

Kandungan logam Timbel (Pb) pada kerang simping (*Placuna placenta*) dan potensi indeks kondisi (IK) sebagai biomarker morfologi untuk mendeteksi logam pencemar

The concentration of lead in windowpane oyster (*Placuna placenta*) and potential of condition index as a morphological biomarker to detect metal pollution.

Khusnul Yaqin¹✉ dan Liestiaty Fachruddin¹

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Perikanan, FIKP, Universitas Hasanuddin

¹Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, 90245

✉corresponding author: khusnul@gmail.com

Abstrak

Sebagai *filter-feeder*, kerang simping, *Placuna placenta*, yang hidup menetap di dasar perairan sangat tepat untuk dijadikan sebagai *eco-sentinel organism* dalam biomonitoring perairan laut. Penelitian tentang kandungan logam Timbel (Pb) di dalam daging dan cangkang simping telah dilakukan di perairan Mandalle, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan. Seratus ekor kerang simping dikumpulkan dengan tangan di perairan pantai desa Mandalle dan dilakukan pengukuran morfometri yaitu panjang, tinggi dan lebar serta bobot keringnya untuk keperluan penentuan Indeks Kondisi (IK). Dari hasil analisis logam di dalam daging dan cangkang kerang ditemukan bahwa kandungan logam Pb masing-masing yaitu 0,021 dan 0,014 mg/kg BK (berat kering). Kandungan itu belum melampaui batas yang ditentukan oleh BPOM tahun 2009 Nomor Hk.00.06.1.52.4011 yaitu 1,5 mg/kg BK. Nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) atau ambang batas yang boleh dikonsumsi yaitu 7,79 kg/hari. Untuk kepentingan monitoring dengan menggunakan IK, nilai IK belum tampak berkorelasi secara signifikan dengan kandungan Pb yang ada di dalam daging maupun cangkang. Akan tetapi nilai koefisien korelasi kandungan Pb di dalam daging dengan IK masih lebih kuat dibandingkan dengan nilai korelasi kandungan Pb di cangkang. Kemungkinan untuk menjadikan IK kerang simping sebagai biomarker morfologi didiskusikan di makalah ini.

Kata kunci : *Placuna placenta*, logam timbel, MTI, biomarker morfologi

Abstract

As a filter feeder, windowpane oyster, *Placuna placenta*, which lives as a sedentary animal is very appropriate to be used as an *eco-sentinel organism* in marine bio-monitoring campaign. The study of lead (Pb) content in the tissue and shell of *P. placenta* was conducted in coastal waters of Mandalle, Pangkajene Kepulauan District, South Sulawesi. A hundred of oysters were collected from coastal waters of Mandalle. Morphometry parameters which were length, high, width, and dry weight of tissue were measured in the laboratory. Those parameters were used for determination of Condition Index (CI). Metal was analyzed by Atomic Absorption Spectrometry. The results showed that the contents of Pb in tissue and shell were 0.021 and 0.014 mg/kg DW (dry weight) respectively. The concentration of Pb in tissue was not overreach by BPOM 2009 Number Hk.00.06.1.52.4011 of 1.5 mg / kg DW (dry weight). After calculating Maximum Tolerable Intake (MTI), we found that MTI was 7.79 kg/day. In terms of marine monitoring campaign, we can theoretically use the CI as a morphological biomarker. After calculating the relationship between Pb in tissue and shell, we found that the value of CI was not correlated significantly with Pb content in tissue and shell. However, the correlation coefficient between Pb in tissue and CI was stronger than that in the shell. The potential of CI of windowpane oyster as a morphological biomarker was discussed.

Keywords: *Placuna placenta*, lead, MTI, morphological biomarker

Pendahuluan

Kerang simping (*Placuna placenta*) adalah kerang yang sejak dulu sudah dikenal memanfaatkan ekonomisnya. Selain dagingnya yang gurih, cangkang kerang yang transparan

telah lama digunakan sebagai kaca jendela. Oleh karena itu kerang ini dikenal dengan nama *windowpane oyster* disamping nama *capiz*. Hingga saat ini kulit kerang ini masih dijadikan sebagai pernak-pernik kerajinan tangan. Di Philipina kerang ini telah dieksploitasi secara intensif sehingga dikuatirkan terjadi *over* eksploitasi (Gallardo, 1995). Daging kerang simping dijadikan bahan pangan dan kulitnya dijadikan kerajinan yang diekspor ke manca negara seperti ke negara-negara Eropa. Di Goa India, mutiara ditemukan pada kerang simping yang hidup liar. Sekitar 35% kerang simping yang hidup liar mempunyai mutiara dalam ukuran antara 0.4 – 2 mm (Achuthankutty *et al.*, 1979).

