

## ***Literatur Review : Gambaran Cemaran Logam Berat Pada Udang di Indonesia***

### ***Literature Review: Overview of Heavy Metal Contamination of Shrimp in Indonesia***

Zida Sinata Milati<sup>\*1</sup>, Trias Mahmudiono<sup>1</sup>

#### **ABSTRAK**

**Latar Belakang :** Udang merupakan salah satu sumber protein hewani yang bergizi dan memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Produksi udang di Indonesia menjadi salah satu dari 10 penghasil udang utama dunia, hal ini sejalan dengan meningkatnya konsumsi ikan, utamanya udang pada masyarakat Indonesia. Udang air tawar maupun air laut selalu mencari makan di dasar air yakni pada sedimen, yang mana banyak terendap partikel padatan berupa pasir, lumpur, serta logam berat sebagai akibat proses pengendapan di perairan, sehingga udang merupakan indikator yang baik untuk polusi logam berat. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat udang yang tercemar logam berat dan nantinya masyarakat yang mengkonsumsinya dapat terkena dampak negatif.

**Tujuan :** Untuk menggambarkan kondisi cemaran logam berat pada udang di Indonesia melalui pemantauan, sehingga dapat memberikan sinyal peringatan kepada masyarakat apabila kadarnya melebihi ambang batas.

**Metode :** Metode penulisan artikel ini adalah *literatur review*. *Database* yang digunakan berasal dari *Google Scholar*. Terdapat 3870 artikel, tetapi hanya digunakan 13 artikelyang telah disesuaikan dengantopik dan kriteria inklusi. Proses *literatur review*yakni pencarian literatur yang relevan, *screening*isi, membuat *summary* dan penulisan *literatur review* dapat dimulai.

**Ulasan :** Uji kandungan logam berat (Hg, Pb, Cu, Cr, As, Mn, dan Zn) pada udang di beberapa wilayah di Indonesia baik menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) maupun uji warna (*Rapid Test Kits*) menghasilkan beberapa variasi, untuk sampel udang yang diuji kandungan cemaran logam berat Hg, Cu, Mn, dan Zn pada semua sampel aman, sedangkan sampel udang yang diuji kandungan Pb, Cd, dan Cr terdapat hasil positif dan negatif (perbandingan 1 : 2).

**Kesimpulan :** Terdapat variasi hasil kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, Mn, Cu, As, dan Zn) pada sampel udang dengan di beberapa wilayah di Indonesia. Sampel udang yang positif maupun negatif logam berat tertentu, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor.

**Kata Kunci :** Cemaran, Logam Berat, dan Udang

#### **ABSTRACT**

**Background :** *Shrimp is a source of nutritious animal protein and has many benefits for the body. Shrimp production in Indonesia is one of the top 10 shrimp producers in the world, this is in line with the increasing consumption of fish, especially shrimp in Indonesian society. Freshwater and seawater shrimp always forage at the bottom of the water, namely in sediments, where a lot of solid particles in the form of sand, mud, and heavy metals are deposited as a result of the deposition process in the waters, so that shrimp is a good indicator of heavy metal pollution. Several previous studies have shown that there are shrimp that are contaminated with heavy metals and later the people who consume them can be negatively affected.*

**Objective :** *To describe the condition of heavy metal contamination in shrimp in Indonesia through monitoring, so that it can provide a warning signal to the public if the level exceeds the threshold.*

**Method :** *The method of writing this article was literature review. The database used from Google Scholar. There were 3870 articles, but only 13 articles that have been adapted to the topic and inclusion criteria were used. The literature review process, namely the search for relevant literature, content screening, making a summary and writing a literature review can be started.*

**Review** : Testing the content of heavy metals (Hg, Pb, Cu, Cr, As, Mn, and Zn) in shrimp of several regions in Indonesia using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) test method and color test (Rapid Test Kits) resulted in several variations, for shrimp samples tested for heavy metal contamination Hg, Cu, Mn, and Zn in all samples were safe, while shrimp samples tested for Pb, Cd, and Cr content had positive and negative results (1 : 2 ratio).

**Conclusion** : Variations in the results of heavy metal content (Hg, Pb, Cd, Mn, Cu, As, and Zn) in shrimp samples of several regions in Indonesia. Shrimp samples that are positive or negative for certain heavy metals can be influenced by several factors.

**Keywords** : Contamination, Heavy metal, and Shrimp

\*Koresponden :

zida.sinata.milati-2018@fkm.unair.ac.id

Zida Sinata Milati

<sup>1</sup>Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Kampus C Mulyorejo, 60115, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

## PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu sumber protein hewani yang bergizi dan memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Udang memiliki kandungan asam lemak jenuh dan kalori yang rendah, sumber makanan kaya vitamin B12, Selenium, Omega-3 *highly unsaturated fatty acids* (HUFA), astaxanthin, dan sebagai sumber antioksidan (Dayal, Ponniah and Ambasankar, 2007). Udang mengandung asam lemak omega-3 untuk menurunkan kadar kolesterol LDL, menurunkan prevalensi penyakit stroke, dan penyakit jantung (Vahabzadeh *et al.*, 2013).

Dalam 100 gram sajian udang mengandung 90 kalori, hal ini menunjukkan bahwa udang adalah makanan dengan indeks glikemik rendah dan merupakan pilihan tepat untuk pasien diabetes (Dayal *et al.*, 2013). Sejalan dengan perkembangan serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang pangan dan gizi, serta adanya perubahan minat dan pola makan masyarakat dunia dari *red meat* menjadi *white meat*, udang semakin diminati oleh para konsumen di negara maju khususnya negara Eropa sebagai bahan pangan bergizi (KKP, 2018).

Indonesia merupakan salah satu dari 10 negara penghasil udang terbesar di dunia, berdasarkan data *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAOSTAT) tahun 2016 (KKP, 2018). Komoditas udang berperandalam meningkatkan subsektor perikanan ataskontribusinya sebesar 60% dari total nilai ekspor Indonesia. Komoditas udang juga ditetapkan sebagai salah satu dari enam komoditas ekspor unggulan dan sebagai revitalisasi perikanan Indonesia. Produksi udang mengalami kenaikan padatahun 2009-2014 dengan rerata sebesar 8,42 % atau 67.514 ton per tahun (KKP, 2018).

