

Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) Ikan Nila (*Oreochromis nilotica*) Kali Surabaya Menggunakan Filtrat Jeruk Siam (*Citrus nobilis*)

Reduction of Lead (Pb) Content on Tilapia (Oreochromis nilotica) in Kali Surabaya by Using Filtrate Siam Orange (Citrus nobilis)

Miftahul Rohmah Saputri*, Fida Rachmadiarti, Raharjo
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya
*e-mail: miu_gitu@yahoo.com

ABSTRAK

Jeruk siam merupakan buah yang kaya akan asam sitrat. Asam sitrat antara lain bermanfaat dalam menurunkan kadar logam berat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fungsi filtrat jeruk siam dalam menurunkan kadar Pb pada ikan nila Kali Surabaya daerah Karah dengan menggunakan berbagai konsentrasi dan lama waktu perendaman. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor perlakuan yaitu variasi konsentrasi (0%, 50%, 75%, 100%) dan lama waktu perendaman (30 menit dan 60 menit). Desain penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Data yang diperoleh berupa persentase penurunan kadar Pb pada ikan nila. Data dianalisis dengan analisis dua varian dan untuk mengetahui perlakuan optimal diuji dengan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan persentase terbesar dalam menurunkan kadar Pb pada ikan nila adalah konsentrasi 100% deteksi waktu 60 menit. Sedangkan perlakuan optimalnya adalah terdapat pada konsentrasi 75% deteksi waktu 30 menit.

Kata kunci: filtrat buah jeruk siam; ikan nila (*Oreochromis nilotica*); Kali Surabaya; Pb

ABSTRACT

Siam is a fruit that rich in citric acid. Citric acid include beneficial in lowering the levels of heavy metals. The purpose of this research was to determine the function filtrate of siam in lowering levels of Pb in Tilapia at Kali Surabaya (Karah) using various concentrations and various dipping time. The research was conducted by using a completely randomized design (CRD) treatment two factors, namely variation of concentration (0%, 50%, 75%, 100%) and dipping time (30 minutes and 60 minutes), and conducted in 3 repetitions. Data obtained in the form of percentage reduction in the levels of Pb in Tilapia. Data were analyzed with a two-way analysis of variance and to determine the optimal treatment tested with Tukey. Results of research showed the largest percentage in the lower levels of Pb in Tilapia was a concentration of 100% detection time of 60 minutes. While the optimal treatment was at a concentration of 75% detection time of 30 minutes.

Key words: filtrate siam orange; Tilapia (*Oreochromis nilotica*); Kali Surabaya; Pb

PENDAHULUAN

Jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa* Hassk.) merupakan salah satu anggota jeruk lokal yang paling banyak ditanam di Indonesia. Ciri khas jeruk ini adalah kulitnya tipis, licin mengilap, dan lebih lekat dengan daging buahnya. Jeruk siam tersebar merata di seluruh bagian daerah di Indonesia, sehingga mudah didapat oleh masyarakat setempat (Sugito, 1993). Jeruk ini memiliki kandungan asam sitrat sebanyak 4,4 g per kilogramnya. Asam sitrat banyak ditemukan pada buah golongan jeruk namun yang paling banyak mengandung asam sitrat hingga 8% bobot kering adalah golongan jeruk limau seperti jeruk nipis dan jeruk purut (Rio, 2009). Mengingat banyaknya kandungan

asam sitrat pada buah jeruk dan pendistribusian jeruk merata sehingga menjadikannya berfungsi sebagai bahan baku industri seperti bahan baku makanan, minuman, kosmetik serta pengawet (Rio, 2009). Selain fungsi-fungsi asam sitrat yang telah tersebut di atas, kenyataannya asam sitrat juga mampu dalam menurunkan kadar logam berat pada suatu organisme (Maryati, 2006).

