

Pengaruh Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Penurunan Cemaran Logam Timbal dalam Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Sunardi*, Putri Erdia Ningrum

Program Studi Analisis Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi

* corresponding author: sunardi@setiabudi.ac.id

DOI : [10.20885/ijca.vol5.iss2.art1](https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss2.art1)

ARTIKEL INFO

Diterima : 03 Maret 2022
Direvisi : 21 Juni 2022
Diterbitkan : 23 September 2022
Kata kunci : Asam sitrat, Ikan bandeng, Jeruk nipis, Logam timbal, AAS

ABSTRAK

Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) merupakan ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat karena harganya yang murah dan bergizi tinggi. Ikan bandeng dapat tercemar logam timbal (Pb) karena akumulasi dari pencemaran limbah industri dan kapal-kapal pada habitat ikan bandeng, serta paparan udara yang tercemar logam Pb yang kemudian terakumulasi dalam tubuh ikan bandeng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan konsentrasi logam Pb dalam bandeng setelah direndam dengan air perasan jeruk nipis. Analisis konsentrasi logam Pb dalam bandeng dapat digunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Penetapan konsentrasi logam Pb dalam bandeng dilakukan dengan merendam ikan bandeng dalam air perasan jeruk nipis kemudian mendestruksi sampel ikan bandeng dengan metode pengabuan dan dilarutkan dengan HNO₃ 60-65% kemudian ditambahkan dengan akuades. Larutan yang diperoleh kemudian diukur absorbansinya dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom pada panjang gelombang 283,31 nm. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa konsentrasi logam Pb dalam ikan bandeng asli rata-rata 0,4938 mg/kg. Dalam sampel artifisial sebelum direndam dengan air perasan jeruk nipis diperoleh konsentrasi logam Pb rata-rata 3,9376 mg/kg. Sedangkan konsentrasi Pb dalam sampel artifisial yang telah direndam dengan air perasan jeruk nipis mengalami penurunan yang cukup signifikan rata-rata sebesar 0,6562 mg/kg dengan efektivitas penurunan lebih dari 83,34%. Perendaman ikan bandeng dengan perasan air jeruk nipis memenuhi baku mutu yang ditetapkan SNI No. 7387: 2009 yaitu maksimal 2 mg/kg.

ARTICLE INFO

Received : 03 March 2022
Revised : 21 June 2022
Published : 23 September 2022
Keywords : Citric acid, Milkfish, Lime, Lead metal, AAS

ABSTRACT

Milkfish (*Chanos chanos*) is a fish that is often consumed by the public because it is cheap and highly nutritious. However, Milkfish can be contaminated with lead (Pb) due to the accumulation of industrial and ship waste pollution in milkfish habitats and exposure to air contaminated with Pb metal, which then accumulates in the milkfish body. This study aims to determine the effectiveness of reducing the concentration of Pb in Milkfish after soaking lime juice. Analysis of the concentration of Pb in Milkfish

can be used by the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method. Determination of the concentration of Pb in Milkfish was carried out by soaking the Milkfish in lime juice and then destroying the milkfish sample by dry ashing methods. The obtained solution was then measured its absorbance by Atomic Absorption Spectrophotometry method at a wavelength of 283.31 nm. Based on the results of the study, the concentration of Pb in native Milkfish is, on average, 0.4938 mg/kg. In artificial samples before being soaked with lime juice, the average concentration of Pb was 3.9376 mg/kg. While the concentration of Pb in artificial samples after soaking with lime juice has decreased significantly by an average of 0.6562 mg/kg with decreased effectiveness of more than 83.34%. Soaking Milkfish with lime juice meets the quality standards set by SNI No. 7387: 2009, which is a maximum of 2 mg/kg.

1. PENDAHULUAN

Dampak perkembangan industri di salah satu sisi memberikan aspek positif namun disisi lain juga memberikan aspek negatif seperti tercemarnya lingkungan [1–3]. Unsur pencemar yang berbahaya baik bagi makhluk hidup dan lingkungan adalah logam berat [4–7]. Unsur logam berat mengganggu ekosistem dan juga merusak perikanan dan kesehatan manusia [8–10]. Adanya logam – logam beracun dalam organisme disebabkan oleh sifat akumulatif logam non esensial seperti Pb dalam jaringan tubuh [9]. Timbal merupakan salah satu logam non esensial yang dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis karena sifat dari logam berat yaitu dapat terakumulasi dalam tubuh [7,10–15]. Selain diduga karsinogenik, logam timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan pada pencernaan, terutama pada ginjal dan hati, serta kerusakan tulang [7,10–15]. Proses akumulasi Pb dalam jaringan ikan bandeng terjadi setelah absorpsi Pb dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi [16–18]. Pb akan terbawa oleh sistem darah dan didistribusikan ke dalam jaringan. Timbal di dalam tubuh akan terikat dalam gugus –SH dalam molekul protein dan hal ini menyebabkan hambatan pada aktivitas kerja sistem enzim [19,20].