Besarnya potensi perikanan termasuk udang di Indonesia, juga sejalan dengan besarnya Angka Konsumsi Ikan Nasional atau disingkat AKI 2013-2018 yang mengalami kenaikan. Rata-rata kenaikannya adalah sebesar 7,37% per tahun. Pada 2018 Angka Konsumsi Ikan Nasional sudah mencapai 50,69 kg per Kapita, yang artinya masyarakat Indonesia pada 2018 rata-rata mengkonsumsi ikan mencapai 50,69 kg (Perikanan, 2019).

Meningkatnya konsumsi ikan pada masyarakat Indonesia juga tidak terlepas dari adanya masalah keamanan pangan.Keamanan pangan masih menjadi masalah global, sehingga perlu mendapatkan perhatian utama dalam penetapan kebijakan kesehatan masyarakat.Menurut *World Health Organization* (WHO), keamanan pangan sangat penting karena dapat menyebabkan penyakit akibat pangan (*foodborne disease*) (Rini and Lestari, 2020). *Foodborne disease* dapat disebabkan oleh berbagai cemaran, baik cemaran fisik, biologi, maupun kimia. Dalam literatur review kali ini, peneliti ingin berfokus pada cemaran kimia logam berat (Merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Mangan (Mn), Zinc (Zn), Cuprum (Cu), dan Arsen (As)) yang dapat mencemari makanan dan menyebabkan gangguan kesehatan (Zottola, 1978)

Crustacea (Udang-udangan) selalu mencari makan di dasar air yakni pada sedimen, baik udang yang hidup di air tawar maupun air laut (Novianto *et al.*, 2012). Di dalam sedimen terdapat banyak endapan partikel padatan berupa pasir, lumpur, serta logam berat sebagai akibat dari proses pengendapan di perairan(Novianto *et al.*, 2012). Hal ini yang menyebabkan Crustacea diduga terpapar dan mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya, sehingga Crustacea merupakan indikator yang baik untuk polusi logam berat (Novianto *et al.*, 2012). Untuk itu, tujuan dari penulisan *literatur review* iniadalahuntuk menggambarkan kondisi cemaran logam berat pada udang di Indonesia.

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai cemaran logam berat pada udang di Indonesia, terdapat 5 penelitian yang menyatakan bahwa udang positif mengandung logam berat yang melebihi batas aman SNI, yakni pada penelitian (Komalasari *et al.*, 2019)yang menyatakan bahwa kandungan Pb pada sampel *Penaeus merguensis* telah melebihi batas aman konsumsi karena kandungan Pb >0,5 mg/kg (Komalasari *et al.*, 2019),selain itu terdapat penelitian (Octavianus *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa kadar Pb pada udang

windu menunjukkan kadar diatas batas aman SNI (Octavianus *et al.*, 2018), penelitian lainnya menyatakan bahwa kandungan Pb pada udang putih (*P. marginatus*) telah melebihi batas maksimum kandungan logam dalam pangan (Pertiwi, 2018). Selain itu, berdasarkan penelitian (Afrilla and Puspikawati, 2021), sampel terasi udang yang diuji menggunakan *test strip* Pb positif karena melebihi batas maksimum sebesar 1 mg/kg (Afrilla and Puspikawati, 2021), serta kadar Cr pada sampel udang vaname dari 2 titik pengambilan sampel menunjukkan kadar diatas standar (> 0,4 mg/kg) (Andini and Ainayah, 2018).

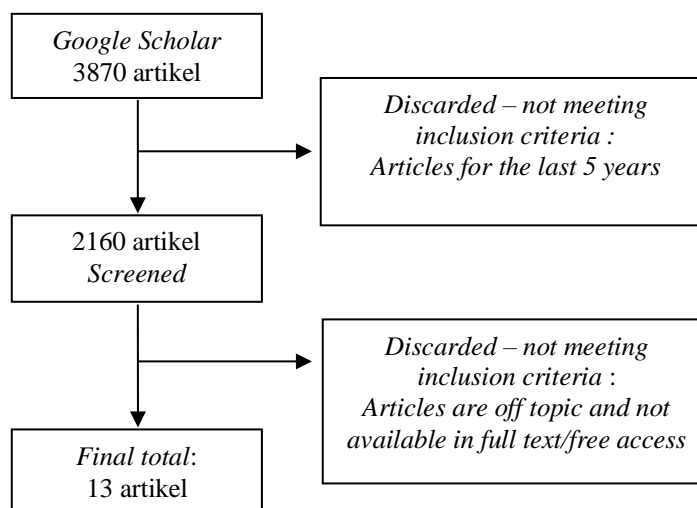
Masyarakat yang mengonsumsi udang yang mengandung logam berat akan mengalami dampak negatif bagi kesehatan, yakni keracunan kromium dapat berdampak pada saluran pernafasan, ginjal dan hati, yang menyebabkan iritasi hidung, ulkus hidung, kanker paru, asma dan hipersensitivitas (Kurniawati, Hartini and Romadhoni, 2021). Sedangkan efek timbal terhadap kesehatan adalah dapat mengganggu sistem reproduksi pria dengan menurunkan kualitas semen pada pria. Bila konsentrasi timbal dalam darah lebih besar dari 20 µg/dl dapat menurunkan hemoglobin dan meningkatkan risiko anemia. Minarti, Setiani, & Joko (2015) menyatakan bahwa 84,8% pekerja dalam pengecoran logam menderita gangguan fungsi hati (Dian Yuni Pratiwi, 2020).