Fungsi asam sitrat mampu dalam menurunkan kadar logam berat pada suatu organisme (Maryati, 2006). Hasil penelitian Setiawan (2012) terdapat perbedaan konsentrasi jeruk lemon dan jeruk nipis yang kaya akan asam sitrat dapat menurunkan logam berat pada udang sebesar dalam berat basahnya sebesar 0,27 mg/kg untuk perendaman jeruk nipis 50%, 0,32 mg/kg

untuk perendaman jeruk nipis 100%, 0,25 mg/kg untuk perendaman jeruk lemon 50%, dan 0,33 mg/kg untuk perendaman jeruk lemon 100%. Bagian asam sitrat yang dapat mengikat logam adalah gugus hidroksil (-OH) yang dimana gugus ini juga dimiliki oleh asam askorbat (Azhar, 2011).

Proses pengikatan ion logam dengan gugus pengikat logam berawal dari tiga gugus karboksil (COOH) yang dapat melepaskan proton di dalam larutan. Jika hal demikian terjadi, ion yang dihasilkan adalah berupa ion sitrat. Asam sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH suatu larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion-ion logam sehingga membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat banyak ion logam, sehingga digunakan sebagai penghilang kesadahan air dan pengawet (Nurdiani, 2013). Palar (2004) menyatakan bahwa logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan organik alam maupun bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksil seperti misalnya asam sitrat, tartrat, dan lain-lain. Di samping itu, logam dapat berikatan dengan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Nurdiani, 2013).

Untuk membuktikan apakah jeruk siam mampu menurunkan kadar logam berat khususnya Pb, maka peneliti menggunakan ikan nila Kali Surabaya daerah Karah yang positif tercemar Pb. Hal ini telah dibuktikan oleh peneliti melalui uji pendahuluan pada tanggal 10 Maret 2015 di Laboratorium Gizi Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat Lantai 1 Universitas Airlangga bahwa ikan nila Kali Surabaya daerah Karah tercemar Pb sebesar 0,139 mg/kg. Alasan peneliti memilih ikan nila karena berdasarkan hasil wawancara peneliti pada tanggal 5 Februari 2015 bersama beberapa nelayan Kali Surabaya khususnya daerah Karah ikan nila menjadi makanan favorit masyarakat karena kandungan lemaknya yang sedikit sehingga memperkecil peluang kolestrol yakni per 100 gramnya hanya 1,7 g sedangkan kandungan proteinnya tinggi 20,08 g (Fatsecret, 2015). Mengingat Kali Surabaya daerah Karah merupakan bagian dari Kali Surabaya yang padat akan arus lalu lintas menyebabkan Kali Surabaya berpotensi tercemar Pb dari bahan bakar bensin kendaraan. Sesuai pernyataan Nurdyahsari (2010) bahwa kendaraan baik roda dua maupun roda empat yang berbahan bakar bensin sangat berpotensi dalam mencemari lingkungan karena hasil bahan bakarnya yang berupa Pb. Selain itu banyak industri rumah

yang didirikan di sekitar daerah Karah seperti bengkel motor yang memiliki banyak bekas oli dan aki dimana oli dan aki ini mengandung Pb yang tinggi (Pratiwi, 2013) sehingga semakin menambah potensi pencemaran Pb di Kali Surabaya. Selanjutnya terdapat pula industri pembuatan aluminium yang cat aluminiumnya menggunakan bahan beracun Pb (Sulasih, 2012). Ikan nila memiliki daya adaptasi tinggi sehingga berpeluang besar dalam melangsungkan hidupnya (Isnaniati, 2011) memungkinkan semakin banyak pula logam berat yang terakumulasi dalam tubuhnya.

Ikan nila berbadan pipih, dilengkapi dengan sirip anal dengan 3 duri dan sirip bagian dorsal 16-17 duri. Berkepala relatif kecil dengan mulut di ujung depan kepala. Memiliki mata yang besar. Umumnya warna tubuh hitam keputihan. Warna bagian bawah tutup insang putih, namun pada ikan nila lokal bewarna putih kehitaman bahkan kuning. Ikan nila memiliki sisik yang kasar, besar, dan tersusun rapi. Terdapat garis linea lateralis yang terputus antara bagian atas dan bawahnya di tubuhnya. Linea lateralis yang terdapat di bagian atas memanjang mulai dari tutup insang sampai belakang sirip punggung hingga pangkal sirip ekor (Amri dan Khairuman *dalam* Agung 2012).

