

**REVIEW ARTICLE: ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT
DENGAN BANTUAN LIGAN ASAM TANAT SECARA
SPEKTROFOTOMETRI *VISIBLE***

Fawandi Fuad Alkindi¹, Reine Risa Risthanti², Merfy Jong³

¹Universitas Surabaya

²Universitas Surabaya

e-mail: ¹ alkindifawandi@staff.ubaya.ac.id

² reineristhanti@staff.ubaya.ac.id

³merfy.jong23@gmail.com

ABSTRAK

Limbah adalah bahan buangan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan, seperti logam berat. Logam berat yang terakumulasi dalam tubuh manusia secara berlebih dapat membahayakan kesehatan hingga menyebabkan kematian, sehingga perlu dilakukan analisis logam berat. Metode yang digunakan untuk menganalisis logam berat dengan bantuan asam tanat adalah spektrofotometri *visible* pada berbagai kondisi, akan tetapi literatur mengenai topik tersebut masih jarang ditemukan di Indonesia. *Review article* bertujuan untuk menentukan kondisi reaksi optimal kompleks logam dengan asam tanat agar dapat digunakan untuk analisis dengan metode spektrofotometri *visible*. Pengelompokan data hasil *article review* ini dapat ditemukan pada berbagai *database*, seperti *Google Scholar*, *Science Direct*, *Pubmed*, dan *SpringerLink*. Terdapat kriteria inklusi dalam *article review* ini adalah artikel yang membahas terkait logam berat yang dapat dideteksi dengan spektrofotometer *visibile* menggunakan asam tanat dan analisis logam dengan bantuan ligan asam tanat, sedangkan kriteria eksklusinya adalah bentuk artikel *review*, dan ditemukan hasil penelusuran sebanyak 17 jurnal berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Preparasi sampel dapat dilakukan dengan cara mendestruksi basah sampel kemudian menggunakan *masking agent* jika sampel mengandung lebih dari satu ion. Kondisi reaksi untuk menganalisis logam berat dengan asam tanat adalah nilai pH dari asam hingga basa, jenis logam yang dianalisis, dan konsentrasi ligan yang mempengaruhi perubahan warna, rasio konsentrasi dan panjang gelombang kompleks logam-asam tanat. Modifikasi ligan asam tanat juga dapat meningkatkan selektivitas dalam menganalisis logam berat secara spektrofotometri *visible*.

Kata Kunci: Logam berat, asam tanat, spektrofotometer sinar tampak, reviewartikel.

ABSTRACT

Waste is excile material that can reduce environmental quality, such as heavy metals. Heavy metals that accumulate in the human body in excess can endanger health and cause death, so it is necessary to analyze heavy metals. The method used to analyze the heavy metal with the help of tannic acid is spectrophotometry which can be seen in various conditions, but literature on this topic is still rare in Indonesia. The review article aims to determine the optimal reaction conditions of metal complexes with tannic acid so that they can be used for analysis by visible spectrophotometric methods. The grouping of data from thisreview article can be found in various databases, such as Google Scholar, ScienceDirect, Pubmed, and SpringerLink. There are inclusion criteria in this review article, that articles that discuss heavy metals that can be detected by a visible spectrophotometer using tannic acid and metal analysis using tannic acid ligands,while the exclusion criteria are the form

of review articles, and the findings of 17 journals based on inclusion criteria and exclusion. Sample preparation can be done by wet destruction of the sample and then using a masking agent if the sample contains more than one metals ion. The reaction conditions for analyzing heavy metals with tannic acid were the pH value from acid to alkaline, the type of metal being analyzed, and the concentration of the ligand that affected the color change, the concentration ratio and the wavelength of the metal-tannic acid complex. Modification of tannic acid ligands can also increase selectivity in analyzing heavymetals by visible spectrophotometry.

Keywords : Heavy metal, tannic acid, spectrophotometer visible, article review

PENDAHULUAN

Logam berat dapat ditemukan di air, tanah, makanan, sampel biologis, dan kosmetik. Logam berat dapat terakumulasi ke dalam tubuh dan jika melebihi batas normal dalam tubuh, maka akan membahayakan kesehatan hingga menyebabkan kematian (Briffa, Sinagra and Blundell, 2020). Menurut *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2017, *Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) memperkirakan bahwa 1,06 juta manusia meninggal akibat paparan timbal (Pb) di seluruh dunia. Oleh karena itu, analisis keberadaan logam berat perlu dilakukan (WHO, 2019).

Logam berat dapat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri *Visible* yang memiliki rentang panjang gelombang 400-800 nm, dimana pada rentang panjang gelombang ini dapat dilihat langsung oleh mata manusia (Moffat, Osselton and Widdop, 2011). Sampel yang dapat dianalisis menggunakan metode ini adalah sampel yang memiliki gugus kromofor karena memiliki absorbansi, sedangkan sampel yang tidak memiliki gugus kromofor memerlukan ligan agar dapat membentuk senyawa berwarna. Sampel yang mengandung ion logam tidak memiliki absorbansi dan tidak berwarna, sehingga perlu mengalami transmisi elektron yang dibantu dengan ligan agar dapat menghasilkan absorbansi dan menjadi kompleks yang berwarna kemudian dianalisis menggunakan metode spektrofotometri *visible* (Marlina, 2009).