Berdasarkan dampak negatif dari beberapa logam berat tersebut dan adanya penelitian terdahulu pada udang yang positif mengandung logam berat. Untuk itu, diperlukan penelitian berbasis studi literatur terkait cemaran logam berat pada udang di Indonesia. Sehingga dapat memberikan sinyal peringatan kepada masyarakat untuk selalu berhati-hati dan waspada terhadap produk udang yang akan mereka konsumsi.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *literatur review* yaitu penelitian dengan melakukan telaah terhadap beberapa artikel baik nasional maupun internasional. Proses *literatur review* memiliki 5 langkah, yakni diawali dari pencarian literatur yang relevan, setelah itu dilakukan *screening* isi dari sumber-sumber yang didapat, kemudian membuat *summary* terhadap masing-masing sumber. Setelah itu, penulisan *literatur review* dapat dimulai dan dapat digali dengan mencari kesamaan-ketidaksamaan, memberikan pandangan, membandingkan, serta meringkas (Afrianto, 2019).

Penelusuran literatur dilakukan menggunakan *database* dari *Google Scholar* dengan kata kunci 'Cemaran' dan 'Logam Berat', dan 'Udang'. Dari hasil penelusuran menggunakan kata kunci tersebut didapatkan artikel sebanyak 3870 artikel. Dari 3870 artikel dilakukan penyesuaian kriteria inklusi yakni terbitan 5 tahun terakhir yakni dari tahun 2017 hingga tahun 2022 dan didapatkan 2160 artikel. Selanjutnya artikel tersebut di-*screening* kembali sesuai dengan kriteria inklusi yakni melalui isi apakah sudah sesuai dengan topik terkait serta apakah artikel tersedia dalam bentuk *full text* dan *free access*, sehingga didapatkan 13 artikel yang digunakan untuk *literatur review*. Selain itu juga digunakan jurnal nasional maupun internasional sebagai penguat literatur dengan terbitan 15 tahun terakhir.



Gambar 1. Data Collection Stage

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Penelitian Cemaran Logam Berat Pada Udang

No	Peneliti dan Tahun	Judul dan Sampel Penelitian	Metode	Hasil dan Kesimpulan
<b>Logam Berat Merkuri (Hg)</b>				
1	(Silalahi, Marpaung and Supartiningsih, 2020)	Analisa Cemaran Logam <b>Merkuri</b> Pada Ikan Air Laut Dan Udang Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : - <b>Sampel</b> : Ikan air laut (Ikan Hiu, Kembung, Salmon, Tuna, Kakap Merah, dan Udang Putih) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kadar merkuri pada udang putih sebesar $0,4289 \pm 0,0813$ mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Hasil analisa merkuri pada udang putih masih aman konsumsi begitupula pada sampel ikan air laut yang lain yakni memenuhi batas maksimum cemaran logam berat yang ditentukan SNI sebesar 0,5 mg/kg
2	(Zuhairiah, Sitompul and Elly, 2019)	Analisa Cemaran Logam <b>Merkuri</b> Pada Ikan Air Tawar Dan Udang Air Tawar Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : - <b>Sampel</b> : Ikan air tawar (Ikan Bawal Putih, Lele, Patin, Mujair, Nila, dan Udang Galah) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kadar merkuri pada udang galah sebesar $0,3928 \pm 0,0521$ mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Hasil analisa merkuri pada udang galah masih aman dikonsumsi bergitupula dengan sampel ikan air tawar yang lain yakni dibawah 0,5 mg/kg yang memenuhi batas maksimum cemaran logam berat yang ditentukan SNI
3	(Dewi, 2022)	Analisis Cemaran Logam Berat Arsen, Timbal, Dan <b>Merkuri</b> Pada Makanan Di Wilayah Kota Surabaya Dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Surabaya dan Sidoarjo <b>Sampel</b> : 16 sampel makanan (Kerang, Ikan Kakap, Pindang, Patin, Udang, Lele, Bandeng, Mentega, Tongkol, Keong Sawah, Garam, MP-ASI rasa pisang, Ikan Kakap, Teri, Tunai, Mujair, dan Nila) <b>Metode Uji</b> : Kualitatif (Uji warna)	<b>Hasil</b> : Hasil uji warna pada udang bernilai negatif merkuri (warna putih) <b>Kesimpulan</b> : Hasil analisis merkuri pada 14 sampel makanan di Surabaya dan Sidoarjo, termasuk udang negatif merkuri, dilihat berdasarkan uji perubahan warna, dan 2 sampel yakni kerang dan keong sawah yang positif merkuri yakni ada perubahan warna menjadi hijau sampai coklat keruh atau masing-masing mengandung merkuri sebanyak 0,005 ppm namun masih dibawah batas aman SNI
<b>Logam Berat Timbal (Pb)</b>				
4	(Putri, Fitriyanti and Emilia, 2019)	Analisis Kandungan <b>Timbal (Pb)</b> pada Udang Putih ( <i>Penaeus merguensis</i> ) sebagai Kontribusi Perhitungan <i>Ocean Health Index</i> (OHI)	<b>Desain</b> : Metode survey langsung (data primer) <b>Lokasi</b> : Perairan Sungsang, Desa Sungsang I, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan <b>Sampel</b> : sampel air sungai 2 liter, sampel sedimen 500 gr, sampel udang putih secara acak 5 ekor (sampel masing-masing diambil dari 3 titik di perairan Sungsang) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Pb pada air dari 3 stasiun terpilih berkisar antara 0,094-0,117 mg/L, kandungan Pb pada sedimen berkisar antara 24,445-25,252 mg/Kg, dan kandungan Pb pada udang putih 0,711-0,932 (mg/Kg). <b>Kesimpulan</b> : Kandungan logam berat timbal pada air dan sedimen di bawah batas yang ditetapkan, sedangkan kandungan timbal pada udang putih di atas batas yang ditetapkan BPOM RI
5	(Jannah and Triajie, 2020)	Analisis Kandungan <b>Timbal (Pb)</b> Udang Rebon ( <i>Acetes Sp</i> ) Hasil Tangkapan Di Perairan Soccah Kabupaten Bangkalan	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional (setiap bulan ambil sekali selama 3 bulan)</i> <b>Lokasi</b> : Perairan Soccah Kabupaten bangkalan <b>Sampel</b> : Udang Rebon (1 gram/stasiun) dan sampel air (2 stasiun)	<b>Hasil</b> : Kandungan timbal pada air dan udang rebon di stasiun 1 adalah masing-masing 0,021-0,032 mg/l dan 0,154-0,165 mg/kg, sedangkan di stasiun 2 kandungan timbal pada air dan udang rebon masing-masing berkisar pada 0,013-0,024 mg/l dan 0,163-0,174 mg/kg