Sifat yang dimiliki Pb antara lain afinitasnya yang kuat terhadap gugus sulfhidril dari sistein, gugus amino dari lisin, gugus karboksil dari asam aspartat dan glutamat, dan gugus hidroksil dari tirosin. Selain itu Pb juga dapat berikatan dan memodifikasi struktur tersier protein dengan demikian menginaktifkan properti enzimatik. Menurut Astuti (2013) Pb yang masuk tubuh manusia akan menyebabkan anemia, gangguan ginjal, dan gangguan neurologi. Anemia terjadi karena terhambatnya proses pembentukan hemoglobin. Pada sistem saraf, Pb akan sangat bersifat sensitif apabila menyerang otak sehingga menimbulkan beberapa penyakit yang berhubungan dengan otak misalkan saja epilepsi, halusinasi, dan kerusakan otak besar. Pada sistem ginjal, Pb dapat menyebabkan pembentukan asam amino berlebih sehingga dapat merusak saluran ginjal (Palar, 2008).

Mengingat manfaat jeruk siam selama ini hanya dikonsumsi saja tanpa diketahui fungsinya dalam menurunkan logam berat, ekonomis di kalangan masyarakat, dan keberadaannya yang mudah didapat maka peneliti melakukan penelitian lebih lanjut mengenai fungsi asam sitrat jeruk siam dalam menurunkan kadar logam berat Pb pada ikan nila di Kali Surabaya daerah

Karah menggunakan buah jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa* Hassk.)

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan desain rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi (0%, 50%, 75%, 100%) dan lama waktu perendaman (30 menit dan 60 menit), dengan 3 kali pengulangan. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timba, kantong plastik, *hot plate*, gelas ukur volume 10 ml, mortal dan alu, alat pemeras jeruk, timbangan analitik, pipet, pisau, saringan, kamera, kertas label, kertas saring, pH *tester*, panci, gelas Beaker volume 500 ml, dan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*). Sedangkan bahan-bahan yang digunakan antara lain ikan nila, filtrat jeruk siam, asam nitrat (HNO_3) pekat, hidrogen peroksida (H_2O_2) pekat, dan akuades

Pengambilan sampel ikan nila dari Kali Surabaya daerah Karah. Untuk perendaman ikan nila dengan filtrat jeruk siam dilaksanakan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, sedangkan untuk analisis Pb Ikan nila dilakukan di Laboratorium Gizi lantai 1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2015. Terdapat 2 tahapan yang dilakukan yaitu perendaman ikan nila dengan filtrat jeruk siam dan analisis kadar Pb setelah dilakukan perendaman filtrat jeruk siam pada ikan nila. Penurunan kadar Pb pada ikan nila yang telah dimasukkan ke dalam gelas Beaker yaitu daging ikan nila seberat 7,5 g dengan panjang lebar berurutan ± 5 cm dan 3 cm direndam menggunakan filtrat jeruk siam 50%,

75%, dan 100% deteksi waktu 30 menit dan 60 menit. Pembuatan filtrat jeruk siam dengan membelah menjadi dua bagian kemudian memeras buah menggunakan pemeras buah hingga diperoleh cairan dari buahnya lalu disaring dan diambil filtratnya.