Ligan yang digunakan pada *review* artikel ini adalah ligan asam tanat, karena asam tanat merupakan ligan dari bahan kimia ramah lingkungan (*green chemistry*) yang ditemukan dari hasil ekstraksi tanaman (Ayu Lestari *et al.*, 2019). Mekanisme asam tanat membentuk kompleks dengan ligan, yaitu dengan cara asam tanat mendonorkan elektron bebas kepada ion logam yang memiliki orbital kosong sehingga akan membentuk senyawa kompleks (Supriyanto, 2011). Asam tanat

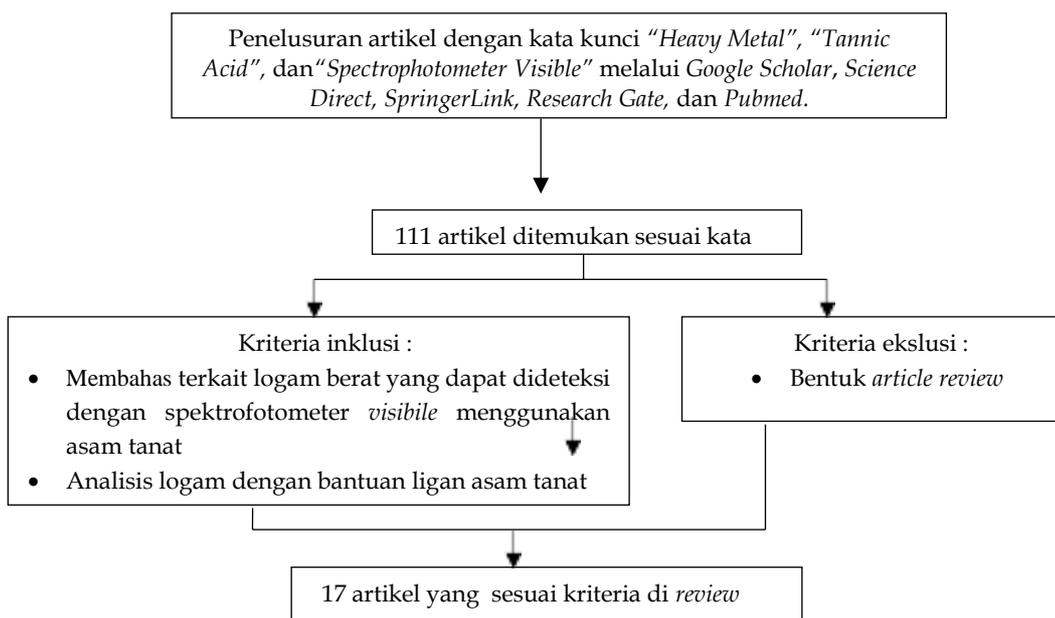
dapat digunakan sebagai agen pengompleks pada logam berat seperti, Cr (III), Pb (II), Hg (II), dan Cd (II) (Meethale Kunnambath and Thirumalaisamy, 2015).

Literatur mengenai analisa logam berat menggunakan metode Spektrofotometer *Visible* telah banyak ditemukan dari penelitian sebelumnya, namun untuk literatur yang spesifik membahas tentang penggunaan asam tanat sebagai ligan masih jarang ditemukan, sehingga penggunaan *literature review* dijadikan sebagai dasar terhadap literatur yang sudah ada dimana metode *literature review* pada *review* artikel ini, penulis dapat menemukan berbagai faktor yang mempengaruhi metode analisis, seperti jenis logam, waktu stabil dan kondisi reaksi yang meliputi pelarut yang digunakan, pH, waktu reaksi, rasio konsentrasi dan metode reaksi yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

METODE

Desain Penelitian - Desain penelitian ini adalah penelusuran kepustakaan atau kajian literatur (*literature review*). Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *narrative review* yang merupakan tinjauan standar dari suatu literatur yang menilai suatu topik secara kritis dan meringkas literatur yang relevan dengan topik yang dikaji (Rhoades, 2011).

Diagram alur searching :



Gambar 1 Diagram Alur Penelusuran Artikel

Sumber Data - Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Contoh sumber data pada data sekunder adalah laporan ilmiah

mendukung keperluan data primer yang terdapat di dalam artikel atau jurnal nasional maupun internasional yang (berupa cetak maupun non-cetak) yang relevandengan judul penelitian ini.