			<b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Kesimpulan</b> : Kadar Pb pada sampel air telah melebihi ambang batas yaitu 0,008 mg/l yang berarti air telah tercemar timbal, sedangkan sampel udang rebon masih aman dikonsumsi karena kadarnya masih dibawah 0,5 mg/kg.
6	(Komalasari <i>et al.</i> , 2019)	Bioakumulasi Logam Berat <b>Pb</b> dan Cu terhadap <i>Penaeus merguensis</i> di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam Kecamatan Parittiga <b>Sampel</b> : Berasal dari 3 stasiun, sampel yang diteliti berupa Air (50 ml), Sedimen (3 gram), dan <i>Penaeus merguensis</i> (1-2 gram) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Pb pada air laut berkisar 0,1042-0,1748 mg/L, kandungan Pb sedimen laut berkisar rata-rata 7,15-7,73mg/kg, dan kandungan Pb <i>Penaeus merguensis</i> berkisar antara Pb (1,34-1,54 mg/kg) <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Pb air laut telah melebihi ambang batas pada air yaitu >0,008 mg/l yang berarti air telah tercemar timbal, hal ini juga terjadi pada sampel <i>Penaeus merguensis</i> yangtelah melebihi batas aman konsumsi karena kandungan Pb > 0,5 mg/kg.
7	(Lestari, Junardi and Rousdy, 2018)	Konsentrasi <b>Timbal (Pb)</b> pada Daging Udang Hasil Tangkapan Nelayan di Desa Jungkat Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Pasar Jungkat, Desa Jungkat Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah <b>Sampel</b> : <i>Purposive sampling</i> (udang yang selalu ada saat penelitian berlangsung yakni selama 3x pengulangan, total berat sampel udang sebesar 150 gram) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Jenis udang yang didapatkan adalah sebanyak 3 spesies, yaitu udang dogol, udang krosok, dan udang putih. Kandungan Pb pada bulan April dan Mei sebanyak 0,039 mg/kg pada seluruh jenis udang, sedangkan pada bulan Juni kandungan Pb pada udang dogol 0,073 mg/kg dan udang krosok serta udang putih sebesar 0,065 mg/kg. <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Pb pada tiga jenis udang adalah rendah yakni dibawah ambang batas cemaran 0,5 mg/kg menurut SNI.
8	(Octavianus <i>et al.</i> , 2018)	Analisis Kadar Logam <b>Pb, Mn, Dan</b> Kandungan Protein Pada Daging Udang Windu ( <i>Penaeus Sp.</i> ) Yang Diambil Di Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Di Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa <b>Sampel</b> : Udang windu ( <i>Penaeus sp</i> ) dengan 3 jenis ukuran (Besar, Kecil, Sedang) dari 3 titik pengambilan <b>Metode Uji</b> : - Uji Timbal: AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> ) - Uji protein : Metode Kjedhal	<b>Hasil</b> : Hasil analisis kadar logam Pb pada udang windu (3 ukuran) dari titik satu memiliki rerata sebesar 0,566 mg/L, titik dua dengan rerata sebesar 0,790 mg/L, dan titik tiga memiliki rerata sebesar 0,876 mg/L <b>Kesimpulan</b> : Kadar Pb pada udang windu menunjukkan kadar diatas batas aman SNI serta terdapat hubungan positif antara kandungan Pb dan kandungan protein pada udang, karena udang yang terpapar logam berat akanmensintesa protein yang berfungsi sebagai antibodi dalam jumlah yang lebih banyak agar dapat bertahan hidup pada lingkungan yang tercemar.
9	(Pertwi, 2018)	The Content Of <b>Lead, Cadmium, Cuprum, And Zinc</b> In Anchovy ( <i>Stolephorus Sp</i> ) And White Shrimps ( <i>Penaeus Merguensis</i> ) In Kao Bay Of North Halmahera	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Teluk Kao <b>Sampel</b> : Ikan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) dan udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Pb pada udang putih adalah 4,96 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Pb pada udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) dan dan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) telah melebihi batasmaksimum kandungan logam dalam pangan.
10	(Dewi, 2022)	Analisis Cemaran Logam Berat Arsen, <b>Timbal</b> , Dan Merkuri	<b>Desain</b> : <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi</b> : Surabaya dan Sidoarjo <b>Sampel</b> : 16 sampel makanan	<b>Hasil</b> : Hasil uji warna pada udang bernilai negatif timbal (warna kuning)