Untuk memperoleh konsentrasi filtrat jeruk siam 100% digunakan filtrat jeruk volume 100 ml tanpa penambahan akuades, konsentrasi filtrat jeruk siam 75% digunakan filtrat jeruk volume 75 ml ditambah akuades sebanyak 25 ml, konsentrasi filtrat jeruk siam 50% digunakan filtrat jeruk volume 50 ml ditambah dengan akuades sebanyak 50 ml. Sebelum di AAS, daging ikan nila dipotong dan ditimbang lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Hasil potongan tersebut dioven sampai kering. Tambahkan HNO_3 pekat sebanyak 9 ml dan H_2O_2 pekat sebanyak 1 ml. Selanjutnya distirer sampai daging ikan nila larut dan akuades ditambahkan hingga volume pada Erlenmeyer tersebut menjadi 25 ml. Selanjutnya sampel dianalisis menggunakan AAS. Metode analisisnya menggunakan analisis varian 2 arah.

HASIL

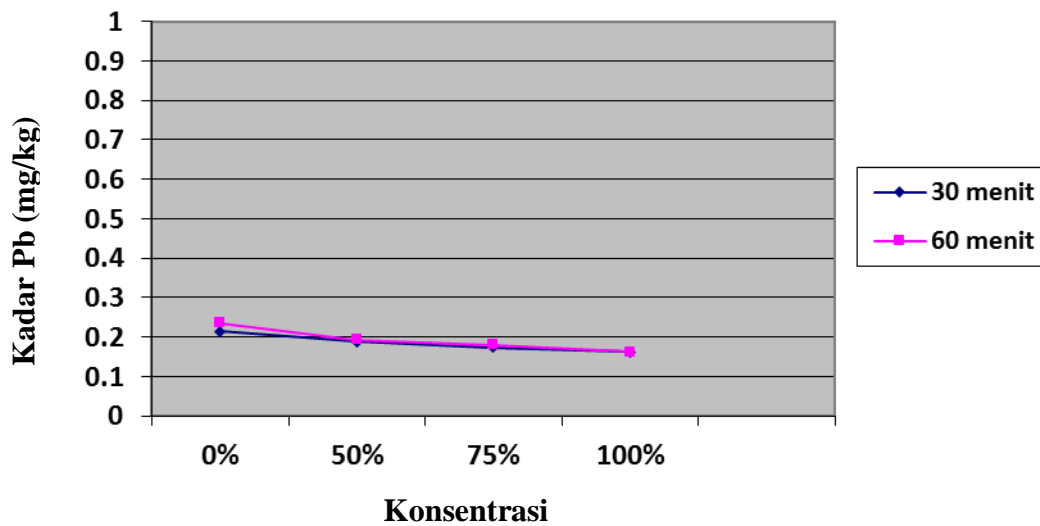
Rata-rata logam berat Pb pada semua perlakuan deteksi waktu 30 menit dan 60 menit masing-masing bernilai di atas standar deviasi (sd). Semakin tinggi konsentrasi filtrat jeruk siam maka semakin mampu dalam menurunkan kadar Pb pada ikan nila (hal ini diperjelas pada gambar 1 yang menunjukkan grafik linier yang semakin menurun nilai kadar Pb-nya seiring semakin tinggi konsentrasinya) (Tabel 1). Pada tabel 1 juga dijelaskan bahwa terdapat notasi tanda a,b,c yang mengartikan bahwa selisih konsentrasi 25% tidak menunjukkan signifikansi data penurunan Pb sedangkan selisih konsentrasi di atas 25% menunjukkan data penurunan Pb signifikan.

Tabel 1. Data kadar logam berat pb pada ikan nila setelah perendaman dengan filtrat buah jeruk siam pada berbagai konsentrasi dan lama waktu perendaman