Perkembangan industri, pelabuhan serta kawasan perikanan dapat ditemukan di kota Semarang, khususnya di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang [21]. Beberapa industri tersebut menggunakan logam berat dalam proses produksinya. Industri yang beroperasi di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang antara lain : mebel, barang dari plastik, tepung, minuman ringan, kapal (bahan bakar minyak mendapat zat tambahan *tetraethyl lead* yang mengandung timbal, sehingga limbah dari kapal – kapal tersebut dapat menyebabkan konsentrasi timbal di perairan tersebut menjadi tinggi), tekstil dan PLTU [22]. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu jenis ikan yang dibudidayakan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Ikan bandeng diduga tercemar oleh logam berat timbal karena air yang terdapat dalam Pelabuhan Tanjung Emas tercemar oleh logam timbal. Penelitian Anisyah dkk. yang telah dipublikasikan tahun 2016, menyatakan bahwa air balas kapal memiliki kandungan logam berat timbal (Pb) di atas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2015 yaitu lebih dari 0,01 mg/l. Rata-rata kandungan logam berat timbal pada air balas kapal adalah sebesar 2,59 mg/l atau 259 kali lipat lebih tinggi dibandingkan baku mutu dengan rentang nilai 1,12 mg/l - 4,12 mg/l. Selain itu Kandungan timbal pada sampel air laut di Dermaga Dwimatama sebesar 0,47 mg/l. Berdasarkan KEPMEN LH Nomor 51 tahun 2004 baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan adalah 0,05 mg/l [11,23,24].

Salah satu logam berat yang berbahaya yang terkandung dalam ikan bandeng adalah logam Pb (Timbal) [12,16,24,25]. Pemaparan timbal dapat menyebabkan efek yang dapat muncul pada orang dewasa yang terpapar timbal yakni kerusakan ginjal, kerusakan saraf, susah tidur, sakit sendi, dan gangguan reproduksi ([14,15,26,27]. Pada anak – anak, ditemukan hubungan antara tingkat konsentrasi timbal dalam darah dengan penurunan *intelligence quotient* (IQ) [28,29]). Menurut SNI No. 7387 : 2009 batas maksimum cemaran logam Pb pada ikan dan hasil olahannya yakni sebesar 2 mg/kg [30].

Pencemaran bahan makanan di lingkungan menjadi kekhawatiran untuk mengkonsumsinya. Tindakan pencegahan dan penjagaan agar makanan yang dikonsumsi aman dari logam berat perlu diupayakan. Salah satunya adalah merendam makanan dengan larutan yang mengandung asam sitrat [31,32]. Penelitian penggunaan dengan bahan pangan mengandung asam sitrat antara lain penurunan konsentrasi logam Pb dan Cd dalam udang dengan perendaman dengan jeruk nipis dan jeruk lemon dengan konsentrasi 50% dan 100% selama 30 menit. Pada penelitian tersebut terjadi penurunan setelah perendaman dengan konsentrasi 50% dan 100%. Konsentrasi awal logam Pb dalam sampel 0,67 ppm, setelah perendaman dengan jeruk nipis 50% konsentrasinya 0,4 ppm dan pada perendaman dengan konsentrasi 100% konsentrasinya 0,35 ppm. Bahan jeruk lemon, pada perendaman dengan konsentrasi 50% kadarnya 0.42 mg/kg dan pada konsentrasi 100 mg/kg kadarnya 0.34 mg/kg [33]. Penelitian terdahulu yang menjadi acuan dari penelitian ini sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1.

TABEL I. Penelitian terdahulu yang menjadi acuan

Penelitian	Ringkasan	Referensi
Pengaruh Pemanfaatan Buah Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia Swingle</i>) Sebagai Chelator Logam Timbal (Pb) Dalam Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	Hasil penelitian diperoleh terjadi penurunan konsentrasi Pb paling besar adalah 33,33%.	[31]
Pengaruh Perendaman berbagai Jenis Jeruk terhadap Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada Kerang Hijai (<i>Perna viridis Linn</i>)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan lama waktu perendaman dalam larutan jeruk memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kandungan timbal.	[34]
Efek Lama Perendaman dan Konsentrasi Sari Jeruk Nipis Terhadap Penurunan Konsentrasi Timbal (Pb) pada Daging Sapi (Studi Kasus di TPA Jatibarang Semarang)	Penurunan Pb tertinggi adalah sari jeruk nipis konsentrasi 30% selama 60 menit dengan penurunan 59,4%.	[33]

Jeruk nipis mengandung minyak atsiri yang di dalamnya terdapat beberapa jenis komponen antara lain sitrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin (A, B dan C), Sinerfin, H-methyltyramine, flavonoid, ponsirin, herperidine, rhoifolin, dan naringin. Juga mengandung minyak atsiri limonene dan linalool (Dalimarta, 2000) Komponen utama jeruk nipis yang memiliki peran utama sebagai bahan pengelat logam Pb adalah asam sitrat. Kandungan asam sitrat pada jeruk ditampilkan pada Tabel 2.