		Pada Makanan Di Wilayah Kota Surabaya Dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur	(Ikan Dori, Minuman Kaleng Berkarbonasi, Terasi, Ikan Asin, Pindang, Sarden, Mujair, Tuna, Ote-ote, Bayam, Kerang, Tongkol, Udang, Hati Ayam, Kornet, dan Kecap) sebanyak 5-10 gram/sampel <b>Metode Uji</b> : Kualitatif (Uji Warna)	<b>Kesimpulan</b> : Hasil analisis timbal pada 15 sampel makanan di Surabaya dan Sidoarjo, termasuk udang negatif timbal, dilihat berdasarkan uji warna, dan terdapat 1 sampel yakni terasi yang positif timbal yakni ada perubahan warna menjadi merah muda pekat
11	(Yusni and Setiani, 2019)	Heavy Metal Cadmium (Cd) And Lead (Pb) In Vaname Shrimp ( <i>Litopenaeus Vannamei</i> ) Collected From Traditional Markets In Medan City, Indonesia	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Pasar Tradisional Kota Medan <b>Sampel</b> : Udang Vaname seberat 5 gr dari 6 pasar terpilih <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Pb pada udang vaname dari 6 pasar berkisar antara 0,003-0,019 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Pb pada sampel udang vaname tergolong rendah berdasarkan batas maksimum BPOM, WHO, dan UNI EROPA masing-masing Pb 0,2 mg/kg, 0,5 mg/kg, dan 2 mg/kg. Sehingga, udang vanametersebut masih aman dan layak konsumsi.
12	(Afrilla and Puspikawati, 2021)	Uji Kandungan Pencemaran Timbal Pada Hasil Laut di Kabupaten Banyuwangi	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Kabupaten Banyuwangi <b>Sampel</b> : Jenis olahan laut dan makanan kaleng (Total sampel 15 : kerang kijing, ikan mernying (3 tempat), ikan laut, terasi udang, tempura, cumi-cumi, kupang, kerang (2 tempat), pindang melijo, sarden, udang putih, dan tuna). Pengambilan sampel secara acak pada penjual dan pasar tradisional <b>Metode Uji</b> : <i>Rapid Test Kit Pb</i>	<b>Hasil</b> : Berdasarkan hasil <i>test strip</i> Pb, kandungan Pb pada udang putih bernilai negatif <b>Kesimpulan</b> : Dari 15 sampel yang telah diuji menggunakan <i>test strip</i> Pb hanya satu yang positif yakni pada sampel terasi udang karena melebihi batas maksimum sebesar 1 mg/kg.
<b>Logam Berat Kadmium (Cd)</b>				
13	(Putri, Dahlianah and Emilia, 2021)	Analisis Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Udang Putih ( <i>Penaeus merguensis</i> ) di Perairan Sungsang Provinsi Sumatera Selatan	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Perairan Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan <b>Sampel</b> : Sedimen 500 gr dan udang putih 5 ekor (ambil acak) dari 3 stasiun <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Konsentrasi logam berat Cd pada sedimen dari 3 titik Perairan Sungsang adalah rata-rata sebesar 0,173 mg/kg (Memenuhi standar baku logam berat pada sedimen) sedangkan konsentrasi logam berat Cd pada udang putih dari 3 titik Perairan Sungsang adalah rata-rata sebesar 0,126 mg/kg (masih aman, belum melampaui standar baku mutu yang ditetapkan) <b>Kesimpulan</b> : Konsentrasi logam berat Cd pada sedimen maupun udang putih di Perairan Sungsang masih aman (masih memenuhi dan belum melebihi batas yang ditetapkan oleh BPOM RI)
14	(Yusni and Setiani, 2019)	Heavy Metal Cadmium (Cd) And Lead (Pb) In Vaname Shrimp ( <i>Litopenaeus Vannamei</i> ) Collected From Traditional Markets In Medan City, Indonesia	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Pasar Tradisional Kota Medan <b>Sampel</b> : Udang Vaname seberat 5 gr dari 6 pasar terpilih <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Cd pada udang vaname dari 6 pasar berkisar antara 0,004-0,011 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Cd pada sampel udang vaname tergolong rendah berdasarkan batas maksimum BPOM, WHO, dan UNI EROPA masing-masing Cd 0,1 mg/kg, 0,5 mg/kg, dan 2 mg/kg. Sehingga udang vanametersebut masih aman dan layak konsumsi.
15	(Pertiwi, 2018)	The Content Of Lead, Cadmium, Cuprum,	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Teluk Kao	<b>Hasil</b> : Kandungan Pb pada udang putih adalah 1,80 mg/kg

	And Zinc In Anchovy ( <i>Stolephorus Sp</i> ) And White Shrimps ( <i>Penaeus Merguensis</i> ) In Kao Bay Of North Halmahera	<b>Sampel</b> : Ikan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) dan udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Kesimpulan</b> : Kandungan Cd pada udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) dan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) telah melebihi batasmaksimum kandungan logam pada pangan.
<b>Logam Berat Chromium (Cr)</b>			
16	(Andini and Ainiyah, 2018) Hubungan Kadar Cr dalam Air Tambak Terhadap Cr Pada Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ), Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) dan Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) di Kawasan Jabon Sidoarjo	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Jabon Sidoarjo <b>Sampel</b> : Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ), Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) dan Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) dari 5 lokasi yang berbeda (T1, T2, T3, T4, dan T5) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kadar Cr pada udang vaname dari 5 lokasi yang berbeda (T1-T5) adalah sebagai berikut 0,244 mg/kg, 0,081 mg/kg, 0,532 mg/kg, 0,342 mg/kg, dan 0,461 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kadar Cr pada sampel udang vaname dari T3 dan T5 menunjukkan kadar diatas standar (> 0,4 mg/kg) namun pada sampel T1, T2, dan T4 masih berada pada standar aman (<0,4 mg/kg), sedangkan kadar Cr pada ikan nila dan ikan bandeng sesuai dengan standar karena berada pada kadar <0,0004 mg/kg
<b>Logam Berat Arsen (As)</b>			
17	(Dewi, 2022) Analisis Cemaran Logam Berat Arsen, Timbal, Dan Merkuri Pada Makanan Di Wilayah Kota Surabaya Dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Surabaya dan Sidoarjo <b>Sampel</b> : 16 sampel makanan (Susu formula, Pemen kopi, Hati ayam, MP-Asi Biskuit, MP-ASI bubuk instan, Tomat, Coklat bubuk, Kerang, Cumi-cumi, Kecap, Sereal, Ice Cream, Susu, Tepung terigu, Udang, Saos sambal) sebanyak 5-10 gram/sampel <b>Metode Uji</b> : Kualitatif (Uji Warna)	<b>Hasil</b> : Hasil uji warna pada udang bernilai negatif arsen (warna putih) <b>Kesimpulan</b> : Hasil analisis arsen pada 16 sampel makanan di Surabaya dan Sidoarjo, termasuk udang negatif timbal, dilihat berdasarkan uji warna
<b>Logam Berat Tembaga (Cu)</b>			
18	(Komalasari et al., 2019) Bioakumulasi Logam Berat Pb dan Cu terhadap <i>Penaeus merguensis</i> di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam Kecamatan Parittiga <b>Sampel</b> : bersala dari 3 stasiun, sampel yang diteliti berupa Air (50 ml), Sedimen (3 gram), dan <i>Penaeus merguensis</i> (1-2 gram) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Rerata kandungan Cu pada air yaitu 0,00013-0,00021 mg/L, Rerata kandungan Cu pada sedimen laut berkisar 0,00160-0,00219 mg/kg, sedangkan rerata kandungan Cu pada <i>Penaeus merguensis</i> berkisar antara 0,00030-0,00045 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Cu pada <i>Penaeus merguensis</i> masih aman dikonsumsi (dibawah batas maksimum Cu yakni 0,3 mg/kg)
19	(Pertiwi, 2018) The Content Of Lead, Cadmium, <b>Cuprum</b> , And Zinc In Anchovy ( <i>Stolephorus Sp</i> ) And White Shrimps ( <i>Penaeus Merguensis</i> ) In Kao Bay Of North Halmahera	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Teluk Kao <b>Sampel</b> : Ikan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) dan udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) <b>Metode Uji</b> : AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil</b> : Kandungan Cu pada udang putih adalah 29,23 mg/kg <b>Kesimpulan</b> : Kandungan Cu pada udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) dan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) telah melebihi batasmaksimum kandungan logam dalam pangan.
<b>Logam Berat Mangan (Mn)</b>			
20	(Octavianus et al., 2018) Analisis Kadar Logam Pb, Mn, Dan Kandungan Protein Pada Daging Udang Windu ( <i>Penaeus Sp.</i> ) Yang Diambil Di	<b>Desain</b> : Cross Sectional <b>Lokasi</b> : Di Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa <b>Sampel</b> : Udang windu ( <i>Penaeus sp</i> ) dengan 3 jenis	<b>Hasil</b> : Hasil analisis kadar logam Mn pada udang windu (3 ukuran) dari titik satu memiliki rerata sebesar 0,463 mg/L, titik dua dengan rerata sebesar 0,738 mg/L, dan titik tiga memiliki rerata

	Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa	ukuran (Besar, Kecil, Sedang) dari 3 titik pengambilan <b>Metode Uji :</b> - Uji Timbal: AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> ) - Uji protein : Metode Kjedhal	sebesar 0,905 mg/L <b>Kesimpulan :</b> Kadar Mn pada udang windu menunjukkan nilai aman, dibawah batas aman BSN (<5 ppm) serta terdapat hubungan positif antara kandungan Mn dan kandungan protein pada udang, karena udang yang terpapar logam berat akan mensintesa protein yang berfungsi sebagai antibodi dalam jumlah yang lebih banyak agar dapat bertahan hidup pada lingkungan yang tercemar.
<b>Logam Berat Zinc (Zn)</b>			
21	(Pertiwi, 2018) The Content Of Lead, Cadmium, Cuprum, And Zinc In Anchovy ( <i>Stolephorus Sp</i> ) And White Shrimps ( <i>Penaeus Merguensis</i> ) In Kao Bay Of North Halmahera	<b>Desain :</b> <i>Cross Sectional</i> <b>Lokasi :</b> Teluk Kao <b>Sampel :</b> Ikan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) dan udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) <b>Metode Uji :</b> AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	<b>Hasil :</b> Kandungan Zn pada udang putih adalah 82,68 mg/kg <b>Kesimpulan :</b> Kandungan Zn pada udang putih ( <i>P. marguensis</i> ) dan teri ( <i>Stolephorus sp</i> ) masih dalam batas aman maksimum kandungan logam dalam pangan.

### Gambaran Cemaran Logam Berat Pada Udang di Indonesia

*Literatur review* ini akan membahas cemaran logam berat (Hg, Pb, Cd, Cu, As, Mn, Zn) pada udang, baik yang hidup di air tawar maupun air laut, yang berasal dari berbagai jenis : udang putih, udang rebon, udang galah, dan udang vaname. Metode yang digunakan dalam melakukan uji logam berat dapat menggunakan uji kualitatif (*rapid test kits* atau uji warna) dan uji kuantitatif dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Cemaran logam berat Merkuri (Hg) pada udang di beberapa wilayah di Indonesia, salah satunya berada di wilayah Surabaya dan Sidoarjo Provinsi Jawa Timur (Dewi, 2022). Hasil Uji merkuri pada udang menunjukkan hasil negatif merkuri yakni tidak ada perubahan warna pink kebiruan/keunguan atau bisa dikatakan kadar merkuri <0,5 mg/kg. Penelitian uji merkuri menggunakan metode kualitatif (Uji warna/*Rapid Test Kits*) maupun metode kuantitatif (AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)) (Dewi, 2022), (Silalahi, Marpaung and Supartiningsih, 2020), (Zuhairiah, Sitompul and Elly, 2019).

Selanjutnya untuk cemaran logam berat Timbal (Pb) pada udang, peneliti menemukan sembilan penelitian terdahulu. Sebaran wilayah penelitian cemaran Pb pada udang terdapat pada Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Bangka Barat Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara, Surabaya dan Sidoarjo, Kota Medan Provinsi Sumatera Utara, Serta Kabupaten Banyuwangi. Sebaran penelitian telah mencakup Pulau Jawa, Kalimantan, Sumatera, dan Papua.

Berdasarkan hasil review dapat diketahui bahwa uji Pb pada udang menggunakan uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) maupun uji warna atau *Rapid Test Kit Pb*. Udang yang mengalami positif Pb atau kadar berada >0,5 mg/kg yakni pada penelitian (Putri, Fitriyanti and Emilia, 2019), (Komalasari *et al.*, 2019), (Octavianus *et al.*, 2018), (Pertiwi, 2018), yang masing-masing melakukan penelitian di Perairan Sungsang Desa Sungsang I Kabupaten Banyuasin Sumatra Selatan, Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam Kecamatan Parittiga Kecamatan Bangka Barat Kepulauan Bangka Belitung, Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa Kabupaten Kutai Kartanegara, dan Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara.