Di Jawa Timur, daging kerang ini dijadikan kripik yang dikenal dengan nama griting simping. Di Kabupaten Gresik, griting simping mempunyai harga yang relatif mahal yaitu sekitar Rp 350.000 – 500.00/kg. Di pesisir wilayah Tangerang, simping juga dijadikan bahan pangan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Di Sulawesi Selatan kerang simping tidak sepopuler di wilayah Jawa. Hanya beberapa wilayah saja yang mengenal kerang simping ini sebagai bahan makanan, seperti di wilayah Kabupaten Pangkajene Kepulauan tepatnya di pesisir Desa Mandalle. Pemanfaatannya pun hanya sebatas dikonsumsi pada tingkat rumah tangga. Kerang simping belum dipasarkan secara massif.

Sebagaimana organisme kelompok bilvalvia, kerang simping hidup sebagai *filter feeder* yang hidup di dasar perairan berlumpur atau berpasir atau campuran dari keduanya. Sebagai *filter feeder* ia mempunyai fungsi ekologis sebagai penyaring partikel-partikel di dalam air. Partikel organik seperti plankton akan dimanfaatkan sebagai makanan dan partikel in-organik akan ditenggelamkan ke dasar perairan *sebagai pseudofaeces* yang akan menambah kesuburan perairan (Kiorboe & Mohlenberg, 1981; Foster-Smith 1975; Shumway *et al.*, 1985; Kooijman, 2006). Di sisi lain, kerang simping juga menyerap bahan-bahan pencemar seperti logam Timbel (Pb) yang masuk ke perairan sebagai akibat aktivitas antropogenik. Logam ini akan diserap dan diakumulasi di dalam daging dan cangkang.

Secara akademis kerang ini belum diteliti di Sulawesi Selatan untuk menunjang kepentingan pemanfaatannya sebagai organisme yang bernilai ekonomis dan juga ekologis penting. Sebagai bioakumulator bahan pencemar seperti logam Pb, kerang simping menarik untuk dikaji paling tidak dalam dua bidang kajian. Pertama kandungan logam seperti Pb di dalam daging dan cangkangnya. Kajian ini akan memberikan manfaat apakah seekor kerang simping yang hidup pada suatu wilayah pesisir layak dikonsumsi atau tidak. Kedua, potensi morfologi kerang simping dijadikan sebagai alat deteksi dini bahan pencemar atau yang dikenal dengan biomarker. Makalah ini akan mendiskusikan dua tema tersebut.

Bahan dan Metode

Bahan penelitian ini adalah kerang simping (*Placuna placenta*) yang hidup di perairan Mandalle Kabupaten Pangkajene Kepulauan (Pangkep), Sulawesi Selatan. Kerang simping dikumpulkan dari dasar perairan dengan tangan sebanyak kurang lebih 100 ekor. Panjang kerang yang dikumpulkan antara 93,3-126,3 mm. Selanjutnya kerang ditransportasi ke Laboratorium Produktifitas dan Kualitas Air Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin dan dilakukan pengukuran morfologinya yaitu panjang, lebar, tinggi, dan bobot daging kering.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel kerang simping, *Placuna placenta* di desa Mandalle, Kabupaten Pangkajene Kepulauan.

Untuk pengukuran kandungan timbel di dalam daging dan cangkang, kerang simping dikumpulkan setiap 20 ekor menjadi satu unit pengukuran untuk dianalisis logam timbelnya. Dengan cara itu dari 100 kerang diperoleh lima kelompok ukuran panjang kerang. Hal ini akan memudahkan dalam melakukan analisis korelasi. Logam Timbel diukur dengan alat *Atomic Absortion Spectrophotometer* (AAS).

Analisis Data

Ambang konsumsi daging kerang simping

Untuk menentukan ambang batas konsumsi mingguan atau harian terhadap daging kerang simping digunakan formula sebagai berikut:

$$\text{MWI} = \text{berat badan} \times \text{PTWI}$$

Keterangan: MWI = *Maximum Weekly Intake*; PTWI = *Provisional Tolerable Weekly Intake*; (asumsi berat badan adalah 60 kg; PTWI untuk Pb adalah 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan)

Untuk mengetahui berat maksimal daging kerang simping yang dapat dikonsumsi digunakan rumus MTI (*Maximum Torelabe Intake*) yaitu :

