang selanjutnya senyawa organik tersebut akan terserap oleh jasad renik yang selanjutnya akan masuk dalam rantai makanan [9]. Pada akhirnya dapat terjadi akumulasi dan biomagnifikasi merkuri dalam tubuh biota air seperti ikan, udang dan kerang, yang pada akhirnya dapat masuk ke dalam tubuh manusia yang mengkonsumsinya [10].

Dari hasil wawancara dengan para penambang emas yang mengolah biji emas dengan menggunakan merkuri di Kabupaten Lebong

diperoleh fakta bahwa sebagian besar penambang mengatakan bahwa gejala-gejala kesehatan yang timbul pada tubuh para warga sekitar yang terkontaminasi merkuri tidak langsung nampak atau dirasakan pada saat itu juga.

Secara umum gejala-gejala kesehatan yang sering timbul hanya merupakan penyakit biasa saja, antara lain; penyakit gatal-gatal, sakit perut, mual, muntah-muntah, demam, pilek, sesak napas, pusing-pusing, sakit kepala, maag, tangan sering kesemutan, dan mudah lupa.

Merkuri sangat berbahaya bagi kesehatan manusia [11], karena itu diperlukan metode dan alat yang akurat untuk menganalisis logam merkuri tersebut dengan cepat dan tepat. Metode yang biasanya digunakan untuk menganalisis merkuri (II) selama ini yaitu menggunakan metode *Atomic Absorption Spektrometry* (AAS), dan *Inductively Couple Plasma* (ICP) yang harganya relatif mahal, serta membutuhkan analisis yang lama [12].

Salah satu teknologi dibidang kimia yang dapat digunakan sebagai upaya alternatif dalam menganalisis kandungan logam merkuri yaitu dengan menggunakan nanopartikel perak (NPP) [13]. Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode analisis kuantitatif yang menggunakan NPP digabung dengan metode citra digital dengan paduan sistem warna RGB (Red, Green dan Blue) menggunakan teknik analisis data sederhana yaitu *Simple Linier Regression* (SLR) menggunakan data RGB, terbukti mampu untuk mengukur kadar merkuri pada suatu sampel hingga konsentrasi ppb [14].

Sintesis nanopartikel perak (NPP) sudah dilakukan dengan berbagai metode seperti reduksi kimia, dekomposisi termal, dan elektrokimia, dari serangkaian metode, reduksi kimia adalah metode yang cukup ekonomis dibandingkan dengan dengan yang lain [15]. Metode reduksi kimia hanya membutuhkan reduktor dan prekursor saja dalam proses sintesisnya [16]. Salah satu reduktor yang dapat mensintesis nanopartikel perak (NPP) adalah asam askorbat ($C_6H_8O_6$) karena kemampuannya untuk mereduksi ion Ag^{+1} menjadi Ag [17].

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul "Analisis Kadar Merkuri Pada Biota Air dengan Nanopartikel Perak Secara Citra Digital Di Lokasi Penambangan Emas Kabupaten Lebong" yang diharapkan mampu menjadi suatu metode alternatif analisis kuantitatif

untuk menganalisis kadar merkuri yang terdapat pada biota air di lokasi penambang emas tradisional di kabupaten Lebong yang efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Larutan Stok Perak Nitrat (AgNO_3) 1 mM

Pembuatan larutan stok AgNO_3 1 mM dibuat dengan cara melarutkan serbuk AgNO_3 seberat 0,0425 gram kedalam 25 mL air demineral di dalam labu ukur 250 mL serta ditambahkan dengan air demineral hingga tanda batas.

Pembuatan Larutan Stok Asam Askorbat 1 mM

Pembuatan larutan stok asam askorbat dibuat dengan cara melarutkan serbuk asam askorbat seberat 0,0352 gram kedalam 25 mL air demineral di dalam labu ukur 200 mL, selanjutnya ditambahkan larutan trisodium sitrat $3,0 \times 10^{-3}$ M. Setelah itu labu ukur ditambahkan air demineral sampai tanda batas. Larutan asam askorbat yang diperoleh selanjutnya ditambahkan 3 mL larutan NaOH 0,1 M dan didiamkan selama 24 jam.