Metode Pengumpulan Data Penelitian – Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode dokumentasi dimana metode ini digunakan untuk mengevaluasi atau menelusuri literatur baik dalam bentuk cetak maupun elektronik yang berbasis komputer dan yang dapat ditinjau melalui internet(Bowen, 2009). Literatur yang dapat didapatkan melalui media elektronik seperti *Google Scholar*, *Science Direct*, *Research Gate*, *PubMed*, dan *SpringerLink* dengan penggalian data dari literatur yang berkaitan dengan analisis kandungan logam berat dengan bantuan ligan asam tanat dengan menggunakan spektrofotometer *visible* dan hasil penggalian data kemudian dicatat dan dikelompokkan ke dalam tabel untuk dianalisis.

Prosedur Penelitian – Mendokumentasikan dan mengelompokkan hasil pencarian data pada sebuah tabel, dimana data dikelompokkan berdasarkan sub topik penelitian dan kata kunci yang digunakan, seperti "*Heavy Metal*", "*Tannic Acid*", "*Spectrophotometer Visible*", lalu dilakukan skrining dan analisis data kemudian memisahkan literatur yang tidak sesuai dengan kriteria penelitian, selanjutnya dirangkum dalam bentuk narasi, kemudian membuat pembahasan sesuai dengan sub topik penelitian, dan membuat kesimpulan serta saran atas penelitian yang telahdilakukan.

Tabel 1 Kriteria Jurnal

	Kriteria
Tema Jurnal	Analisis kandungan logam berat dengan bantuan ligan asam tanat menggunakan spektrofotometer <i>visible</i>
Bahasa	Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris
Jenis Jurnal	<i>Original Article / Research Article</i>
Subjek Sampel	sampel biologis , tanah , air, makanan dan kosmetik.
Kriteria Inklusi	<ul style="list-style-type: none">• Membahas terkait logam berat yang dapat dideteksi dengan spektrofotometer <i>visibile</i> menggunakan asam tanat• Analisis logam dengan bantuan ligan asam tanat
Kriteria Eksklusi	Bentuk <i>article review</i>

SUBTOPIK PREPARASI SAMPEL

Preparasi sampel perlu dilakukan untuk memisahkan logam berat dari pengotor, gangguan logam lain yang tidak ingin dideteksi, dan memisahkan logam berat dari matriks sehingga logam berat dapat dianalisis dengan spektrofotometer *visible*. Berdasarkan hasil artikel yang telah ditelusuri, terdapat perbedaan cara preparasi pada tiap sampel yang dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2 Preparasi Sampel

Pustaka	Sampel	Metode Destruksi	Pelarut Destruksi	Lama Destruksi
Zaky, M.,et. al. (2016)	Baja	Destruksi basah	Asam sulfat pekat	Beberapa menit
	Cat	Destruksi basah	HCl pekat	Beberapa menit
	<i>Sunscreen cream</i>	Destruksi basah	HCl encer	Beberapa menit

Preparasi ketiga sampel diatas dilakukan dengan cara destruksi basah dimana sampel dilarutkan dalam asam dengan bantuan pemanasan pada suhu 70°C selama beberapa menit. Asam digunakan untuk menghilangkan matriks dari ion logam lalu terlarut dalam larutan asam, sedangkan pemanasan untuk mempercepat proses pemisahan dan pelarutan ion logam dalam waktu yang singkat. Terdapat perbedaan tingkat keasaman destruktur pada tiap sampel karena tingkat kepadatan sampel yang berbeda, dimana sampel baja merupakan sampel padat sehingga perlu digunakan H₂SO₄ pekat agar sampel mampu terdestruksi secara optimal kemudian larut dalam asam dalam beberapa menit, sedangkan sampel cat dan *sunscreen cream* merupakan sampel bentuk semi solid, sehingga HCl digunakan (Panossian *et al.*, 2009). Destruksi sampel berlangsung selama beberapa menit dengan pemanasan hingga sampel membentuk larutan jernih untuk sampel baja, dan larutan jernih dengan 2 fase akibat penggunaan eter pada sampel cat dan *sunscreen cream*.

Setelah didestruksi, sampel yang mengandung logam dikomplekskan dengan asam tanat dengan metode pengocokan dimana larutan ion logam dengan asam tanat dicampur kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer *visible*. Berbeda dengan analisis menggunakan larutan standar tidak memerlukan metode destruksi dikarenakan larutan standar sudah dalam bentuk larutan tanpa adanya kontaminasi.

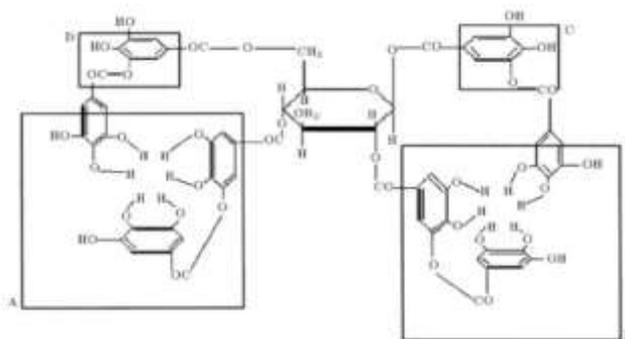
Sebelum analisis kompleks Fe^{2+} dengan asam tanat, perlu ditambahkan $NH_2OH \cdot HCl$ untuk mencegah oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} oleh udara. Hal ini disebabkan karena ion logam Fe^{2+} yang ingin dikomplekskan dengan asam tanat, sehingga bentuk ion logam Fe^{2+} perlu dipertahankan agar tidak teroksidasi (Fu and Chen, 2019).