Sedangkan udang yang negatif Pb atau kadar <0,5 mg/kg adalah pada penelitian (Jannah and Triajie, 2020), (Lestari, Junardi and Rousdy, 2018), (Dewi, 2022), (Yusni and Setiani, 2019), (Afrilla and Puspikawati, 2021) yang masing-masing melakukan penelitian di Perairan Soccah Kabupaten Bangkalan, Desa Jungkat Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat, Surabaya dan sidoarjo, Medan, dan Banyuwangi.

Kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada udang dapat diketahui menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), peneliti menemukan tiga penelitian terdahulu, dan didapatkan hasil bahwa kandungan Cd pada udang masih aman <0,1 mg/kg yaitu pada penelitian (Yusni and Setiani, 2019) di Kota Medan, sedangkan untuk sampel udang yang positif Cd atau memiliki kandungan Cd >0,1 mg/kg terdapat pada penelitian (Putri, Dahlianah and Emilia, 2021) di Perairan Sungsang Desa Sungsang I Kabupaten Banyuasin Sumatra Selatan meskipun kandungan Pb masih memenuhi batas aman dan (Pertiwi, 2018) di Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara. Sebaran penelitian di Pulau Sumatra dan Papua.



Selanjutnya adalah kandungan logam berat Kromium (Cr) pada udang, peneliti hanya menemukan satu penelitian terkait, yakni pengujian Cr pada udang menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Kecamatan Jabon Sidoarjo, dan didapatkan hasil bervariasi meskipun masih dalam satu kecamatan, yakni dari total 5 lokasi yang diambil, terdapat 2 lokasi yang sampel udangnya bernilai positif Cr ( $> 0,4$  mg/kg) (Andini and Ainiyah, 2018). Penelitian yang membahas analisis cemaran logam berat Arsen (As) pada udang ditemukan dalam satu penelitian saja yakni Dewi (2022) yang melakukan penelitian di Surabaya dan Sidoarjo, menggunakan metode kualitatif (uji warna) dan didapatkan hasil negatif As pada udang.

Kandungan logam berat Tembaga (Cu) pada udang dengan menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), berdasarkan penelitian Komalasari et al (2019) di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam Kecamatan Parittiga Kabupaten Bangka Barat Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, didapatkan hasil kandungan Cu pada udang masih aman dikonsumsi ( $<0,03$  mg/kg), sedangkan pada penelitian Pertiwi (2018) di Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara, didapatkan hasil yang positif Cu karena sampel udang memiliki kandungan Cu  $>0,03$  mg/kg (Pertiwi, 2018).

Kandungan Mangan (Mn) pada udang berdasarkan penelitian (Octavianus et al., 2018) di Perairan Sungai Dondang Kecamatan Muara Jawa Kabupaten Kutai Kartanegara, dengan menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) didapatkan hasil bahwa Mn pada sampel udang di bawah batas maksimum BSN yakni  $<5$  ppm (Sari et al., 2017). Penelitian (Pertiwi, 2018) yang membahas tentang kandungan Zn pada udang di Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) didapatkan hasil bahwa sampel udang masih aman dikonsumsi karena kandungan Zn  $<100$  mg/kg (Pertiwi, 2018).

Adanya variasi hasil uji logam berat pada sampel udang dari 13 penelitian terdahulu, dapat memberikan suatu wawasan, bahwa ada tidaknya cemaran logam berat pada udang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, artinya tidak semua udang di lautan memiliki potensi tinggi terhadap cemaran logam berat, begitupun tidak semua udang di air tawar memiliki potensi rendah terhadap cemaran logam berat. Hal ini sejalan dengan penelitian (Tang et al., 2010) yang mana dalam penelitian tersebut membandingkan kandungan logam berat pada Muara Sungai Yellow dan Teluk Hangzhou. Perbedaan kandungan logam berat disebabkan oleh adanya substansi dan sedimen, serta emisi polutan yang terbawa dari muara Sungai Yellow ke Teluk Hangzhou, maupun dipengaruhi oleh sifat kimia seperti salinitas air laut, suhu, dan arus pasang surut. Kandungan logam berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Hg) di Muara Sungai Kuning jauh lebih rendah daripada di Teluk Jiaozhou hal ini disebabkan karena Teluk Jiaozhou adalah teluk semi tertutup, dikelilingi oleh Kota Qingdao, selain itu pertukaran air di Teluk Jiaozhou lambat, dan kapasitas pemurnian diri relatif buruk, jadi kandungan logam berat jauh lebih tinggi daripada di Sungai Yellow (Tang et al., 2010).

Selain itu juga dilakukan perbandingan kandungan logam berat pada Sungai Kuning dengan Laut Bohai China, yang mana kandungan logam berat (Cu, Pb, dan Hg) di Sungai Kuning jauh lebih rendah daripada di Laut Bohai, namun ada beberapa kandungan logam berat (Zn dan Cd) yang lebih tinggi di Sungai Yellow daripada di Laut Bohai (Tang et al., 2010).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi hasil kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, Mn, Cu, As, dan Zn) pada sampel udang dengan di beberapa wilayah di Indonesia, meskipun hasil belum mewakili semua daerah di Indonesia. Sampel udang yang positif maupun negatif logam berat tertentu, dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Masyarakat dihimbau tetap terus berhati-hati yakni dengan selalu mengolah udang sebelum dikonsumsi dengan baik dan benar.

## ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada para peneliti terdahulu yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan barusehingga penulis dapat melakukan *literatur review* dengan baik dan benar, serta kepada semua pihak yang turut serta membantu dalam penulisan *literatur review* ini.