Pembuatan Larutan Stok Ion Merkuri (II) (Hg^{2+})

Pembuatan larutan stok Hg^{2+} dibuat dengan cara menimbang HgCl_2 sebanyak 0,068 gram dilarutkan dengan 25 mL air demineral dalam labu ukur 100 mL, kemudian dimasukkan ditambahkan air demineral sampai tanda batas, sehingga didapat larutan stok Hg^{2+} 500 ppm.

Selanjutnya dari larutan stok Hg^{2+} 500 ppm dibuat variasi konsentrasi larutan stok Hg^{2+} dengan mengencerkan larutan stok secara bertahap menjadi 100 ppm kemudian dari 100 ppm diencerkan lagi menjadi 1 ppm dan selanjutnya diencerkan lagi menjadi 10 ppb.

Untuk analisis ion merkuri (II) dibuat larutan stok Hg^{2+} dengan variasi konsentrasi yaitu 15, 30, 45, 60 ppm yang dibuat dari larutan stok Hg^{2+} 100 ppm dan untuk larutan konsentrasi 1, 2, 3, 4 ppb dari larutan stok Hg^{2+} 10 ppb.

Sintesis Nanopartikel Perak (NPP)

Sintesis NPP dilakukan dengan metode reduksi kimia. Disiapkan larutan asam askorbat dan AgNO_3 dengan perbandingan 2:1, kemudian larutan asam askorbat 1 mM dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu larutan 60 °C, lalu ditambahkan AgNO_3 1 mM dan di stirrer selama 10 menit sampai terjadi

perubahan warna dari bening menjadi kuning. Untuk mengetahui hasil sintesis partikel perak, juga dilakukan pengukuran absorbansi dengan rentang panjang gelombang 280-700 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis

Penentuan Panjang Gelombang Optimum

Panjang gelombang optimum ditentukan pada NPP yang tidak ditambahkan larutan stok Hg^{2+} . Nilai absorbansi diambil pada rentang panjang gelombang 400-500 nm. Panjang gelombang optimum ditentukan berdasarkan absorbansi maksimum dari NPP.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Larutan NPP dimasukan masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 mL larutan stok logam Hg masing-masing dengan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3 dan 4 ppb dan variasi konsentrasi 0, 15, 30, 45 dan 60 ppm. Selanjutnya semua campuran diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum sebagai data untuk analisis metode spektrofotometri UV-Vis.

Pengambilan Data Nilai Komponen Warna RGB dari Analisis Ion Merkuri (II) Secara Citra Digital

NPP yang telah disintesis pada kondisi optimum ditambahkan 10 μL larutan stok Hg^{2+} dengan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3, dan 4 ppb dan pada konsentrasi 0, 15, 30, 45 dan 60 ppm.

Selanjutnya NPP difoto di dalam studio mini box untuk analisis ion merkuri (II) setelah itu dilakukan pengolahan data dengan menggunakan aplikasi Matlab.

Preparasi Sampel Organisme Air Tawar dan Bahan Uji

Pemilihan organisme uji untuk percobaan dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa organisme tersebut berada dalam satu garis rantai makanan. Organisme uji yang digunakan adalah Ikan, udang dan kerang yang berada di perairan sekitaran penambang emas di Kabupaten Lebong.

Pengukuran konsentrasi Merkuri (Hg)

Sampel biota air (ikan, udang, kerang) dicuci terlebih dahulu selanjutnya di potong kecil lalu ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukan ke dalam labu alas bulat 250 mL. Setelah itu ditambahkan berturut-turut 30 mL HNO_3 pekat dan 10 mL H_2SO_4 pekat secara sedikit demi sedikit melalui dinding labu.

Kemudian diaduk hingga larutan dan sampel tercampur merata. Setelah itu labu dihubungkan dengan pendingin atau kondensor dan dipanaskan di atas hotplate pada suhu 80°C dalam lemari asam sampai larutannya berwarna hitam dan semua sampel terdestruksi sempurna selama 3 jam.

Setelah itu ditambahkan larutan H_2O_2 30% sedikit demi sedikit sampai larutannya bening. Kemudian didinginkan pada suhu ruang. selanjutnya didiamkan selama sehari lalu larutan sampel disaring dengan menggunakan kertas saring whatman no.42 sampai larutan jernih. Selanjutnya penyaringan ini menghasilkan endapan berwarna putih seperti pasir yang diasumsikan sebagai senyawa organik yang belum terdestruksi sempurna [18].