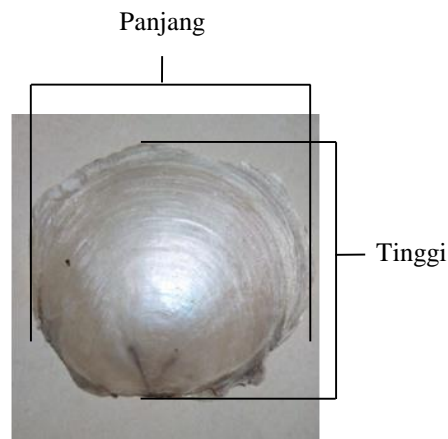
$$MTI = MWI / CT$$

Keterangan: CT = Konsentrasi logam pada jaringan kerang simping ($\mu\text{g/g}$)

Indeks kondisi kerang

Data morfologi seperti panjang, lebar dan tinggi serta bobot kering daging kerang merupakan data penting untuk membentuk apa yang disebut dengan *Condition Index* (Indeks Kondisi). Indeks Kondisi (IK) yang digunakan dalam penelitian ini adalah indeks kondisi menurut Lundebye *et al.* (1979)

$$CI = \text{Bobot kering daging} \times \left(\frac{1}{\text{Panjang}}\right) \times \left(\frac{\text{lebar}}{\text{tinggi}}\right)$$



Gambar 2. Konvensi pengukuran parameter morfologi kerang simping. Tinggi cangkang diukur dari umbo ke arah yang berlawanan dengan umbo pada pinggir cangkang. Panjang cangkang diukur tegak lurus dengan garis pengukuran tinggi. Lebar diukur pada punggung cangkang satu ke punggung cangkang yang lain (ketelaban dua tangkup cangkang) (Gosling, 2003).

Analisis korelasi

Sebelum dilakukan analisis korelasi, data pengukuran logam Pb dideteksi kemungkinan adanya pencilan data dengan menggunakan analisis explorer yang disediakan oleh program SPSS 17. Setelah pencilan data dieliminir, maka dilakukan analisis korelasi. Untuk menilai kekuatan korelasi digunakan kriteria yang disarankan oleh Fowler *et al.*, (1998) (Tabel 1).

Tabel 1. Kekuatan Korelasi.

Nilai koefisien R (positif atau negatif)	Makna
0,00 – 0,19	Korelasi sangat lemah
0,20-0,39	Korelasi lemah
0,40-0,69	Korelasi sedang
0,70-0,89	Korelasi kuat
0,90-1,00	Korelasi sangat kuat

Uji t-Student

Uji t-student digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari dua data kandungan Pb di dalam daging dan cangkang kerang simping. Signifikansi yang digunakan pada *uji t-student* adalah 0,05.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan logam Timbel (Pb) pada kerang

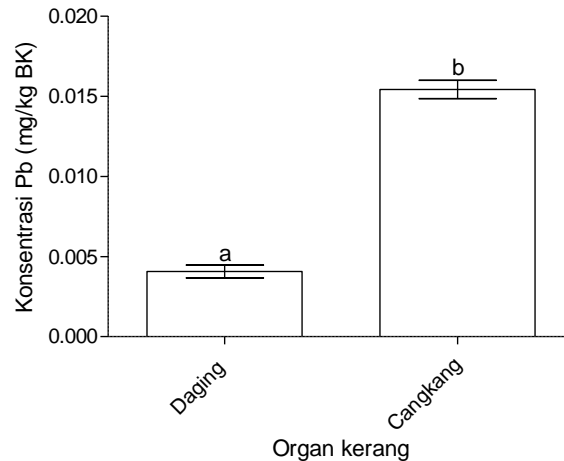
Kerang simping adalah binatang yang tidak bertulang belakang dari kelompok kelas bivalvia. Hewan ini hidup *sedentary* dan *filter feeder*. Ia hidup menetap di dasar perairan dan mengambil makanannya dengan cara memfilter partikel-partikel renik. Dua karakter ini sangat memungkinkan bagi kerang simping dijadikan sebagai *sentinel organism* yang ideal untuk keperluan biomonitoring dan uji ekotoksikologi di laboratorium dan lapangan. Dengan hidup *sedentary*, kerang simping tidak bisa menghindari bahan pencemar yang mencemari perairan di mana ia hidup dengan cara berpindah ke tempat lain yang lebih bersih, sebagaimana yang dilakukan oleh ikan dan organisme *non sedentary* yang lainnya. Sebagai *filter feeder*, kerang simping akan memfilter atau menyerap apa saja yang ada di depan organ sifonnya. Segera setelah itu, bahan pencemar akan diakumulasi ke dalam tubuh (daging dan cangkang) kerang, karena kerang memiliki enzim detoksifikasi yang relatif sedikit dibandingkan dengan organisme vertebrata, sehingga kemampuan detoksifikasinya lebih rendah jika dibandingkan biota yang bertulang belakang.