Modifikasi ligan dilakukan terlebih dahulu sebelum direaksikan dengan ion logam. Perlunya modifikasi ligan agar dapat meningkatkan selektivitas analisis ion logam. Ligan Au@PTA terbentuk dengan cara penambahan asam tanat ke $HAuCl_4 \cdot 3H_2O$ dalam suasana basa lemah, larutan garam Au dapat tereduksi menjadi nanopartikel Au (AuNP), sedangkan asam tanat teroksidasi dan terpolimerisasi kemudian mengelilingi inti AuNP membentuk cangkang (Yan *et al.*, 2017). Pada modifikasi asam tanat menggunakan emas nanorod (AuNR) dengan cara AuNR dimasukkan ke asam tanat kemudian diaduk mekanis selama 30 menit dan langsung membentuk kompleks. Setelah diaduk, dilakukan sentrifugasi kemudian dibilas menggunakan air deionisasi untuk menghilangkan asam tanat yang tidak terikat dengan permukaan AuNR (Park *et al.*, 2020).

1. SUBTOPIK KONDISI REAKSI

1.1 pH

Terdapat beberapa mekanisme pembentukan kompleks logam dengan asam tanat. Mekanisme pertama, yaitu mekanisme reaksi pada pH rendah, ligan bertindak sebagai bidentat pada posisi A dan B yang disebabkan karena hanya satu proton dari gugus OH masing-masing cincin trihidroksi benzena yang dilepaskan. Mekanisme kedua, yaitu mekanisme reaksi pada pH tinggi, dimana asam tanat benar-benar terbebas dari proton, sehingga atom O yang terdapat pada cincin trihidroksi benzena pada posisi A dan B bertindak sebagai heksadentat, dan posisi C dan D bertindak sebagai bidentat (**gambar 2**) (Khan and Maqsood, 2007). Mekanisme ketiga, yaitu pada pH >8 menggunakan NaOH sehingga menghidrolisis asam tanat menjadi asam galat yang akan mendonorkan pasangan elektron bebas ke ion logam sehingga terbentuk kompleks (Ariska *et al.*, 2018; Walewangko, Taniand Caroles, 2020).



Gambar 2 Struktur asam tanat

Tabel 3 pH optimum dan pH pembentukan kompleks logam-asam tanat

Logam Berat	pH optimum	pH pembentukan kompleks	Buffer yang digunakan	Pustaka
Pb (II)	9	-	NaOH	(Physka et al., 2018)
Ce (IV)	11	-	NaOH	(Prawaning Tyas, Supriyanto and Juliasih, 2018)
Cd (II)	10	-	NaOH	(Ariska et al., 2018)
Ti (IV)	6	-	Sitrat	(Zaky et al., 2016)
Cu (II)	11	-	NaOH	(Wandari, Supriyanto and Rinawati, 2018)
Hg (II)	9	-	NaOH	(Ayu Lestari et al., 2019)
Fe (II)	-	9,0	Karbonat	(Fu and Chen, 2019)
Cr (III)	pH basa (8-11)	-	-	(Supriyanto, 2011; Walewangko, Tani and Caroles, 2020)
Cr (VI)	10,5	-	-	(Supriyanto, 2011)

Pada pengujian kompleks Ti (IV)-asam tanat, dilakukan dengan variasi pH 5-8, dan ditemukan pembentukan kompleks Ti (IV)-asam tanat optimum pada pH 6, kemudian ditentukan jenis buffer optimum dilakukan pada pH 5-8 menggunakan buffer universal (pH 1,81-11,98) buffer borat (pH 7,6-10), buffer asetat, buffer sitrat (pH 3-6) dan buffer fosfat (pH 7-11). Buffer optimum kompleks Ti (IV)-asamtanat, yaitu buffer sitrat yang dapat dilihat dari absorbansi maksimum pada spektrofotometer *visible* (Zaky et al., 2016).

Pembentukan kompleks Fe^{3+} dapat dilakukan dari pH asam hingga pH basa dengan menggunakan berbagai jenis buffer yang dapat dilihat pada **tabel 4**.