Setelah itu diteteskan sebanyak $10\ \mu\text{L}$ larutan sampel yang telah dipreparasi pada NPP yang dibuat dalam kondisi optimum dan diambil gambar citra digitalnya dengan menggunakan kamera Redmi 4x didalam mini box studio.

Pengukuran Konsentrasi Logam Hg^{2+} pada Sampel Spesies Organisme Air Tawar

Penentuan Persamaan Regresi Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dengan teknik Data SLR. Persamaan kurva kalibrasi dibuat dengan cara memplotkan nilai absorbansi (A) terhadap konsentrasi menggunakan program Microsoft excel dari data hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Persamaan linear yang diperoleh dari kurva digunakan untuk menentukan konsentrasi logam dalam sampel air lingkungan yang akan dianalisis. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu : $y=mx+c$
Dengan : y = Absorbansi, m = Konstanta ,
 x = Konsentrasi dan c = Intersep

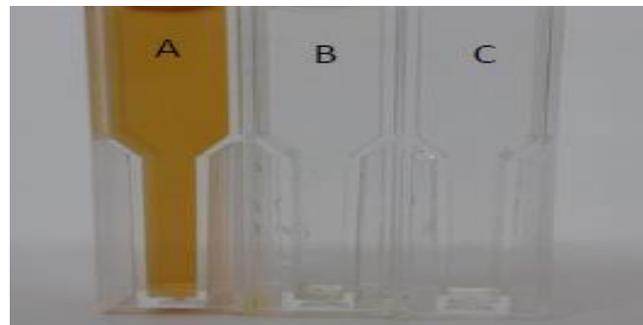
Penentuan persamaan Regresi dan Kurva Kalibrasi untuk Data Citra Digital dengan Teknik Analisis Data SLR

Kurva kalibrasi citra digital dibuat dengan cara mengolah terlebih dahulu foto yang telah dicroping dengan ukuran 200×200 pixel pada masing-masing sampel dengan menggunakan program Photoshop CC 2014, dan kemudian dianalisis dengan menggunakan program Matlab R2010b dengan hasil analisis berupa nilai komponen warna RGB. Selanjutnya untuk masing-masing intensitas warna dibuat kurva kalibrasi konsentrasi vs intensitas komponen warna RGB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

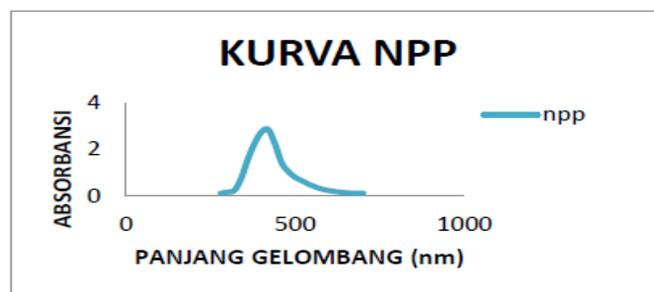
Proses pembuatan NPP dilakukan dengan menggunakan metode reduksi kimia dengan prekursor perak yang berasal dari larutan AgNO_3 1mM dengan reduktor asam askorbat 1mM.

Asam askorbat dan AgNO_3 memiliki beda potensial redoks yang kecil, hal ini menyebabkan reaksi redoks sulit untuk terjadi [19] karena itu agar reaksi redoks berlangsung lebih cepat, pH awal asam askorbat dinaikan dari $\text{pH}= 4.2$ menjadi $\text{pH}= 7$ [20] dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. (a). NPP (b). Asam Askorbat (c). AgNO_3

Pada gambar 1 perubahan warna yang semula berwarna bening menjadi kuning kecoklatan menandakan telah terbentuknya nanopartikel perak dimana warna kuning kecoklatan ini terbentuk karena adanya efek *Surface Plasmon Resonance (SPR)* dari NPP dengan terjadinya eksitasi elektron dari *ground state* ke *excited state* pada permukaan NPP [21]. Warna yang terbentuk dari efek SPR dari NPP, membentuk spektrum panjang gelombang optimum di rentang $400\text{-}500\ \text{nm}$ dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva NPP

Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa panjang gelombang optimum yang terbentuk masuk dalam rentang panjang gelombang optimum NPP yang menunjukkan bahwa NPP telah terbentuk dari

hasil reaksi antara asam askorbat dan AgNO_3 . Ketika NPP bereaksi dengan ion Hg^{2+} , logam Ag dari NPP akan teroksidasi kembali menjadi ion Ag^+ terlihat dari warna larutan yang kembali menjadi warna dari larutan Ag^+ yaitu berwarna bening yang dikarenakan hilangnya efek SPR yang dibentuk oleh NPP [22].

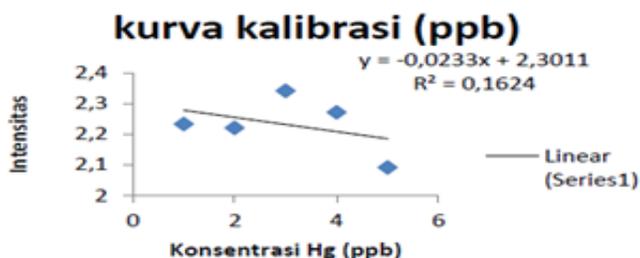
Selanjutnya dicampurkan larutan standar Hg^{2+} dengan konsentrasi 0, 1, 4, 8 dan 12 ppb masing-masing sebanyak 1 mL kedalam 2 mL NPP pada kuvet dan untuk setiap kuvet diukur data spektrum absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

Data spektrum absorbansi NPP terhadap konsentrasi Hg^{2+} pada konsentrasi ppb dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 . Spektrum Absorbansi NPP Terhadap Hg^{2+} Pada Konsentrasi ppb Secara Spektrofotometri UV-Vis

Konsentrasi Hg (ppb)	Absorbansi
0	2,233
1	2,220
4	2,341
8	2,271
12	2,091

Dari data Tabel 1 terlihat bahwa nilai spektrum absorbansi NPP tidak mengalami perubahan yang signifikan dan tidak dipengaruhi oleh perubahan pada konsentrasi Hg^{2+} . Data Tabel 1 selanjutnya dibuat untuk kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb dengan memplot data konsentrasi Hg^{2+} terhadap absorbansi NPP, yang dapat dilihat pada Gambar 3 .



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Analisis Ion Merkuri (II) Pada Konsentrasi ppb Secara Spektrofotometri UV-Vis

Dari Gambar 3 dapat dilihat nilai absorbansi tidak memiliki korelasi yang baik terhadap konsentrasi (ppb) dari ion merkuri (II), hal ini ditunjukkan dengan melihat nilai $R^2 = 0,1624$. Sehingga kurva kalibrasi yang dibentuk ini tidak dapat dijadikan kurva kalibrasi dalam penentuan ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb, hal ini terjadi karena kemampuan alat spektrofotometer UV-Vis tidak mampu mendeteksi ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb.

Dari data di atas metode spektrofotometri UV-Vis tidak dapat digunakan untuk menganalisis kadar merkuri dengan konsentrasi ppb. Selanjutnya dilakukan analisis kadar merkuri dengan menggunakan meto citra digital.

Selanjutnya NPP cairan yang sudah di campurkan dengan larutan standar Hg^{2+} dengan konsentrasi 0, 1, 4, 8 dan 12 ppb diphoto dalam mini studio kemudian dilakukan analisis secara citra digital dengan mencari masing-masing nilai intensitas warna RGB dari masing-masing komponen warna. Hasil analisis citra digital dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai komponen warna dan intensitas warna RGB kurva kalibrasi NPP cairan + larutan standar Hg^{2+} (ppb)

Konsentrasi Hg (ppb)	Warna Biru	
	Nilai Komponen	Intensitas Serapan
0	22,3	0
1	22,8	9,6
4	23,3	19,6
8	23,8	28,6
12	24,5	41,0

Dari Tabel 2 yang telah dianalisis secara citra digital dapat dibuat kurva kalibrasi, dengan membuat plot konsentrasi Hg (ppb) larutan standar Hg^{2+} terhadap intensitas warna RGB dari NPP cairan.