Dari hasil analisis dengan menggunakan AAS, diketahui konsentrasi logam Pb di dalam daging dan cangkang kerang simping. Hasil analisis logam dari 5 kelompok simping dari 100 ekor simping disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis itu menunjukkan adanya pencilan data yaitu data kandungan logam di dalam daging dan cangkang yang masing-masing adalah 0,021 dan 0,008 mg/kg BK. Data itu dikeluarkan dari seri data untuk perhitungan uji *t-student* dan korelasi. Dari hasil analisis *uji t-student* diketahui bahwa logam di dalam daging lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan logam Pb pada cangkang Gambar 2.

Tabel 2. Kandungan logam Pb di dalam daging dan cangkang kerang simping

Pb Cangkang (mg/kg BK*)	Pb Daging (mg/kg BK*)	Standar Baku (mg/kg BK*)
0.016	0,004	1,5
0.008**	0,004	(BPOM tahun 2009 Nomor
0.014	0,003	Hk.00.06.1.52.4011)
0.016	0,005	
0.016	0,021**	

Keterangan : *BK = Berat kering; ** = pencilan data



Gambar 3. Perbedaan konsentrasi logam Pb di dalam daging dan cangkang kerang simping. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Dari standar baku mutu untuk keamanan pangan yang dikeluarkan oleh BPOM tahun 2009, kadar Pb di dalam daging kerang tidak boleh dari 1,5 mg/kg BK. Kerang simping yang disampling di perairan Mandalle kadar Pb-nya belum melebihi standar baku mutu tersebut.

Tabel 3. Hasil analisis korelasi *Pearson* Pb dengan parameter morfologi cangkang

	Panjang	Lebar	Tinggi	BK
Pb	0.514	0.850	0.818	0.664
Signifikansi	0.486	0.150	0.182	0.336
N	4	4	4	4

Keterangan: ** Signifikansi korelasi pada level 0.01; BK = Berat Kering daging

Tabel 3 menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara konsentrasi Pb di dalam daging dan parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung Indeks Kondisi (IK). Hasilnya menunjukkan korelasi yang sedang hingga kuat. Akan tetapi dari sisi signifikansinya, semua korelasi itu tidak signifikan pada taraf 0,01.

Hasil analisis logam di dalam tubuh kerang pada penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kerang mengakumulasi logam Pb lebih besar dibandingkan dengan dagingnya. Hal ini terjadi karena Pb diasimilasi di dalam daging dan dibiomineralisasi oleh senyawa periostrakum yang selanjutnya dibiodepositkan di lapisan prismatic bagian dalam dan nakre cangkang (Yap *et al.*, 2011). Pada kerang hijau Yap *et al.* (2011) menemukan bahwa logam Pb dan beberapa logam lainnya lebih banyak terakumulasi di cangkang dibandingkan dengan yang ada di daging.

Dari hasil perhitungan *Maximum Tolerable Intake* (MTI) atau batas maksimum yang boleh dikonsumsi, nilai MTI daging kerang yang mengandung Pb dan boleh dikonsumsi

dengan nilai rata-rata 7,79 kg/hari bagi yang memiliki berat badan 60 kg. Dengan kata lain bobot aman konsumsi daging simping yang hidup di perairan Mandalle adalah 7,79 kg/hari.

Akumulasi logam pada daging kerang simping yang hidup di perairan desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, belum melebihi standard baku yang diperbolehkan oleh BPOM tahun 2009 Nomor Hk.00.06.1.52.4011 (Tabel 2). Oleh karenanya kerang simping dari perairan tersebut masih aman untuk dikonsumsi. Akan tetapi seberapa amankah kerang simping tersebut dikonsumsi dalam kaitannya dengan logam Pb yang terakumulasi di dalam dagingnya? Dari hasil perhitungan dengan MTI (Maximum Tolerable Intake) ditemukan bahwa kerang ini aman dikonsumsi hingga 7,79 kg/hari bagi yang mempunyai berat badan 60 kg. Dengan cara menegkstrapolasi rumus MTI, kita akan dapat menentukan batas maksimum yang boleh dikonsumsi untuk berat badan yang lain. Penelitian kerang simping di daerah Tangerang yang dilakukan oleh Simbolon dkk (2014) meunjukkan bahwa kandungan logam kerang simping yang berasal dari daerah tersebut sudah melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu 2,611–4,06 mg/kg. Dengan demikian kerang simping yang berasal dari desa Mandalle, Kabupaten Pangkajene Kepulauan dapat dijadikan sebagai alternatif kerang konsumsi bagi masyarakat yang gemar mengonsumsi kerang simping.