TABEL II. Kandungan asam sitrat pada jeruk [29]

Sampel	Kandungan asam sitrat (g/ml)
Jeruk	2,13 ± 0,03
Jeruk nipis	1,60 ± 0,12
Lemon	3,30 ± 0,08
Anggur	1,06 ± 0,07

2. METODE

2.1. Alat dan Bahan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Makanan & Minuman Universitas Setia Budi dan Laboratorium Sub Laboratorium Kimia Universitas Sebelas Maret. Peralatan yang digunakan adalah wadah sampel, saringan, blender, corong, oven, tanur, *ice box*, *stopwatch*, pipet tetes, *beaker*

glass, kertas saring, neraca analitik, kertas whatman no 42, labu takar 100 dan 10 ml, gelas ukur 100 ml, aluminium foil, pembakar spiritus, spektrofotometer serapan atom merk Buck Scientific. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ikan bandeng, buah jeruk nipis yang dibeli dari Pasar Gede Solo, $Pb(NO_3)_2$ 1000 produksi Merck dengan *grade pro analysis*, HNO_3 60-65%, akuades.

2.2. Preparasi Sampel

Larutan untuk perendaman dibuat sebagai berikut: buah jeruk nipis dicuci dan dibelah menjadi dua. Jeruk nipis yang sudah dibelah kemudian diperas untuk diambil airnya. Air perasan jeruk nipis kemudian disaring, dan diambil filtrat dari hasil saringan digunakan untuk merendam ikan bandeng.

Sampel asli adalah ikan bandeng yang dibeli dari pasar ikan yang terdapat di daerah Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Kemudian dibuat sampel artificial (buatan) untuk mendapatkan konsentrasi logam Pb yang lebih tinggi sehingga penurunan konsentrasi logam Pb dalam sampel setelah direndam dengan air perasan jeruk nipis terlihat signifikan. Sampel artificial adalah sampel asli kemudian ditambah larutan $Pb(NO_3)_2$ 5 ppm sebanyak 20 mL, lalu diblender sampai halus. Sampel ikan bandeng yang sudah ditambah larutan $Pb(NO_3)_2$ direndam selama 25 menit menggunakan perasan jeruk nipis. Sisa larutan perendaman dibuang dari tempat sampel [31].

Sampel tanpa perendaman dan sampel yang sudah direndam dengan air perasan jeruk nipis masing – masing dicuci 3 kali dengan akuades. Sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu $135^\circ C$ selama 1 jam. Sampel yang telah dikeringkan ditimbang 10 g dengan menggunakan neraca analitik dan dimasukkan kedalam wadah. Sampel yang telah ditimbang kemudian diabukan menggunakan tanur (*muffel furnace*) pada suhu $450^\circ C - 500^\circ C$ kurang lebih selama 6 jam, hingga menjadi abu. Sampel dipindahkan kedalam beaker glass dan didinginkan pada suhu ruang. Sampel yang telah dilakukan proses destruksi kering kemudian ditambahkan 1 ml HNO_3 pekat untuk melarutkan abu, kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga jernih. Larutan tersebut didinginkan kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan sampai tanda batas dengan akuades[37].

2.3. Penetapan Konsentrasi Timbal (Pb)

Larutan sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer serapan atom pada $\lambda = 283,31$ nm. Nilai absorbansi dari larutan sampel didistribusikan ke dalam persamaan standar yang didapat dari kurva standar dengan larutan seri standar Pb 0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 mg/L[8,16,25,30].

2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menghitung persentase penurunan konsentrasi Pb dihitung dengan menggunakan persamaan 1[33].

$$I = \frac{I_0 - I_t}{I_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

I : Persentase penurunan Konsentrasi Pb pada daging sapi (%)

I_0 : Konsentrasi Pb daging sebelum perendaman (mg/Kg)

I_t : Konsentrasi Pb daging sesudah perendaman (mg/Kg)

Analisis statistik dilakukan dengan Uji-t berpasangan (*Dependent-t Test*) dengan menggunakan persamaan 2. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan data sebelum dan sesudah perendaman. Hipotesis yang diambil adalah:

H_0 : $\mu_A = \mu_B$, tidak ada perbedaan tingkat konsentrasi Pb sebelum dan sesudah perendaman air perasan jeruk nipis