Tabel 4 pH Pembentukan Kompleks Fe (III)-Asam Tanat

Logam Berat	pH pembentukan kompleks	Buffer yang digunakan	Pustaka
Fe (III)	9	Karbonat	(Fu and Chen pada tahun 2019)
	>8,5	NaOH	(Çakar and Özacar, tahun 2019)
	3,4-4,5	KOH	(Berto dan Alladio pada tahun 2020)
	4,4	Asetat	(South dan Miller, 1998)
	<3 hingga >7	HCl dan natrium karbonat	(Sungur dan Uzar, 2008)
	3; 4; 5; 8; 10	-	(Khan dan Maqsood, 2007)

Pembentukan kompleks logam dengan ligan yang dimodifikasi juga membentuk pH optimum. Hal ini dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Park et al. pada tahun 2020 dimana kompleks Al (III)-AuNR yang dimodifikasi dengan asam tanat terbentuk secara optimal pada pH 8. Hal ini disebabkan karena pada pH 4, sebelum memasukkan Al^{3+} terjadi agregasi akibat molekul asam tanat teradsorpsi terprotonasi dalam suasana asam sehingga melemahkan tolakan elektrostatis dengan AuNR dimana interaksi antara lapisan asam tanat dengan AuNR dilemahkan. Pembentukan pH optimum kompleks logam-ligan modifikasi dapat dilihat pada **tabel 5**.

Tabel 5 Pembentukan pH Optimum pada Kompleks Logam dan Ligan Yang Dimodifikasi

Logam Berat	pH optimum	Modifikasi ligan	Buffer yang digunakan	Pustaka
Fe (III)	7,8	Au@PTA	Fosfat	(Yan et al., 2017)
Al (III)	8	AuNR yang dimodifikasi dengan asam tanat	-	(Park et al., 2020)

Berlandaskan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa kompleks logam dan asam tanat dapat terjadi pada pH asam hingga basa, tergantung pada ion logam yang akan dianalisis. Penentuan pH optimum pada kompleks logam-asam tanat juga bergantung pada larutan buffer yang berdasarkan hasil optimasi, dan

modifikasi ligan yang digunakan.

1.2 Waktu Stabil

Waktu stabil adalah waktu dimana kompleks logam-ligan tidak mengalami perubahan dalam jangka waktu tertentu yang digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan agar logam dan ligan dapat berikatan dengan baik dengan cara melihat absorbansi maksimum ketika dianalisis menggunakan spektrofotometer *visible*. Waktu stabil setiap kompleks logam-asam tanat berbeda bergantung pada jenis logam, dan modifikasi logam digunakan yang dapat dilihat pada **tabel 6**.

Tabel 6 Waktu Stabil Kompleks Logam-Asam Tanat

Logam Berat	Waktu Stabil	Pustaka
Pb (II)	Menit ke-30 hingga 60	(Physka et al., 2018)
Cr (III)	Menit ke-10 hingga 60	(Walewangko, Tani and Caroles, 2020)
Cr (VI)	Setelah menit ke-60 Setelah 24 jam	(Supriyanto, 2011) (Supriyanto, 2011)
Ce (IV)	Setelah menit ke-30	(Prawaning Tyas, Supriyanto dan Juliasih, 2018)
Cd (II)	Menit ke-20	(Ariska et al., 2018)
Cu (II)	Menit ke-30	(Wandari, Supriyanto and Rinawati, 2018)
Hg (II)	Setelah menit ke-40 hingga 60	(Ayu Lestari et al., 2019)
Ti (IV)	Setelah menit ke-5	(Zaky et al., 2016)

Waktu stabil kompleks logam dan asam tanat ditemukan berbeda-beda bergantung dari jenis logam, dan modifikasi logam yang digunakan. Cara kompleks logam dan asam tanat diketahui telah stabil dengan cara melihat nilai absorbansi yang telah stabil pada spektrofotometer *visible*.

Berlandaskan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa kompleks logam dan asam tanat dapat stabil beberapa menit hingga 24 jam bergantung pada jenis logam maupun kondisi reaksi yang lainnya.

1.3 Warna

Perubahan warna menjadi salah satu indikator terbentuknya kompleks logam dan asam tanat dimana pH mempengaruhi warna yang dihasilkan oleh

kompleks logam dan ligan. Warna kompleks logam dengan asam tanat dapat dilihat pada **tabel 8**.

Tabel 8 Warna Kompleks Logam-Asam Tanat

Logam Berat	pH	Modifikasi Ligan	Warna Kompleks	Pustaka
Pb (II)	9	-	Kuning kecoklatan	(Physka et al., 2018)
Ti (IV)	6	-	Merah yang Stabil	(Zaky et al., 2016)
Hg (II)	9	-	Orange	(Ayu Lestari et al., 2019)
Fe (III)	4	-	Ungu tua	(Berto and Alladio, 2020)
	9	-	Hijau Kuning	(Fu and Chen, 2019)
	7,8	Au@PTA	Biru	(Yan et al., 2017)
Fe (II)	9	-	Magenta	(Fu and Chen, 2019)

1.4 Rasio Molar

Masing-masing pembentukan kompleks logam-asam tanat memiliki rasio molar yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan jenis logam, pH, dan konsentrasi ligan yang digunakan untuk menentukan rasio molar. Rasio molar optimum berdasarkan jenis logam yang berbeda dapat dilihat pada **tabel 9**.