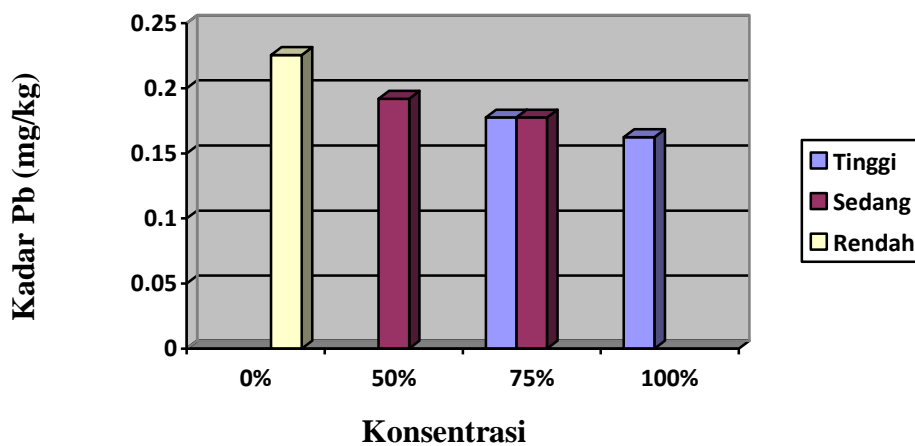
Waktu	Konsentrasi (mg/kg)			
	0%	50%	75%	100%
30 Menit	0,214	0,182	0,177	0,169
	0,193	0,193	0,165	0,152
	0,238	0,194	0,179	0,168
Rata-rata \pm sd	0,215 \pm 0,022^a	0,189 \pm 0,006^b	0,174 \pm 0,007^{bc}	0,163 \pm 0,009^c
60 Menit	0,246	0,199	0,183	0,169
	0,233	0,190	0,184	0,159
	0,229	0,193	0,177	0,158
Rata-rata \pm sd	0,236 \pm 0,088^a	0,194 \pm 0,004^b	0,181 \pm 0,003^{bc}	0,162 \pm 0,006^c

Hasil analisis anava dua arah dapat diketahui bahwa perlakuan waktu dan konsentrasi masing-masing berturut-turut nilai signifikasinya sebesar 0,076 dan 0,00 yang mengartikan bahwa waktu perendaman dinyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan (optimum 30 menit). Hal serupa sama dengan interaksi antara waktu dengan konsentrasi yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada interaksi antara waktu dengan konsentrasi terhadap penurunan kadar logam Pb dalam ikan nila. Sedangkan terdapat perbedaan yang signifikan pada besarnya konsentrasi filtrat jeruk siam pada penurunan logam Pb. Hal ini ditunjukkan dengan nilai 0,00 dimana nilai ini kurang dari 0,05.

Semakin tinggi pemberian konsentrasi filtrat jeruk siam pada ikan nila yang tercemar logam Pb, maka akan semakin mengurangi kadar Pb pada ikan nila tersebut. Namun konsentrasi optimum dalam menurunkan kadar Pb ikan nila adalah pada konsentrasi 75% yang kemampuannya dalam menurunkan kadar Pb hampir sama besarnya dengan konsentrasi 100%. Sehingga dengan kata lain bahwa konsentrasi optimum dan waktu optimum dalam menurunkan kadar Pb ikan nila adalah 75% dan 30 menit (Gambar 2).



Gambar 1. Grafik data kadar logam berat pb pada ikan nila setelah perendaman dengan filtrat buah jeruk siam pada berbagai konsentrasi dan lama waktu perendaman



Gambar 2. Grafik output Tukey tingkat konsentrasi terhadap penurunan kadar logam Pb