H_a : $\mu_A \neq \mu_B$, ada perbedaan tingkat konsentrasi Pb sebelum dan sesudah perendaman air perasan jeruk nipis

keterangan:

μ_A = rata-rata kandungan Pb sebelum perendaman

μ_B = rata-rata kandungan Pb setelah perendaman

Pengujian dilakukan 2 arah dengan taraf signifikansi, $\alpha = 5\%$ (0.05).

$$t = \frac{M_d}{\sqrt{\frac{\sum x_d^2}{n(n-1)}}} \quad (2)$$

keterangan:

d_i = selisih konsentrasi Pb sesudah dan sebelum perendaman dari tiap subyek (i)

M_d = rata-rata dari gain (d) = $\sum d : n$

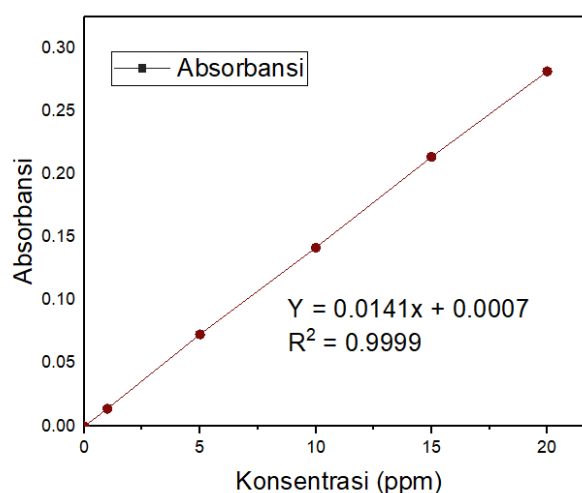
X_d = deviasi skor gain terhadap rata-ratanya = $d_i - M_d$

X_d^2 = kuadrat deviasi skor gain terhadap rata-ratanya

n = banyaknya sampel

3. HASIL DAN PENELITIAN

Hasil pembuatan kurva baku dan penetapan konsentrasi logam Pb ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi penentuan konsentrasi logam Pb

Berdasarkan kurva kalibrasi standar didapatkan persamaan $Y = 0,0141x + 0,0007$ kemudian dihitung konsentrasi logam Pb dalam sampel ikan bandeng disajikan pada Tabel 3. Data pada Tabel 3 di atas memberikan gambaran bahwa konsentrasi logam Pb dalam ikan bandeng tanpa perendaman lebih tinggi dibandingkan dengan yang direndam dalam air perasan jeruk nipis. Konsentrasi logam Pb dalam ikan bandeng asli yaitu sampel I 0,4288 mg/kg; sampel II 0,4873 mg/kg; dan sampel III 0,5653 mg/kg. Dari sampel artifisial sebelum direndam dengan air perasan jeruk nipis diperoleh konsentrasi logam Pb dalam sampel I, II, dan III yaitu 3,9376 mg/kg; 4,3275 mg/kg; dan 3,5477 mg/kg. sedangkan konsentrasi Pb dalam sampel artifisial yang telah direndam dengan air perasan jeruk nipis mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu 0,6238 mg/kg; 0,7407 mg/kg; dan 0,6043 mg/kg dengan efektivitas penurunan lebih dari 80%. Pada SNI No. 7387 : 2009 ditetapkan konsentrasi Pb maksimal 2 mg/kg, maka perendaman ikan bandeng dengan perasan air jeruk nipis memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Amarwati dan Sinamo (2017) yang menyatakan jeruk nipis mampu menurunkan kadar Pb pada kerang bulu paling besar 33,33%[31], penelitian Masduqi dan Ngabekti (2015) yang

menyimpulkan bahwa penurunan Pb tertinggi menggunakan sari jeruk nipis konsentrasi 30% selama 60 menit dengan penurunan 59,4%[33], dan penelitian Hilmi dkk. (2018) yang menyatakan penurunan Pb tertinggi terjadi pada perendaman larutan jeruk nipis sebesar 51,9%[34]. Analisis statistik untuk mengetahui pengaruh perendaman air perasan jeruk dilakukan dengan Uji-t berpasangan (*Depend-t Test*) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL III. Hasil analisis konsentrasi logam Pb dalam ikan Bandeng dan efektivitas penurunan konsentrasi logam Pb dalam %

omor Sampel	Konsentrasi Pb dalam sampel asli (mg/kg)	Konsentrasi Pb dalam sampel artifisial (mg/kg)		Efektivitas Penurunan konsentrasi Logam Pb (%)
		Tanpa Perendaman Air Jeruk Nipis	Dengan Perendaman Air Jeruk Nipis	
		1	0,4288	
2	0,4873	4,3275	0,7407	82,88
3	0,5653	3,5477	0,6043	82,97
Rata-rata	0,4938	3,9376	0,6562	83,34