Tabel 9 Rasio Molar Logam dengan Asam Tanat

Logam Berat	pH	Rasio Molar	Pustaka
Pb (II)	-	4:1 (AT:Pb)	(Physka et al., 2018)
Cr (VI)	-	5:5 (AT:Cr (VI))	(Supriyanto, 2011)
Cd (II)	-	4:1 (AT:Cd (II))	(Ariska et al., 2018)
Ti (IV)	-	1:2 (Ti (IV):AT)	(Zaky et al., 2016)
Cu (II)	-	1:1 (Cu (II):AT)	(Wandari, Supriyanto and Rinawati, 2018)
Hg (II)	-	1:4 (Hg (II):AT)	(Ayu Lestari et al., 2019)
Ce (IV)	-	1:4 (Ce (IV)-AT)	(Prawaning Tyas, Supriyanto and Juliasih, 2018)
Cr (III)	11	5:1 (Cr (III):AT)	(Walewangko, Tani and Caroles, 2020)
	8	5:2 (Cr (III):AT)	(Supriyanto, 2011)

Rasio molar kompleks Fe (III)-asam tanat ditemukan berbeda berdasarkan nilai pH dan konsentrasi logam dan ligan yang digunakan yang dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Khan dan Maqsood pada tahun 2007. Pada konsentrasi asam tanat rendah, dan pH rendah, ion Fe (III) dapat berikatan dengan asam tanat pada posisi A dan B dimana asam tanat hanya melepaskan satu proton

dari satu gugus OH setiap cincin trihidroksi benzennya, sehingga pada posisi A maupun posisi B hanya membentuk 2 ikatan pada atom O yang terdapat pada asam tanat dengan ion Fe^{3+} , sedangkan bagian koordinasi logam yang tidak berikatan dengan Fe^{3+} akan berikatan dengan molekul air (**Gambar 2**). Pada konsentrasi asam tanat yang tinggi pada pH asam maupun basa, terdapat 3 logam yang dikelat dengan 3 ligan asam tanat, sehingga perbandingan kompleks Fe (III)-asam tanat adalah 1:1. Rasio molar Fe (III) dengan asam tanat berdasarkan pH dan konsentrasiasam tanat dapat dilihat pada **tabel 10**.

Tabel 10 Rasio Molar Fe (III) dengan Asam Tanat berdasarkan pH dan Konsentrasi Asam Tanat

Logam Berat	pH	Rasio Molar	Konsentrasi Ligan	Pustaka
Fe (III)	<3	1:1	10^{-5} M	(Sungur and Uzar, 2008)
	4	4:1 (Fe (III):AT)	$2,00 \times 10^{-5}$ M	(Berto and Alladio, 2020)
	3-7	2:1 (Fe (III):AT)	10^{-5} M	(Sungur and Uzar, 2008)
	3-5	2:1 (Fe (III):AT)	Konsentrasi Rendah	(Khan dan Maqsood, 2007)
	9	1:1 (Fe (III):AT)	1000×10^{-4} M	(Fu and Chen, 2019)
	>7	4:1 (Fe (III):AT)	10^{-5} M	(Sungur and Uzar, 2008)
	8; 10	4:1 (Fe (III):AT)	Konsentrasi Rendah	(Khan dan Maqsood, 2007)
	3-5;8; 10	1:1 (Fe (III):asam tanat)	Konsentrasi Tinggi	(Khan dan Maqsood, 2007)

1.1 Selektivitas Analisis Logam terhadap Ligan yang Dimodifikasi

Modifikasi ligan asam tanat ditemukan dapat meningkatkan selektivitas dalam menganalisis suatu logam. Hal ini dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Yan et.al. pada tahun 2017 dan Park et.al pada tahun 2020, dimana asam tanat dimodifikasi untuk melihat selektivitas dalam analisis logam.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yan *et al.* pada tahun 2017, digunakan modifikasi ligan asam tanat, yaitu Au@PTA untuk mendeteksi Fe^{3+} dan H_2O_2 . Uji selektivitas dilakukan dengan membandingkan Fe^{3+} ($20 \mu M$) dengan ion logam Na^+ , K^+ , Rb^+ , Ag^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Dy^{3+} , Gd^{3+} , Nd^{3+} dengan konsentrasi $50 \mu M$ dan perubahan warna larutan dari merah menjadi biru menjadi indikator keberhasilan deteksi ion logam dengan Au@PTA. Hasil menunjukkan bahwa perubahan warna yang nyata dari warna merah menjadi biru hanya terjadi pada ion logam Fe^{3+} . Hal ini membuktikan bahwa