## REFERENSI

- Afrianto, I. (2019) 'Studi pustaka literatur review', *Teknik Informatika – Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) - Bandung*, pp. 19–40.
- Afrilla, O. and Puspikawati, S.I. (2021) 'Uji Kandungan Pencemaran Timbal Pada Hasil Laut Di Kabupaten Banyuwangi Test', *Ikesma*, 17(2), p. 96. doi:10.19184/ikesma.v.
- Andini, A. and Ainiyah, S.D. (2018) 'Hubungan Kadar Cr dalam Air Tambak terhadap Cr Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kawasan Jabon Sidoarjo', *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 1(1), p. 7.

doi:10.21070/medicra.v1i1.1547.

- Dayal, J.S. *et al.* (2013) 'Shrimps - a nutritional perspective', *Current Science*, 104(11), pp. 1487–1491.
- Dayal, J.S., Ponniah, A.G. and Ambasankar, K. (2007) "' Shrimp as health food -A dvisory fact sheet '", *e-Publication Series*, (15), pp. 1–11.
- Dewi, E.R. (2022) 'Analisis Cemaran Logam Berat Arsen, Timbal, dan Merkuri pada Makanan di Wilayah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur', *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 18(1), pp. 1–9. doi:10.19184/ikesma.v18i1.20529.
- Dian Yuni Pratiwi (2020) 'Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia', *Jurnal Akuatek*, 1(1), pp. 59–65.
- Jannah, R. and Triajie, H. (2020) 'Analisis Kandungan Timbal (Pb) Udang Rebon (Acestes sp) Hasil Tangkapan di Perairan Soccah Kabupaten Bangkalan', *Juvenil*, 1(4), pp. 540–547.
- KKP (2018) *Profil Peluang Investasi Komoditas Udang*. Jakarta.
- Komalasari, A. *et al.* (2019) 'Bioakumulasi Logam Berat Pb dan Cu terhadap *Penaeus merguensis* di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam', *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(1), p. 1. doi:10.14710/jkt.v22i1.3727.
- Kurniawati, E., Hartini, I.S. and Romadhoni, M.R. (2021) 'Edukasi Bahaya Kromium Dalam Kehidupan Sehari-hari', (1), pp. 110–114.
- Lestari, D.A., Junardi and Rousdy, D.W. (2018) 'Konsentrasi Timbal ( Pb ) pada Daging Udang Hasil Tangkapan Nelayan di Desa Jungkat Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah', *Protobiont*, 7(1), pp. 20–24.
- Novianto, R.T.W.D. *et al.* (2012) 'Analisis Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Udang Putih (*Penaeus merguensis*) di Pantai Gesek Sedati Sidoarjo', *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 1(2), pp. 63–66. Available at: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/196>.
- Octavianus, R. *et al.* (2018) 'Analisis Kadar Logam Pb, Mn Dan Kandungan Protein Pada Daging Udang Windu (*Penaeus Sp.*) Yang Diambil Di Perairan Sungai Dondang, Muara Jawa Analysis Of Concentration On Metal Concentration Of Pb, Mn And Protein Content In Windu Shrimp's Meat (*Penaeus sp.*)', *Jurnal Atomik*, 03(1), pp. 47–53.
- Perikanan, K.K. dan (2019) *Peluang Usaha dan Investasi Udang Vaname*. Jakarta.
- Pertiwi, R.T.A. (2018) 'The Content Of Lead, Cadmium, Cuprum, And Zinc In Anchovy (*Stolephorus Sp*) And White Shrimps (*Penaeus Merguensis*) In Kao Bay Of North Halmahera', *Aquasains*, 6(2), p. 597. doi:10.23960/aqs.v6i2.p597-604.
- Putri, Y.P., Dahlianah, I. and Emilia, I. (2021) 'Analisis Kandungan Logam Berat Cadmium ( CD ) pada Udang Putih ( *Penaeus merguensis* ) di Perairan Sungsang Provinsi Sumatera Selatan', 19(2), pp. 59–64.
- Putri, Y.P., Fitriyanti, R. and Emilia, I. (2019) 'Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Udang Putih (*Penaeus merguensis*) sebagai Kontribusi Perhitungan Ocean Health Index (OHI)', *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), p. 58. doi:10.35580/sainsmat82107202019.
- Rini, T. and Lestari, P. (2020) 'Penyelenggaraan Keamanan Pangan sebagai Salah Satu Upaya Perlindungan Hak Masyarakat sebagai Konsumen', 11(1), pp. 57–72. doi:10.22212/aspirasi.v11i1.1523.
- Sari, A. *et al.* (2017) 'Kajian Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) Dan Mangan (Mn) Pada Ikan Teri Kering (*Stolephorus Sp.*) Di Pesisir Teluk Lampung Secara Spektrofotometri Serapan Atom', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 2(02), pp. 79–87. Available at: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/analit/article/view/1595>.
- Silalahi, Y.C.E., Marpaung, J.K. and Supartiningsih (2020) 'Analisa Cemaran Logam Merkuri Pada Ikan Air Laut dan Udang Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)', *Farmanesia*, 7(2), pp. 15–18.
- Tang, A. *et al.* (2010) 'Distribution characteristics and controlling factors of soluble heavy metals in the Yellow River estuary and adjacent sea', *Procedia Environmental Sciences*, 2(5), pp. 1193–1198. doi:10.1016/j.proenv.2010.10.129.
- Vahabzadeh, M. *et al.* (2013) 'Mercury contamination of fish and shrimp samples available in markets of Mashhad, Iran', *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 91(3), pp. 267–271. doi:10.1007/s00128-013-1068-6.
- Yusni, E. and Setiani, T.P. (2019) 'Heavy Metal Cadmium (Cd) And Lead (Pb) In Vaname Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Collected From Traditional Markets In Medan City, Indonesia', *Aquasains*, 7(2), p. 707. doi:10.23960/aqs.v7i2.p707-714.
- Zottola, E.A. (1978) 'Food-borne disease.', *The Journal of the Medical Society of New Jersey*, 75(13), pp. 937–938.
- Zuhairiah, Sitompul, E. and Elly, S. (2019) 'Analisa Cemaran Logam Berat Merkuri Pada Ikan Air Tawar dan Udang Air Tawar Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)', *Farmanesia*, 6(1), pp. 41–44.