TABEL IV. Uji statistik untuk mengetahui pengaruh perendaman air perasan jeruk nipis

Nomor Sampel	Konsentrasi Pb		d (Y-X)	X _d	X _d ²	t _{hitung}	t _{tabel}
	Sebelum Perendaman (X)	Sesudah Perendaman (Y)					
1	3,9376	0,6237	-3,3139	-0,0325	0,0011	-17,5997	4,30
2	4,3275	0,7407	-3,5868	-0,3054	0,0932		
3	3,5477	0,6043	-2,9434	0,3779	0,1142		
	Jumlah (Σ)		-9,8441	-	0,2085		
	M _d		-3,2814				

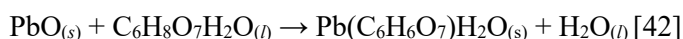
Ho diterima jika $-t_{tabel} \geq t_{hitung} \geq +t_{tabel}$ Ho ditolak jika $t_{hitung} < t_{tabel}$. Data yg diperoleh menunjukkan bahwa $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($-17,5997 < (4,30)$). Artinya, Ho (tidak ada perbedaan tingkat konsentrasi Pb sebelum dan sesudah perendaman air perasan jeruk nipis) ditolak, dan Ha (ada perbedaan tingkat konsentrasi Pb sebelum dan sesudah perendaman air perasan jeruk nipis) diterima.

Konsentrasi logam berat di dalam badan air akan naik sedikit demi sedikit karena ulah manusia, akibatnya logam itu dapat terserap dan tertimbun dalam jaringan ikan (bioakumulasi) [9]. Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Dalam suatu proses produksi industri yang memerlukan suhu tinggi, seperti pemurnian minyak, pertambangan batubara, pembangkit tenaga listrik dengan energi minyak, dan pengecoran logam, banyak mengeluarkan limbah pencemar, terutama pada logam-logam yang relatif mudah menguap dan larut dalam air (bentuk ion), seperti timbal (Pb). Selain itu pencemaran juga dapat disebabkan oleh pabrik produksi semen, limbah pabrik peleburan besi baja, dan pengabuan sampah. Pb dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui rantai makanan, insang, dan difusi permukaan kulit, dan akumulasi Pb dalam tubuh ikan bandeng dapat terjadi melalui proses absopsi air, partikel, dan plankton. Di samping itu tingginya konsentrasi Pb dalam jaringan tubuh ikan bandeng tidak terlepas dari tingginya kandungan Pb di dalam air dan endapannya. Selain melalui sungai, keberadaan logam berat di perairan juga dapat melalui udara, terutama unsur Pb yang digunakan dalam campuran bahan bakar. Meningkatnya laju pembangunan di segala sektor saat ini telah mengakibatkan meningkatnya pencemaran udara

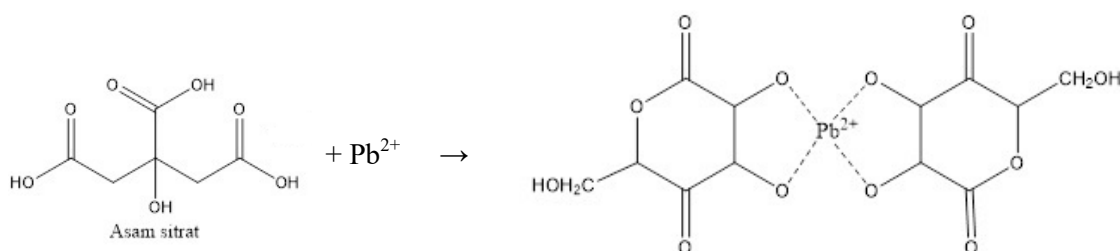
melalui emisi kendaraan bermotor. Peranan Pemerintah dan semua pihak sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan menekan laju pencemaran yang terus menerus [38].

Jeruk nipis mengandung asam sitrat, asam amino (triptofan, lisin), minyak atsiri (sitril, limonene, felandren, lemon kamfer, kadinen, geranil asetat, linalil asetat, aktialaldehyd, nildehyd), damar, glikosida, asam sitrun, lemak, kalsium, fosfor, besi, belerang, vitamin B1 dan C [39]. Sari buah jeruk nipis mengandung asam sitrat 7% [40]. Asam sitrat, yang diketahui mampu membentuk senyawa kompleks dengan logam sehingga disebut juga dengan senyawa pengkhelet logam [31,32,41]. Hal ini akan mengakibatkan penentuan konsentrasi suatu logam akan menjadi bias jika terdapat logam-logam pengganggu.