Au@PTA selektif dalam mengidentifikasi ion Fe^{3+} . Bahkan ketika konsentrasi ion logam selain Fe^{3+} ditingkatkan hingga 200 μM , tidak terdapat perubahan warna yang jelas pada larutan campuran logam uji dengan Au@PTA.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Park *et al.* pada tahun 2020, AuNR yang termodifikasi asam tanat selektif dalam menganalisa ion logam Al^{3+} dengan indikator pergeseran hipsokromik puncak serapan pada panjang gelombang 526 dan 653 nm sebanyak 25 nm. Hal ini menunjukkan bahwa ion logam As^+ , Ba^{2+} , Cr^{3+} , Hg^{2+} , K^+ , Mn^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi masing-masing logam 37 mM tidak menunjukkan interferensi terhadap ligan AuNR yang termodifikasi asam tanat yang disebabkan oleh konstanta stabilitas asam tanat dengan Al^{3+} lebih tinggi daripada ion logam diatas, sehingga afinitas Al^{3+} dengan asam tanat lebih kuat. Sedangkan pada masing-masing ion logam Pd^{2+} dan Fe^{3+} dengan ligan AuNR yang dimodifikasi asam tanat terjadi pergeseran batokromik yang berbanding terbalik dengan perilaku yang terjadi pada ion logam Al^{3+} dengan ligan AuNR yang termodifikasi asam tanat, sehingga AuNR yang dimodifikasi asam tanat dapat mendeteksi ion logam Al^{3+} secara selektif.

Kesimpulan

Dari hasil *review* 17 artikel yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa metode preparasi sampel yang dilakukan adalah dengan cara mengdestruksibasah sampel selama beberapa menit kemudian menggunakan *masking agent* jika sampel mengandung lebih dari satu ion logam agar dapat menutupi ion logam berat yang tidak ingin dideteksi kemudian dibaca menggunakan metode spektrofotometri *visible*. Kondisi reaksi yang dibutuhkan agar instrumen spektrofotometer *visible* dapat menganalisis logam berat dengan asam tanat adalah nilai pH dari asam hinggabasa, jenis logam yang dianalisis, dan konsentrasi ligan dimana hal ini dapat mempengaruhi perubahan warna, rasio konsentrasi, dan panjang gelombang kompleks logam-asam tanat. Pembentukan kompleks logam dan asam tanat berdasarkan 17 jurnal yang telah di-*review* ditemukan pada suhu ruang, yaitu $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Penggunaan modifikasi ligan asam tanat juga dapat meningkatkan selektivitas dalam menganalisis suatu logam secara metode spektrofotometri *visible*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariska, N. *et al.* (2018) 'Studi Analisis Ion Logam Cd(II) Dengan Asam Tanat Menggunakan Spektrofotometer Ultraungu-Tampak', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), pp. 91-103. doi:10.23960/aec.v3.i2.2018.p91-103.
- Ayu Lestari, F. *et al.* (2019) 'Studi Analisis Ion Logam Hg(II) Dengan Asam Tanat Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(02), pp. 42-49. doi: 10.23960/aec.v4.i2.2019.p42-49.
- Berto, S. and Alladio, E. (2020) 'Application of Chemometrics Tools to the Study of the Fe(III)-Tannic Acid Interaction', *Frontiers in Chemistry*, 8, pp. 1-12. doi: 10.3389/fchem.2020.614171.
- Bolderston, A. (2008) 'Writing an Effective Literature Review', *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 39(2), pp. 86-92. doi: 10.1016/j.jmir.2008.04.009.
- Bowen, G. A. (2009) 'Document analysis as a qualitative research method', *Qualitative Research Journal*, 9(2), pp. 27-40. doi: 10.3316/QRJ0902027.
- Briffa, J., Sinagra, E. and Blundell, R. (2020) 'Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans', *Heliyon*, 6(9), p. e04691. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04691.
- Çakar, S. and Özacar, M. (2019) 'The pH dependent tannic acid and Fe-tannic acid complex dye for dye sensitized solar cell applications', *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 371, pp. 282-291. doi: 10.1016/j.jphotochem.2018.11.030.
- Fu, Z. and Chen, R. (2019) 'Study of complexes of tannic acid with Fe(III) and Fe(II)', *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. doi: doi.org/10.1155/2019/3894571.
- Khan, I. A. T. and Maqsood, Z. T. (2007) 'Critical Behavior of Iron (III) with a Typical Catecholate Siderophore', *Sharif University of Technology*, 14(2). Available at: http://scientiairanica.sharif.edu/article_2620_35a3fbdd47951918347089dbc55b3014.pdf.
- Lusiana and Suryani, M. (2014) 'Metode SLR untuk Mengidentifikasi Isu-Isu dalam Software Engineering', *SATIN (Sains dan Teknologi Informasi)*, 3(1), pp. 1-11. Available at: <http://jurnal.stmik-amik-riau.ac.id/index.php/satin/article/view/347>.
- Marliani, N. (2014) 'Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup', *Jurnal Formatif*, 4(2), pp. 124-132. doi: 10.30998/formatif.v4i2.146.
- Marlina, A. (2009) 'Pengembangan Metode Penentuan Kadar Timbal dalam Kerang Hijau (*Perna viridis* L) Secara Spektrofotometri UV-Vis', *Polban*.