Selanjutnya terlihat bahwa nilai intensitas komponen biru(B) memiliki nilai R2 yang paling mendekati 1, untuk larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppb memiliki nilai $R^2 = 0,9992$, nilai intensitas komponen hijau (G) memiliki nilai $R^2 = 0,9887$, dan nilai intensitas komponen merah (R) memiliki nilai $R^2 = 0,9164$.

Maka digunakanlah intensitas komponen

biru untuk kurva kalibrasi analisis ion merkuri (II), dengan nilai persamaan garis untuk larutan stok Hg^{2+} pada konsentrasi ppb yaitu :

$$y = 10.031x + 10.128.$$

Persamaan garis yang didapat akan digunakan sebagai model untuk analisis ion merkuri (II) untuk sampel yang belum diketahui konsentrasi ion merkuri (II). Selanjutnya persamaan kurva kalibrasi pada komponen warna digunakan untuk menentukan LOD atau batas deteksi NPP cairan dalam analisis ion merkuri (II) pada konsentrasi ppb secara citra digital. Untuk NPP cairan pada konsentrasi ppb memiliki nilai LOD sebesar 2,305 ppb.

Hasil analisis ion merkuri (II) pada sampel biota air serta perairan lingkungan secara citra digital dengan menggunakan metode SLR dilakukan dengan cara mencari intensitas serapan dari komponen warna biru pada sampel yang akan dianalisis (Gambar 4).

Nilai Ambang Batas Konsentrasi ion merkuri (II) pada Biota Air		
Sampel	Konsentrasi Hg	Ambang Batas
Sedimen	200,3	0,4 mg/kg (Survei dan Wadepohl (1961))
Ikan	155,7	0,1 mg/kg (BB) setara dengan 0,3 mg/kg (BK) (US Fish and Wildlife Service (Maret 2001))
Kerang	196,8	1,0 mg/kg (BSNI 7387:2009)
Perairan	146,7	0,005 mg/kg (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 202 (2004))
Tumbuhan	50,9	0,03 mg/kg (BSNI 7387:2009)
udang	81,2	1,0 mg/kg (BSNI 7387:2009)

Gambar 4. Nilai Ambang Batas ion Merkuri (II)

Hasil pengujian terlihat bahwa sampel biota air yang terdapat di lokasi penambangan emas mengandung merkuri dengan konsentrasi merkuri terbesar terdapat pada kerang kolam dengan kadar merkuri mencapai 196,8 ppb. Hal ini terjadi karena logam yang telah mengalami biotransformasi dan tidak dapat dieksresikan atau dikeluarkan oleh tubuh umumnya akan tersimpan dalam organ tertentu seperti gonad [23], sehingga semakin besar ukuran kerang maka akan semakin banyak kadar logam yang terkandung di dalamnya.

Batas kandungan merkuri yang diperbolehkan pada sampel kerang yaitu sebesar 1,0 mg/kg sehingga untuk sampel kerang kolam yang diuji relatif aman karena masih berada dibawah

ambang batas berdasarkan BSNI 7387:2009, sedangkan untuk sampel ikan kolam diperoleh kadar merkuri sebesar 155,7 ppb.

US Fish and Wildlife Service menetapkan konsentrasi Hg yang terukur dalam ikan tidak boleh melebihi 100 ppb BB yang setara dengan 500 ppb berat kering (BK) [24], sedangkan WHO merekomendasi 'intake' maksimum untuk manusia adalah sebesar 0,3 mg/orang/minggu, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel ikan kolam yang diuji telah mengandung Merkuri melebihi ambang batas yang ditetapkan. Adanya kandungan logam Merkuri yang terakumulasi ke dalam jaringan tubuh ikan, khususnya di dalam otot (daging), akan memberikan konsekuensi keracunan pada manusia yang mengkonsumsi daging ikan sebagai sumber protein [25]. serta untuk sampel air lingkungan di lokasi juga relatif berbahaya karena memiliki kadar Merkuri yang sudah melewati ambang batas minimal yang diperbolehkan di dalam lingkungan yaitu sebesar 5 ppb berdasarkan keputusan menteri Negara lingkungan hidup no 202 tahun 2004 [26].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk analisi kadar merkuri pada biota air dengan nanopartikel perak secara citra digital lebih sensitive dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis yang ditandai dengan nilai LOD sebesar 2,305 ppb, dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai LOD pada spektrofotometri yaitu 300 ppb sehingga metode citra digital lebih sensitif untuk mendeteksi logam merkuri.