Perendaman ikan bandeng dengan menggunakan air perasan jeruk nipis dapat menurunkan konsentrasi logam Pb dalam bandeng hingga memenuhi batas maksimum yang diperbolehkan dalam SNI No. 7387: 2009 yaitu maksimal 2 mg/kg. Sifat asam sitrat sebagai senyawa pengikat logam dapat meminimalkan pengaruh buruk logam dalam bahan pangan. Dengan demikian senyawa ini dapat membantu mengurangi konsentrasi logam berat seperti timbal pada ikan bandeng. Asam Sitrat dapat mengikat logam timbal melalui pasangan elektron bebas yang dimiliki dari tiga gugus karboksilat (-COOH) dan dari gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon. Asam sitrat adalah salah satu zat sekuestran (zat pengikat logam). Asam sitrat memiliki rumus kimia $\text{CH}_2\text{COOH}-\text{COHCOOH}-\text{CH}_2\text{COOH}$ ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). Gugus fungsional -OH dan COOH pada asam sitrat menyebabkan ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat. Adapun persamaan reaksinya adalah sebagai berikut.



Proses pengikatan elektron bebas asam sitrat dengan ion logam Pb ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengikatan elektron bebas asam sitrat dengan ion logam Pb [43]

Ion sitrat akan mengikat logam sehingga dapat mengurangi ion logam yang terakumulasi pada ikan bandeng sebagai kompleks sitrat[38]. Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, semakin cepat larutan tersebut untuk bereaksi dengan senyawa lain. Selain asam sitrat, penurunan konsentrasi timbal (Pb) juga bisa dilakukan dengan asam organik. Gugus-gugus fenolat dan karboksilat pada asam organik diyakini sebagai sisi adsorpsi yang paling aktif, dengan demikian efisiensi penurunan konsentrasi logam berat pada asam organik sangat dipengaruhi oleh pH. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya perlu dipelajari pengaruh pH terhadap penurunan konsentrasi logam menggunakan asam organik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa konsentrasi logam Pb dalam ikan bandeng asli yaitu sampel I 0,4288 mg/kg; sampel II 0,4873 mg/kg; dan sampel III 0,5653 mg/kg. Dalam sampel artificial sebelum direndam dengan air perasan jeruk nipis diperoleh konsentrasi logam Pb dalam sampel I, II, dan III yaitu 3,9376; 4,3275; dan 3,5477 mg/kg secara berturut-turut. Sedangkan konsentrasi Pb dalam sampel artificial yang telah direndam dengan air perasan jeruk nipis mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu 0,6238; 0,7407; dan 0,6043 mg/kg dengan efektivitas penurunan lebih dari 80%. Perendaman ikan bandeng dengan perasan air jeruk nipis memenuhi baku mutu yang ditetapkan SNI No. 7387 : 2009 yaitu maksimal 2 mg/kg.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Hidayatillah, "Dampak Sosial Industrilisasi Tambak Udang terhadap Lingkungan di Desa Andulang Kabupaten Sumenep", *J. Teor. dan Praksis Pembelajaran IPS*, vol. 2 (2), pp. 72–78, 2017.
- [2] Y. Rahayuningsih, "Dampak Sosial Keberadaan Industri terhadap Masyarakat sekitar Kawasan Industri Cilegon", *J. Kebijak. Pembang. Drh.*, vol. 1 (1), pp. 13–26, 2017.
- [3] D.P. Pradani, M. J. Rahayu, and R. A. Putri, "Klasifikasi Karakteristik Dampak Industri pada Kawasan Permukiman terdampak Industri di Cemani Kabupaten Sukoharjo", *Arsitektura*, vol. 15 (1), pp. 215, 2017.
- [4] A. Kurniawan, and D. Mustikasari, "Review: Mekanisme Akumulasi Logam Berat di Ekosistem Pascatambang Timah", *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17 (3), pp. 408, 2019.
- [5] E. Mutia, N. Lydia, and N. Fahriana, "Teknik Penjernihan Air menggunakan Limbah Cangkang Kerang sebagai Pengikat Ion Logam Berbahaya pada Air", *Glob. Sci. Soc. J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2 (2), pp. 2685–2497, 2020.
- [6] C. B. Beru Ketaren, A. A. Hakim, A. Fahrudin, and Y. Wardiyatno, "Kandungan Logam Berat Pb Undur-Undur Laut dan Implikasinya pada Kesehatan Manusia", *J. Biol. Trop.*, vol. 19 (1), pp. 90–100, 2019.
- [7] D. A. Juhri, "Pengaruh Logam Berat (Kadmium, Kromium dan Timbal) Terhadap Penurunan Berat Basah Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk) Sebagai Bahan Penyuluhan Bagi Petani Sayur", *J. Lentera Pendidik. Pus. Penelit. LPPM UM Metro*, vol. 2 (2), pp. 219–229, 2017.
- [8] H. Sarie, "Potensi Bahaya Kontaminasi Logam Berat di Lahan Bekas Tambang Batubara yang Digunakan sebagai Lahan Pertanian", *Bul. Loupe*, vol. 15 (02), pp. 37–41, 2019.
- [9] N. J. Jais, M. Ikhtiar, A. Gafur, H. A. Hasriwiani, and H. Hidayat, "Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) yang Terdapat dalam Air dan Ikan di Sungai Tallo Makassar", *Wind. Public Heal. J.*, vol. 01 (03), pp. 261–274, 2020.
- [10] P. S. K. Dwi, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat (Pb, Cd, As) pada Debu di Kecamatan Sluke Kabupaten Rembang", *J. Kesehat. Masy.*, vol. 7 (1), 2019.
- [11] M. Sylvia, and A. Vianne, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Kadmium (Cd) Dalam Ikan Bandeng Di Kawasan Tambak Lorok Semarang", *J. Kesehat. Masy.*, vol. 5 (5), pp. 724–732, 2017.
- [12] S. Yolanda, R. Rosmaidar, N. Nazaruddin, T. Armasyah, U. Balqis, and Y. Fahrimal, "Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)", *Jimvet*, vol. 1 (4), pp. 736–741, 2017.
- [13] B. Rosita, and H. Mustika, "Hubungan Tingkat Toksisitas Logam Timbal (Pb) dengan Gambaran Sediaan Apus Darah pada Perokok Aktif", *J. Kesehat. PERINTIS (Perintis's Heal. Journal)*, 6 (1), 14–20, 2019.
- [14] R. O. Salsabilla, B. Pratama, and D. I. Angraini, "The Kadar Timbal Darah pada Kesehatan Anak", *J. Penelit. Perawat Prof.*, vol. 2 (2), pp. 119–124, 2020.
- [15] S. Muhammad, and S. Sarto, "Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Timbal (Pb) dalam Biota Laut pada Masyarakat Sekitar Teluk Kendari", *BKM J. Community Med. Public Heal.*, vol. 34 (10), pp. 385–393, 2018.
- [16] A. Zulfiah, S. Seniwati, and S. Sukmawati, "Analisis Kadar Timbal (Pb), Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) yang berasal dari Labbakkang Kab. Pangkep secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)", *J. Ilm. As-Syifaa*, vol. 9 (1), pp. 85–91, 2017.
- [17] T. Wulandari, R. Budihastuti, and D. Hastuti, "Kemampuan Akumulasi Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove Jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) Di Lahan Tambak Mangunharjo Semarang", *J. Biol.*, vol. 7 (1), pp. 89–96, 2018.
- [18] I. Hananingtyas, "Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada

- Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp.) di Pantai Utara Jawa", *BIOTROPIC J. Trop. Biol.*, vol. 1 (2), pp. 41–50, 2017.
- [19] B. N. Diniah, "Hubungan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah dan Kejadian Gotter pada Anak Usia Sekolah Dasar (Studi di SD Negeri 01 Grinting Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes)", *J. Ilmu Kesehatan. Bhakti Husada Heal. Sci. J.*, vol. 11 (1), pp. 38–47, 2020.
- [20] A. Melinda, N. Afni, and H. Hamidah, "Analisis Kadar Timbal pada Rambut Operator SPBU 74.941.03 Kartini Kota Palu", *J. Kolaboratif Sains*, vol. 1 (1), 2019.
- [21] M. R. Kusman, H. Kapita, and E. R. Mulya, "Pengelolaan Limbah Cair PT. Pelindo III Cabang Tanjung Emas di Semarang", *J. Ilm. WAHANA Pendidik.*, vol. 6 (4), pp. 960–964, 2020.
- [22] W. B. Ismail, M. Raharjo, and O. Setiani, "Penyusunan Indeks Kualitas Kesehatan Lingkungan (Studi Kasus Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)", *J. Kesehat. Masy.*, vol. 5 (1), pp. 521–530, 2017.
- [23] A. U. Anisyah, N. T. Joko, "Studi Kandungan dan Beban Pencemaran Logam Timbal (Pb) Pada Air Balas Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Mas Semarang", *J. Kesehat. Masy.*, vol. 4 (9), pp. 1689–1699, 2016.
- [24] F. Nilasari, and Y. M. Wibowo, "Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng di Sekitar Pelabuhan Tanjung Mas", *Biomedika*, vol. 11 (2), pp. 109–112, 2018.
- [25] T. Minarsih, "Penetapan Kadar Cadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam Kerang Hijau (*Perna Viridis*) dari Perairan Kota Pekalongan", *J. Surya Muda*, vol. 1 (1), pp. 1–7, 2019.
- [26] A. E. Tiffany, A. K. Mudzakir, and B. A. Wibowo, "Analisis Tingkat Konsumsi Ikan Laut dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pada Masyarakat Semarang", *J. Fish. Resour. Util. Manag. Technol.*, vol. 9 (1), pp. 25–34, 2020.
- [27] Y. Windusari, I. N. Aini, A. Setiawan, and E. N. Aetin, "Deteksi Frekuensi Distribusi Timbal Dalam Darah Pekerja Pengisi Bahan Bakar: Studi Kasus SPBU di Plaju, Sumatera Selatan", *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 18 (1), pp. 62, 2019.
- [28] D. Prilly, R. H. Akili, S. Maddusa, and S. Ratulangi, "Gambaran Kadar Timbal Dalam Darah pada Anak Kelas 5 Sekolah Dasar di Kecamatan Wenang Kota Manado", *J. KESMAS*, vol. 7 (4), 2018.
- [29] M. Arianty, M. Beatrice, and S. Wulandari, "Pajanan Timbal Terhadap Tingkat Kecerdasan Anak", *J. Ilm. Kesehat. Masy. Media Komun. Komunitas Kesehat. Masy.*, vol. 12 (2), pp. 89–98, 2020.
- [30] A. Yuliantini, and V. Juliana, "Penetapan Kadar Timbal (Pb) pada Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) di Sekolah Dasar Cibiru", *Med. Sains Junal Ilm. Kefarmasian*, vol. 2 (2), pp. 98–104, 2018.
- [31] N. F. A. Sari, Nova, "Pengaruh Pemanfaatan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) Sebagai Chelator Logam Timbal (Pb) Dalam Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)", *J. Kim. Saintek dan Pendidik.*, vol. I (1), pp. 43–48, 2017.
- [32] M. Hilmi, F. Swastawati, and A. D. Anggo, "Pengaruh Perendaman berbagai Jenis Jeruk terhadap Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada Kerang Hijai (*Perna viridis* Linn)", *Вестник Росздравнадзора*, vol. 6 (2), pp. 5–9, 2017.
- [33] M. Masduqi, and S. Ngabekti, "Efek Lama Perendaman dan Konsentrasi Sari Jeruk Nipis Terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Daging Sapi (Studi Kasus di TPA Jatibarang Semarang)", *Unnes J. Life Sci.*, vol. 4 (1), pp. 45–53, 2015
- [34] M. Z. Hilmi, F. Swastawati, and A. D. Anggo, "Pengaruh Perendaman berbagai Jenis Jeruk terhadap Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada Kerang Hijau (*Perna viridis* Linn)", *J. Pengolah. dan Bioteknol. Has. Perikan.*, vol. 6 (2), 2017.
- [35] N. Jamil, R. Jabeen, M. Khan, M. Riaz, T. Naeem, A. Khan, N. Us Sabah, S. A. Ghorri, U. Jabeen, Z. A. Bazai, A. Mushtaq, S. Rizwan, and S. Fahmid, "Quantitative Assessment of Juice Content, Citric Acid and Sugar Content in Oranges, Sweet Lime, Lemon and Grapes Available in Fresh Fruit Market of Quetta City", *Int. J. Basic Appl. Sci. IJBAS-IJENS*, vol. 15 (1), pp. 21–24, 2015.
- [36] K. L. Penniston, S. Y. Nakada, R. P. Holmes, and D. G. Assimios, "Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products", *J. Endourol.*, vol. 22 (3), pp. 567–570, 2008.