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data tersebut di atas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan perlakuan pada konsentrasi 0%, 50%, 75%, dan 100%. Hal ini diperkuat dari output Tukey pada gambar 2 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar logam Pb pada ikan nila sebelum pemberian filtrat jeruk siam dan sesudah pemberian filtrat jeruk siam. Semakin tinggi tingkat konsentrasi filtrat jeruk siam yang diberikan pada ikan nila, maka semakin menurunkan kadar logam Pb dalam daging ikan nila tersebut. Namun konsentrasi optimum dalam menurunkan kadar Pb adalah konsentrasi 75%. Hal ini dapat terjadi karena diduga pada konsentrasi filtrat jeruk siam 75% semua gugus karboksilat pada asam sitrat mengalami deprotonisasi yang semakin optimal (secara keseluruhan telah bekerja mengikat Pb atau bisa disebut mengalami titik jenuh) (Rosyida, 2014), sehingga saat konsentrasi 100% tidak menghasilkan perbedaan penurunan kadar Pb yang nyata. Purwant (2012) dalam Priyadi (2013) menyatakan pada dasarnya pembentukan ion kompleks merupakan hasil dari ketertarikan kation dan anion anion yang melebihi kompetisi antara kation dan H^+ untuk berbagai macam ligan. Selanjutnya Ismail dan Hanudin (2005) menjelaskan bahwa jumlah maksimum ikatan antar gugus pengkhelet logam dengan kation logam ditentukan bilangan koordinasinya. Shofyan (2010) menyatakan jumlah kation yang dipertukarkan akan sebanding dengan ion hidrogen yang dilepaskan resin (Priyadi, 2013).

Selain itu kemungkinan faktor lain yang mempengaruhi adalah denaturasi protein karena pH asam dimana pH asam dapat mengakibatkan protein terdenaturasi sehingga merubah struktur konfigurasi protein yang awalnya kompleks menjadi sederhana sehingga ikatan antar ion logam dengan protein mudah terlepas. Perbedaan pH antara konsentrasi 100% dengan 75% (selisih konsentrasi hanya 25%) memiliki selisih pH yang tidak terlalu jauh yaitu sebesar 0,4. Jika dibandingkan dengan selisih pH untuk hasil yang signifikan, ditunjukkan oleh selisih pH konsentrasi 100% dengan 50% (selisih konsentrasi lebih dari 25%) sebesar 0,9. Semakin tinggi selisih pH tersebut maka akan semakin terlihat pengaruhnya.

Sedangkan untuk lama perendaman 30 menit dan 60 menit tidak menunjukkan perbedaan terhadap penurunan logam Pb pada daging ikan nila sehingga dapat dikatakan waktu 30 menit sama optimumnya dengan 60 menit. Dengan kata

lain waktu 30 menit sudah mampu menurunkan kadar Pb ikan nila. Sesuai pernyataan Priyadi (2013) bahwa asam sitrat merupakan asam sederhana dimana asam sederhana ini tidak memerlukan waktu lama untuk menguraikan gugus pengkheletnya yang dipresentasikan oleh lepasnya ion H pada gugus fungsionalnya guna mencapai titik kesetimbangan dengan ion logam.

Proses pengikatan ion logam diawali dari asam sitrat yang memiliki tiga gugus karboksil COOH. Gugus karboksil ini dapat melepas proton di dalam larutan membentuk suatu ion yang disebut ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat (Nurdiani, 2013). Palar (2004) menyatakan bahwa logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan organik alam maupun bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksil seperti misalnya asam sitrat, tartrat, dan lain-lain. Di samping itu, logam dapat berikatan dengan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Nurdiani, 2013).

Ahmad (2001) menyatakan sumber masuknya logam berat Pb di perairan yang paling utama berasal dari limbah buangan industri serta dari logam berat Pb di udara yang terbawa oleh angin dan hujan (Ika, 2012). Setelah masuknya Pb ke perairan maka Pb tersebut akan masuk ke tubuh biota perairan sehingga berikatan dengan beberapa protein yang terdapat dalam tubuhnya biota. Logam berat yang masuk tubuh biota akan menyebabkan beberapa gangguan fisiologis karena unsur logam yang masuk diabsorpsi oleh darah kemudian berikatan dengan protein darah dan beberapa enzim (Darmono, 2008). Sifat Pb di antaranya adalah memiliki afinitas yang kuat terhadap gugus sulfhidril (SH) dari sistein, gugus amino dari lisin, gugus karboksil dari asam aspartat dan glutamat, dan gugus hidroksil dari tirosin. Ion logam yang terdapat dalam tubuh organisme sebagian besar berikatan dengan protein, selain itu Pb juga dapat berikatan dan memodifikasi struktur tersier protein dengan demikian menginaktifkan properti enzimatik, terlebih lagi enzim-enzim yang kaya akan gugus -SH. Menurut Setiawan (2012) selain terakumulasi dalam protein, Pb dapat pula terakumulasi dalam lemak. Asam sitrat dapat melarutkan lemak sehingga lemak dalam keadaan emulsi. Dengan demikian bersamaan dengan larutnya lemak oleh asam sitrat maka Pb yang terdapat dalam lemak tersebut juga akan larut sehingga secara otomatis