Indeks Kondisi kerang sebagai biomarker

Formula Indeks Kondisi (IK) yang digunakan terdiri dari beberapa unsur morfologi yaitu panjang, lebar, tinggi cangkang dan bobot daging. Untuk mengetahui unsur morfologi apa yang berperan dalam membentuk formula IK maka dilakukan analisis korelasi *Pearson*. Hasil analisis korelasi *Pearson* antara IK dan unsur pembentuknya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis korelasi *Pearson* IK dengan parameter morfologi cangkang.

	IK	Panjang	Lebar	Tinggi	BK
IK	1	-0,064	0,460**	0,194	0,916**
Signifikansi		0,527	0,000	0,053	0,000
N	100	100	100	100	100

Keterangan: ** Signifikansi korelasi pada level 0.01; BK = Berat Kering daging

Tabel 4 menunjukkan bahwa bobot kering daging mempunyai nilai koefisien R yang sangat kuat dengan IK dan signifikan. Selanjutnya disusul parameter lebar cangkang yang nilai R-nya lemah dan signifikan. Parameter tinggi cangkang nilai R-nya sangat lemah, begitu halnya dengan parameter panjang cangkang yang berkorelasi negatif dengan IK dan tidak signifikan.

Dari hasil analisis statistik ditemukan pencilan data. Pencilan data ini pada kandungan Pb di dalam daging dan cangkang. Pencilan data itu dikeluarkan dan selanjutnya

data dianalisis dengan analisis korelasi Pearson. Data hasil analisis korelasi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis korelasi *Pearson* kandungan Pb di dalam daging dan cangkang dengan IK.

	Pb Daging	Pb Cangkang
IK	0,608	0,105
Signifikansi	0,392	0,895
N	4	4

Hasil analisis korelasi antara IK dengan kandungan logam Pb di dalam daging dan cangkang menunjukkan bahwa keberadaan Pb di dalam daging mempunyai hubungan yang lebih kuat dibandingkan dengan keberadaan Pb di dalam cangkang. Dari nilai korekasi itu dapat disebutkan bahwa semakin tinggi Pb di dalam daging kerang, maka semakin tinggi pula nilai IK. Akan tetapi hubungan antara IK dan konsentrasi logam Pb di dalam daging tergolong sedang. Apabila dipertimbangkan nilai signifikansinya, maka baik korelasi antara IK dan daging maupun cangkang tidak menunjukkan nilai yang signifikan.

Kerang yang dikonsumsi oleh manusia, seperti halnya kerang simping dapat digunakan sebagai *sentinel organism* dalam program biomonitoring. Biomonitoring memanfaatkan karakter-karakter biologis organisme untuk kepentingan mendeteksi bahan-bahan pencemar yang terikat dalam tubuh organisme dan respon yang diberikan oleh organisme terhadap bahan pencemar. Respon organisme terhadap bahan pecemar yang dapat dikuantifikasi disebut dengan biomarker. Jenis biomarker yang dapat digunakan untuk kegiatan biomonitoring mempunyai rentang dari tingkat molekuler hingga *behavior* suatu individu (Hansen, 2008;Yaqin *et al.*, 2010; Yaqin *et al.*, 2011; Löf *et al.*, 2016).

Dalam penelitian ini biomarker yang digunakan yaitu biomarker morfologi. Biomarker morfologi kerang selanjutnya direfleksikan dalam bentuk Indeks Kondisi (IK) yang merujuk pada formula Lundebye *et al.* (1979). Parameter morfometri cangkang kerang dan bobot daging dijadikan dasar perhitungan formula IK. Parameter morfometri cangkang yang digunakan yaitu panjang, lebar dan tinggi. Ketiga parameter ini diasumsikan dapat merefleksikan laju pertumbuhan kerang dalam pengaruh bahan pencemar tertentu seperti Pb. Parameter lain yang merupakan refleksi dari pertumbuhan adalah bobot daging kerang. Dalam penelitian ini, peneliti lebih memilih ke empat parameter tersebut untuk digunakan sebagai bagian dari perhitungan IK dibandingkan dengan parameter lain yang dapat diekstrak dari tubuh kerang seperti bobot basah daging, atau bobot total tubuh kerang yang juga digunakan oleh beberapa peneliti lain (Mubiana, *et al.*, 2006; Galvao *et al.*, 2015; Otter, *et al.*, 2015).