Selanjutnya Besar paparan logam merkuri terhadap biota air di lokasi Penambangan emas tradisional Kabupaten Lebong yaitu pada kerang kolam sebesar 196,8 ppb, pada sampel ikan kolam sebesar 155,7 ppb, pada sampel udang yakni sebesar 81,2 ppb, pada sampel ikan sungai sebesar 81,1 ppb, selanjutnya yang terdapat pada sampel tumbuhan yaitu 50,9 ppb dan terendah terdapat pada sampel kerang sungai yaitu 2,3 ppb sehingga hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan ion merkuri pada sampel biota air yang diuji memiliki kadar di atas ambang batas yang berarti sampel tersebut berbahaya untuk dikonsumsi

SARAN

Diperlukan sudi lebih lanjut mengenai pengaruh faktor-faktor eksternal terhadap kemampuan bioakumulasi CH_3Hg^+ dalam biota air serta Perlunya pengolahan gambar lebih lanjut dari hasil photo yang didapat agar kualitas photo meningkat, bisa dengan cara mereduksi noise yang terdapat pada photo.

DAFTAR PUSTAKA

[1]	Aziz, M., Model Pertambangan Emas Rakyat dan Pengelolaan Lingkungan Tambang di Wilayah Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, <i>Dinamika Rekayasa</i> , 2014: 10 (1): 20-28.
[2]	Zulkarnain, I., Petrogenesis Batuan Vulkanik Daerah Tambang Emas Lebong Tandai, Provinsi Bengkulu, Berdasarkan Karakter Geokimianya, <i>Jurnal Geologi Indonesia</i> , 2008: 3 (2): 57-73.
[3]	Flysh Geost, <i>Sejarah Penambangan Emas di Indonesia</i> , www.geologinesia.com, 21 Desember 2016
[4]	Widodo, Pengaruh Perlakuan Amalgamasi Terhadap Tingkat Perolehan Emas dan Kehilangan Merkuri, <i>Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan</i> , 2008: 18 (1): 47-53
[5]	Ruslan, Khairuddin., Studi Potensi Pencemaran Lingkungan Dari Kegiatan Pertambangan Emas Rakyat Poboya Kota Palu, <i>Indonesia Chimica Acta</i> , 2010: 3 (1): 27-31.
[6]	Priyono, A., Biota Perairan Di Area Pertambangan Emas PT. Natarang Mining, Lampung Selatan, <i>Media Konservasi</i> 2012: 17 (1): 16-22
[7]	Nangin, S.R., Marnix L. Langoy, Deidy Y. Katili, Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara, <i>Jurnal MIPA Unsrat Online</i> , 2015 : 4 (2) : 165-168
[8]	Arifin, M.Y., Misryadi Akbar Goang, Penyerapan Senyawa Merkuri (Hg) Di Karamba Jaring Apung Oleh Tanaman Azolla Dengan Kepadatan Berbeda, <i>Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau</i> , 2018: 3 (1): 35 - 42
[9]	Hananingtyas, I, Bahaya Kontaminasi

	Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Ikan Laut Dan Upaya Pencegahan Kontaminasi Pada Manusia, <i>AL-ARD : Jurnal Teknik Lingkungan</i> , 2017: 2(2) : 38-45
[10]	Said, N.I., Metoda Penghilangan Logam Merkuri Di Dalam Air Limbah Industri, <i>JAI</i> , 2010: 6.(1): 11-23.
[11]	Hadi, M.C., Bahaya Merkuri Di Lingkungan Kita, <i>Jurnal Skala Husada</i> , 2013 : 10 (2): 175 - 183
[12]	Prihatin, A.W., Agung Tri Prasetya, Woro Sumarni, Validasi Metode Analisis Mn Dalam Sedimen Sungai Kaligarang Dengan ICP-OES Dan GFAAS, <i>Indo. J. Chem. Sci.</i> 2017: 6 (1) : 19-26.
[13]	Firdaus, M.L, Hadi Apriyoanda, Elvinawati, Eko Swistoro, Agus Sundaryono, Pembuatan Nanopartikel Perak Yang Ramah Lingkungan Beserta Aplikasinya Untuk Mendeteksi Ion Merkuri Secara Citra Digital, <i>al-Kimiya</i> , 2019: 6(2): 52-57
[14]	Azhar, F.F., Sukaina Adibi, Tanti Anggraini, Sumpono, Pemanfaatan Nanopartikel Perak Ekstrak Belimbing Wuluh Sebagai Indikator Kolorimetri Logam Merkuri, <i>Research of Applied Science and Education</i> , 2019: 13(1): 34-44
[15]	Prasetiowati, A.L., Agung Tri Prasetya, Sri Wardani, Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa Bilimbi L.</i>) sebagai Antibakteri, <i>Indo. J. Chem. Sci.</i> 2018: 7(2) : 160-166.
[16]	Salasa, D., Henry Aritonang, Vanda Selvana Kamu, Sintesis Nanopartikel Perak (Ag) Dengan Reduktor Natrium Borohidrida (NaBH_4) Menggunakan Matriks Nata-De-Coco, <i>Chem. Prog.</i> 2016: 9. (2): 34-40
[17]	Sari, P.I, Mohamad Lutfi Firdaus, Rina Elvia, Pembuatan Nanopartikel Perak (NPP) Dengan Bioreduktor Ekstrak Buah <i>Muntingia calabura L</i> Untuk Analisis Logam Merkuri, <i>Alotrop</i> , 2017: 1(1): 20-26.
[18]	Hasrat, Jamaluddin, Nurlina Ibrahim, Analisis Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Petek (<i>Leiognathus sp.</i>) Dan Ikan Teri (<i>Stelophorus sp.</i>) Di Kawasan Laut Teluk Palu Secara Spektrofotometri Serapan Atom, <i>Online Jurnal of Natural Science</i> ,

	2014: 3(3): 230 -238
[19]	Prasetia, E., Mohamad Lutfi Firdaus , Elvinawati, Upaya Peningkatan Sensitivitas Nanopartikel Perak Untuk Analisis Ion Merkuri (II) Secara Citra Digital Dengan Penambahan NaCl, <i>Alotrop</i> , 2019: 3(2): 139-147.
[20]	Meileza, N., Mohamad Lutfi Firdaus, Elvinawati., Analisis Ion Merkuri (II) Menggunakan Nanopartikel Perak Terimobilisasi Pada Kertas Saring. <i>Alotrop</i> , 2018: 2(2): 191-197
[21]	Adriansyah, R., Mohamad Lutfi Firdaus, Elvinawati., Analisis Hg^{2+} dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (NPP) Sebagai Indikator Kolorimetri dengan Metode Spektrofotometri, <i>Alotrop</i> , 2017: 1(2) : 136-143.
[22]	Maryani, D, Mohamad Lutfi Firdaus, Nurhamidah, Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Buah <i>Passiflora flavicarva</i> (Markisa) Untuk Mendeteksi Logam Berat , <i>Alotrop</i> , 2017: 1(1):49-54.
[23]	Jalius,Daniel Djoko Setiyanto, Komar Sumantadinata, Etty Riani,Yunizar Ernawati., Bioakumulasi Logam Berat Dan Pengaruhnya Terhadap Oogenesis Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>), <i>J. Ris. Akuakultur</i> , 2008: 3 (1): 43-52.
[24]	Lasut, M.T., Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol, <i>Jurnal Matematika Dan Sains</i> , 2009 : 14 (3) : 89-95.
[25]	Yusuf, M., Baharuddin Hamzah, Nurdin Rahman, Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Air Laut, Sedimen, Dan Jaringan Ikan Belanak (<i>Liza melinoptera</i>) Di Perairan Teluk Palu, <i>J. Akademika Kim</i> , 2013: 2(3): 140 145.
[26]	Majalis, A.N.,Sri Lusiani, Yeni Novitasari, Proses untuk Menurunkan Konsentrasi Sianida Bebas dalam Air Limbah Pertambangan Emas Skala Kecil, <i>Jurnal Teknologi Lingkungan</i> , 2019: 20 (1): 73-82.