kadar Pb pada daging ikan nila akan berkurang. Lemak yang terkandung dalam ikan nila per 100 gramnya adalah sebesar 1,7 g (Fatsecret, 2015). Maka dengan adanya perendaman filtrat jeruk siam akan turut membantu dalam mengurangi kadar logam Pb pada ikan nila tersebut.

Suprihatin dan Indrasti (2015) menyatakan bahwa asam sitrat yang mempunyai gugus karboksil dikenal sebagai pengkhelat pada logam yang nantinya bertindak sebagai ligan. Hal ini dapat terjadi karena logam berat dapat berikatan dengan atom yang memiliki ion bebas, sedangkan asam sitrat memiliki empat elektron bebas pada pengikat logam yaitu pada gugus karboksil yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang dengan mudah larut dalam air. Terjadinya reaksi antara gugus pengikat logam dengan ion logam melalui ikatan koordinasi menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya. Asam sitrat sendiri mampu mengikat logam-logam berat misalnya yang bervalensi 2 (bivalen). Sesuai pernyataan Ulfah (2014) proses pengikatan logam merupakan suatu proses kompleks ion logam dengan sukuestran. Secara umum pengikatan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut: $L + S \rightarrow LS$ dimana L diibaratkan ion logam, sedangkan S merupakan sukuestran, dan LS lambang dari kompleks ligan.

Filtrat jeruk siam memiliki pH asam. Pada pH yang asam, reaksi hidrolitik mengakibatkan komponen dan permukaan aktif sel berubah, sehingga menimbulkan terjadinya peningkatan penyerapan yang dilakukan oleh sorben terhadap logam. Saat kondisi asam, ikatan logam pada protein berkompetisi dengan hidrogen yang ada pada asam untuk berikatan pada protein. Suasana asam menunjukkan banyaknya hidrogen yang berkompetisi sehingga membuat keseimbangan ikatan antara logam dengan protein berkurang (Laily, 2002). Pada pH basa, permukaan sel memiliki muatan negatif sehingga kemampuan untuk mengikat ion-ion Pb menjadi berkurang sehingga dengan kata lain kemampuan menyerap logamnya juga semakin kecil (Rahayu dan Purnavita, 2007).

SIMPULAN

Tidak terdapat pengaruh lama perendaman (30 menit dan 60 menit) filtrat jeruk siam terhadap penurunan kadar logam berat Pb pada daging ikan nila. Konsentrasi filtrat jeruk siam (50%, 75%, dan 100%) memberikan dampak terhadap penurunan kadar logam berat Pb pada daging ikan nila. Namun tidak terdapat interaksi antara

konsentrasi filtrat dengan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar logam berat Pb pada tubuh ikan nila.

Implementasi penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi kepada masyarakat bahwa filtrat jeruk siam memiliki fungsi dalam menurunkan kadar logam berat khususnya Pb pada Ikan, sehingga lebih aman dalam pengonsumsi ikan yang tercemar Pb.