Formual IK yang digunakan dalam penelitian pertumbuhan dan ekotoksikologi sangat beragam (Yaqin, *et al.*, 2014). Namun demikian menurut Lobel *et al* (1991) rumus IK yang bagus digunakan dalam penelitian ekotoksikologi adalah rumus yang tidak mengandung unsur bobot cangkang. Hal itu karena cangkang sangat mudah tererosi oleh perubahan cuaca dan letak kerang ketika menempel di substrat. Sebagai gantinya parameter cangkang yang dapat digunakan adalah volume internal cangkang (VIC) (Lobel *et al.*, 1991), namun demikian parameter VIC relatif sukar dilakukan di lapangan dibandingkan parameter yang lain, seperti panjang, tinggi dan lebar cangkang. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan rumus IK yang disarankan oleh Lundebye *et al.*, (1997) yang tidak mengandung unsur bobot cangkang dan VIC. Kesulitan untuk mengukur VIC semakin tinggi pada kerang simping yang bentuknya hampir pipih.

Dari hasil analisis korelasi diketahui bahwa parameter panjang dan tinggi tidak menunjukkan adanya korelasi dengan IK, sedangkan parameter bobot daging kering dan lebar cangkang berkorelasi dengan IK. Korelasi lebar cangkang dengan IK tergolong lemah sedangkan korelasi bobot daging kering dengan IK sangat kuat (Tabel 2). Dengan menggunakan pendekatan analisis regresi multiple linear Yap dan Albarwarni (2012) dalam penelitiannya tentang IK kerang hijau, *Perna viridis*, menemukan bahwa bobot kering daging mempunyai nilai koefisien korelasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan parameter lainnya disusul oleh tinggi cangkang di daerah yang relatif bersih dan lebar cangkang di daerah yang tercemar. Pada kerang biru, *Mytilus edulis*, korelasi antara IK dan bobot daging terjadi secara signifikan, yang mana kenaikan bobot daging diikuti oleh kenaikan nilai IK ((Mubiana, *et al.*, 2006). Stambuk *et al* (2013) menyebutkan bahwa IK (berat basah/panjang cangkang x 100 yang digunakan Gagne *et al.*, (2008) tidak berkorelasi dengan status pencemaran perairan. Sebaliknya, Ivankovic *et al.*, (2005) dan Kljakovic-Gaspic *et al.*, (2010) menyebutkan adanya korelasi yang signifikan antara IK dan konsentrasi logam di dalam daging kerang. Hal ini menunjukkan bahwa bobot daging merupakan faktor penting dalam membentuk IK. Oleh karena itu dalam penggunaan IK sebagai biomarker disarankan untuk memilih formula IK yang melibatkan bobot daging kering sebagai salah satu komponen pembentuknya.

Pada kerang biru *Mytilus edulis* IK mempunyai korelasi negatif yang signifikan dengan konsentrasi beberapa metal, yaitu Cd, Co, Cr, Ni, Pb dan Zn, namun tidak berkorelasi dengan As, Fe dan Mn (Mubiana, *et al.*, 2006). Pada kerang hijau Yap *et al.*, (2003) melaporkan bahwa terdapat korelasi negatif antara IK yang direfleksikan dengan rumus Indeks Ketebalan Cangkang dengan konsentrasi logam Cd, Pb dan Zn. Akan tetapi mereka

menemukan hubungan yang kurang kuat antara IK dan logam Cu. Pada kerang hijau yang hidup di perairan yang tidak tercemar indeks kondisi berkorelasi positif dengan kandungan logam Pb di dalam daging kerang (Yaqin, *et al.*, 2014; Yaqin *et al.*, 2015). Semakin tinggi konsentrasi logam maka semakin tinggi nilai indeks kondisinya. Yap & Barwani (2012) menemukan bahwa pada kerang hijau yang hidup di perairan Malaysia indeks kondisi kerang hijau yang hidup di daerah yang relatif bersih lebih tinggi dibandingkan dengan indeks kondisi kerang yang hidup di daerah yang lebih tercemar. Mamon *et al.*, (2016) menggunakan indeks kondisi kerang hijau yang hidup di perairan Metro Manila yang terkenal tercemar. Hasilnya menunjukkan bahwa kerang yang hidup di dua stasiun penelitian yang tercemar tidak menunjukkan indeks kondisi yang berbeda, meskipun parameter allometrinya menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini mengindikasikan bahwa indeks kondisi kerang hijau lebih tepat digunakan dalam mengukur kondisi kesehatan kerang daripada parameter allometri, seperti panjang, tinggi dan lebar.