- Meethale Kunnambath, P. and Thirumalaisamy, S. (2015) 'Characterization and utilization of tannin extract for the selective adsorption of Ni (II) ions from water', *Journal of Chemistry*. doi: 10.1155/2015/498359.
- Moffat, A. C., Osselton, M. D. and Widdop, B. (2011) *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons*. Fourth, Pharmaceutical Press. Fourth. London: Pharmaceutical Press.
- Mulyan, A. and Rijal, M. (2018) 'Dampak Industri Terhadap Lingkungan Dan Sosial', *Jurnal Biology Science & Education*, 7(2). doi: 10.17509/gea.v7i2.1716.
- Nurmayanti, D. and Purwoko, D. (2017) *Kimia Lingkungan*. Jakarta Selatan: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Panossian, Z. et al. (2009) 'Corrosion by concentrated sulfuric acid in carbon steel pipes and tanks - State of the art', *Rio Pipeline Conference and Exposition, Technical Papers*.
- Park, J. H. et al. (2020) 'Tannic acid-coated gold nanorod as a spectrometric probe for sensitive and selective detection of Al³⁺ in aqueous system', *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. doi: 10.1016/j.jiec.2020.11.025.
- Perrin, D. D. and Belcher, R. R. (1975) 'The selection of masking agents for use in analytical chemistry', *C R C Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 5(1), pp. 85-118. doi: 10.1080/10408347508542681.
- Prawaning Tyas, F., Supriyanto, S. and Juliasih, N. L. G. R. (2018) 'Studi Analisis Ce(IV) Menggunakan Asam Tanat dari Ekstrak Gambir Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), pp. 115-125. doi: 10.23960/aec.v3.i2.2018.p115-125.
- Physka, D. M. et al. (2018) 'Studi Analisis Pb(II) Menggunakan Asam Tanat Ekstrak Gambir (*Uncaria gambir roxb.*) Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), pp. 104-114. doi: 10.23960/aec.v3.i2.2018.p104-114.
- Rhoades, E. A. (2011) 'Commentary: Literature reviews', *Volta Review*, 111(1), pp. 61-71. doi: 10.17955/tvr.111.1.677.
- South, P. K. and Miller, D. D. (1998) 'Iron binding by tannic acid: Effects of selected ligands', *Food Chemistry*, 63(2), pp. 167-172. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00040-5.
- Snyder, H. (2019) 'Literature review as a research methodology: An overview and guidelines', *Journal of Business Research*, 104, pp. 333-339. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- Sulaiman, M. (2019) 'Pengawasan Pencemaran Lingkungan (Studi Kasus Limbah Industri Kelapa Sawit Di Kabupaten Indragiri Hulu)', *Jurnal online mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 6, p. 7.
- Supriyanto, R. (2011) 'Studi Analisis Spesiasi Ion Logam Cr (III) Dan Cr (VI)

dengan Asam Tanat dari Ekstrak Gambir Menggunakan Spektrometri UV-Vis', *J. Sains MIPA*, 17(1), pp. 35-42. Available at: <https://docplayer.info/41047892-Studi-analisis-spesiasi-ion-logam-cr-iii-dan-cr-vi-dengan-asam-tanat-dari-ekstrak-gambir-menggunakan-spektrometri-uv-vis.html>.

Sungur, Ş. and Uzar, A. (2008) 'Investigation of complexes tannic acid and myricetin with Fe(III)', *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 69(1), pp. 225-229. doi:10.1016/j.saa.2007.03.038.

Wandari, R. A., Supriyanto, R. and Rinawati (2018) 'Studi Analisis Ion Logam Cu(II) Dengan Asam Tanat Menggunakan Spektrofotometer Ultraungu-Tampak', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), pp. 91-103. doi: 10.23960/aec.v3.i2.2018.p91-103.

Walewangko, J., Tani, D. and Caroles, J. D. S. (2020) 'Optimasi Spesiasi Kromium Ke Bentuk Cr (III) - Tanat', *Fullerene Journal Of Chemisty*, 5(1), pp. 1-4.

WHO (2019) *Lead poisoning and health*. Available at: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (Accessed: 14 August 2021).

Wu, Y. *et al.* (2021) 'An environmental-friendly tannic acid/Zn conversion film with a good corrosion protection for iron', *Surfaces and Interfaces*, 24(December 2020), p. 101078. doi: 10.1016/j.surfin.2021.101078.

Yan, F. *et al.* (2017) 'Highly sensitive naked eye detection of Iron (III) and H₂O₂ using poly-(tannic acid) (PTA) coated Au nanocomposite', *Sensors and Actuators, B: Chemical*. doi: 10.1016/j.snb.2017.12.031.

Zaky, M. *et al.* (2016) 'Spectrophotometric Determination of Titanium (IV) in Steel, Paint and a Cosmetic Cream Using Tannic Acid in Micellar Medium', *Bulletin of Faculty of Science, Zagazig University*, 38, pp. 68-76. doi: 10.21608/bfszu.2016.31066