- [37] BSN, Determination of heavy metal levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in fishery products, *Badan Standarisasi Nas.*, (Cd), 6, 2011.
- [38] A. M. Alpatih, M. Mifbakhudin, and U. Nurullita, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jeruk Nipis dan Lama Perendaman terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*)", 2010.
- [39] U. Z. A., Purwanti, and N. Wahyudi, "Pengaruh Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Konsentrasi 10 % Terhadap Aktivitas Enzim Glukosiltransferase *Streptococcus mutans*", 2013.
- [40] S. S. Prastiwi, and F. Ferdiansyah, "Kandungan dan Aktivitas Farmakologi Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia s.*)", *Farmaka*, 15 (2), 2, 2013.
- [41] K. A. Sari, P. H. Riyadi, and A. D. Anggo, "The Effect of Boiling Time and Lime Extract (*Citrus aurantifolia*) Concentration to Lead (Pb) and Cadmium (Cd) Level of Blood Cockle (*Anadara granosa*)", *J. Pengolah. dan Bioteknol. Has. Perikan.*, vol. 3 (2), pp. 1–10, 2014.
- [42] R. V. K., Yang, and S. Sonmez, "Relevance of Reaction of Lead Compounds with Carboxylic acid in Lead Recovery from Secondary Sources", 2 (1), 3–7, 2013.
- [43] N. Hidayat, A. F. Mulyadi, and A. Tul, "Removing of Lead (Pb) in Kupang Merah (*Musculista senhousia*) by Acid Braising", *Pros. Semin. Nas. PATPI*, 2015.