Hubungan antara IK kerang simping yang sedang diteliti dengan konsentrasi logam Pb di dalam daging menunjukkan korelasi yang positif, dengan nilai $R = 0,608$. Kekuatan dari korelasi ini masih dalam taraf sedang jika merujuk kriteria kekuatan korelasi yang disarankan oleh (Fowler *et al.*, 1998), meskipun dapat disebutkan bahwa semakin tinggi nilai IK maka akan semakin tinggi pula konsentrasi logam Pb di dalam daging. Korelasi yang positif ini terjadi karena diduga kerang simping yang diteliti hidup pada perairan yang relatif tidak tercemar. Akan tetapi, untuk memastikan status pencemaran suatu perairan masih diperlukan penelitian kandungan logam di perairan tempat organisme yang menjadi target penelitian itu hidup, meskipun data konsentrasi logam Pb di dalam daging kerang simping masih jauh dari ambang batas untuk kepentingan konsumsi (Tabel 2).

Apakah dengan demikian IK pada kerang simping dapat digunakan sebagai suatu biomarker pada tingkat morfologi sebagai alat komplemen aktivitas biomonitoring lingkungan perairan laut? Untuk menjawab pertanyaan tersebut masih perlu dilakukan studi yang lebih komprehensif dan mendalam tentang kerang simping dari *in vivo* hingga *in situ*. Di samping itu perlu pula studi yang berkaitan dengan faktor biologi kerang simping, kandungan logam di dalam tubuh kerang simping dan perairan (kolom air dan sedimen) tempat hidup serta beberapa faktor oseanografis yang dapat mempengaruhi bioavailabilitas logam dan kondisi biologis kerang simping. Akan tetapi dapat dikatakan bahwa IK kerang simping mempunyai potensi digunakan sebagai biomarker dalam monitoring lingkungan perairan laut.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah :

1. Akumulasi logam pada daging kerang simping yang hidup di perairan desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, belum melebihi standard baku yang diperbolehkan oleh BPOM tahun 2009 Nomor Hk.00.06.1.52.4011 (Tabel 2). Oleh karenanya simping dari perairan tersebut masih aman untuk dikonsumsi.
2. Dari hasil kalkulasi dengan formula MTI (*Maximum Tolerable Intake*) ditemukan bahwa kerang ini aman dikonsumsi hingga 7,79 kg/hari bagi orang yang mempunyai berat badan 60 kg.
3. Kandungan logam Pb di dalam cangkang kerang simping lebih besar dibandingkan yang ada di dalam daging.
4. Indeks Kondisi (IK) kerang simping berpotensi untuk digunakan sebagai biomarker morfologi dalam biomonitoring lingkungan perairan laut.

Daftar Pustaka

- Achuthankutty, C. T., Nair, S. S., & Madhupratap, M. 1979. Pearls of the windowpane oyster, *Placuna placenta*. *Mahasagar*. 12(3), 187-189.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2009, Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Hk,00,06,1,52,4011 tentang penetapan batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam makanan,
- C. K. Yap, A. Ismail, and S. G. Tan. 2003. Effects of Total Soft Tissue and Shell Thickness on the Accumulation of Heavy Metals (Cd, Cu, Pb, and Zn) in the Green-Lipped Mussel *Perna viridis*. *Russian Journal of Marine Biology*. 29:323–327.
- Foster-Smith, R. L. 1975. The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edule* (L.) and *Venerupis pullastra* (Montagu). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 17:1-22.
- Gagné F., Burgeot T., Hellou J., St-Jean S., Farcy E., Blaise C., 2008. Spatial variations in biomarkers of *Mytilus edulis* mussels at four polluted regions spanning the Northern Hemisphere. *Environmental Research* 107: 201–217.
- Gallardo, W. G., Siar, S. V., & Encena, V. 1995. Exploitation of the window-pane shell *Placuna placenta* in the Philippines. *Biological conservation*: 73: 33-38.
- Galvao, P., Longo, R., Torres, J. P. M., & Malm, O. 2015. Estimating the potential production of the brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) reared in Three Tropical Bays by different methods of condition indices. *Journal of Marine Biology*, 2015.
- Gosling, E. 2003. Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books, Oxford. UK.
- Hansen, P. D. 2008. Biosensors and Eco-toxicology. *Engineering in Life Sciences*. 8: 26-31.