Peneliti menyarankan untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai kadar logam berat lain yang terdapat pada Kali Surabaya daerah Karah dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas asam sitrat terkait interaksinya dalam penurunan logam berat pada lemak dan protein suatu organisme.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung A, 2012. *Bab 2 Tinjauan Pustaka*. Online <http://eprints.uny.ac.id/8106/3/bab%20%20-%2010304246001.pdf> Diakses 16 Februari 2015.
- Astuti AD, 2013. *Cemaran logam Berat* Online <http://goo.gl/42rtq2> Diakses tanggal 23 Februari 2015.
- Azhar, 2011. *Bab II Tinjauan Pustaka* Online <https://tr.im/I3s3A> Diakses 3 Februari 2015.
- Darmono, 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Jakarta: UI Press.
- Fatsecret, 2015. *Fatscret Indonesia* Online [http://mobile.fatsecret.co.id/kalori-gizi/umum/nila-\(ikan\)?portionid=60943&portionamount=100,000](http://mobile.fatsecret.co.id/kalori-gizi/umum/nila-(ikan)?portionid=60943&portionamount=100,000) Diakses 13 Mei 2015.
- Isnaniati, Armanisah, Necia dkk, 2011. *Analisis Budidaya Ikan nila* Online <https://goo.gl/C00bqL> Diakses 4 april 2015.
- Ika, 2012. *Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara* Online <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=111314&val=730> Diakses 8 april 2015.
- Izza AT, 2014. *Penurunan Kandungan Timbal (Pb) Pada Kupang Merah (Musculitis Senhausia) dengan Perebusan Asam Pada Kajian Jenis dan Konsentrasi Asam* Online <http://goo.gl/VmWVeS> Diakses 16 Februari 2015
- Laily AR, 2002. *Keberadaan Merkuri dan Pengaruh Perendaman Larutan Asam terhadap Kandunga Gizi serta Daya Cerna Protein pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L.)*. Online <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/14777> Diakses 16 Februari 2015.
- Maryati E, 2006. *Asam Sitrat sebagai Lapisan Pelindung untuk Mengurangi Laju Korosi pada Logam* Online <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/46082> Diakses 16 Februari 2015.
- Nurdiani D, 2013. *Ekstrak Jeruk Nipis dapat Menurunkan Kadar Logam Pb dan Cd pada Ikan* Online <http://goo.gl/pcge8E> Diakses 18 maret 2015.

- Palar H, 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta. Penerbit: Renika Cipta.
- Pratiwi A, 2013. *Bab I Pendahuluan* Online <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-23243-3308100099-Chapter1.pdf> Diakses 8 april 2015.
- Priyadi dan Darmaji, 2013. Khelasi Pb dan Cd menggunakan Asam sitrat pada Biji Kedelai *Jurnal Agritech* 33(4).
- Rahayu dan Purnavita, 2007. Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Jurnal Reaktor* 11(1): 45-49
- Rio JD, 2009. *Bab I Pendahuluan* Online <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-NonDegree-9475-2306030023-Chapter1.pdf> Diakses 21 Mei 2015.
- Rosyida dan Purwonugroho, 2014. Adsorpsi Timbal (II) menggunakan Biomassa *Azollamicrophylla* Diestirifikasi dengan Asam Sitrat *Jurnal* (2)2.
- Setiawan, Teguh Sastra, Fida Rachmadiarti, Raharjo, 2012. The Effectiveness of Various Types of Orange (*Citrus Sp.*) to the Reduction of Pb (Lead) and Cd (Cadmium) Heavy Metals Concentration on White Shrimp (*Panaeus Marguiensis*). *LenteraBio* 1(1): 35–40.
- Sugito J, 1993. *Peluang Usaha dan pembudidayaan Jeruk Siam*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Sulasih dan Rahayu, 2012. Pembuatan Pengolah Limbah Cair Industri Kecil Pewarnaan Logam Dalam Upaya Pelestarian Lingkungan *Jurnal* 7(1): 21-24.
- Suprihatin dan Indrasti, 2015. *Bab II* Online <http://repository.uin-suska.ac.id/1927/3/BAB%20II.pdf> Diakses 4 april 2015.
- Ulfah S, 2014. Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) di Kali Surabaya menggunakan Filtrat Kulit Buah Nenas (*Ananas comosus*). *Skripsi* dipublikasikan Universitas Negeri Surabaya.