- Ivankovic D., Pavicic J., Erk M., Filipovic-Marijic V, Raspor, B., 2005. Evaluation of the *Mytilus galloprovincialis* Lam. digestive gland metallothionein as a biomarker in a long-term field study: seasonal and spatial variability. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1303–1313.
- Kiorboe, T., & Mohlenberg, F. 1981. Particle selection in suspension-feeding bivalves. *Marine. Ecology Progress Series*.5:291-296.
- Kljakovic-Gaspic Z., Herceg-Romanic S., Kozul D., Veza, J., 2010. Biomonitoring of organochlorine compounds and trace metals along the Eastern Adriatic coast (Croatia) using *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Pollution Bulletin* 60:1879–1889.
- Kooijman, S. A. L. M. 2006. Pseudo-faeces production in bivalves. *Journal of Sea Research*, 56:103-106.
- Li, L., & Ortiz, C. 2013. Biological design for simultaneous optical transparency and mechanical robustness in the shell of *Placuna placenta*. *Advanced Materials*, 25:2344-2350.
- Lobel, P.B., Bajdik, C.D., Belkhole SP, Jackson SE, & Longerich HP. 1991. Improved protocol for collecting mussel watch specimens taking into account sex, size, condition, shell shape, and chronological age. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 21:409-414.
- Löf, M., Sundelin, B., Liewenborg, B., Bandh, C., Broeg, K., Schatz, S., & Gorokhova, E. 2016. Biomarker-enhanced assessment of reproductive disorders in *Monoporeia affinis* exposed to contaminated sediment in the Baltic Sea. *Ecological Indicators*. 63:187-195.
- Mamon, M. A. C., Añano, J. A. P., Abanador, L. C., Agcaoili, G. J. T., Sagum, C. B., Pagliawan, R. L. H., Tapere, J.M.B., Agravante, J.B.M., Arevalo J.H.G., Minalang., AJA.& Minalang, A. J. A. 2016. Pollutant exposure in Manila Bay: Effects on the allometry and histological structures of *Perna viridis* (Linn.). *Asian Pacific Journal of Reproduction*. Inpress
- Mubiana, V. K., Vercauteren, K., & Blust, R. 2006. The influence of body size, condition index and tidal exposure on the variability in metal bioaccumulation in *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution*, 144(1), 272-279.
- Otter, R. R., McKinney, D., Brown, B., Lainer, S., Monroe, W., Hubbs, D., & Read, B. 2015. Bioaccumulation of metals in three freshwater mussel species exposed in situ during and after dredging at a coal ash spill site (Tennessee Valley Authority Kingston Fossil Plant). *Environmental Monitoring and Assessment*. 187:1-14.
- Shumway, S. E., Cucci, T. L., Newell, R. C., & Yentsch, C. M. 1985. Particle selection, ingestion, and absorption in filter-feeding bivalves. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 91(1), 77-92.
- Simbolon, AR., Riani, E., Wardiatno, Y. 2014. Status pencemaran dan kandungan logam berat pada simping (*Placuna placenta*) di Pesisir Kabupaten Tangerang. *Depik*. 3: 91-98.
- Stambuk A., Srut M., Satovic Z., Tkalec M., Klobucar GIV. 2013. Gene flow vs. pollution pressure: Genetic diversity of *Mytilus galloprovincialis* in eastern Adriatic. *Aquatic Toxicology*. 136 : 22-31.
- Yap, C. K., & Al-Barwani, S. M. 2012. A comparative study of condition indices and heavy metals in *Perna viridis* populations at Sebatu and Muar, Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana*.41: 1063-1069.

- Yap, C. K., & Tan, S. G. 2011. A study on the potential of the periostracum of *Perna viridis* as a biomonitoring material for Pb in tropical coastal waters based on correlation analysis. *Sains Malaysiana*, 40(8), 809-819.
- Yaqin, K., Lay B.W., Riani E., Masud, Z.A., & Hansen, P.D. 2011. Hot spot biomonitoring of marine pollution effects using cholinergic and immunity biomarkers of tropical green mussel (*Perna viridis*) of the Indonesian waters. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*. 3: 356–366
- Yaqin K. 2010 Potential use of cholinesterase activity from tropical green mussel, *Perna viridis* as a biomarker in effect-based marine monitoring in Indonesia. *Coastal Marine Science* 34: 156–16
- Yaqin, K., Fachruddin, L., Rahim, N.F. 2015. Studi Kandungan Logam Timbal (Pb) Kerang Hijau, *Perna Viridis* Terhadap Indeks Kondisinya. *Jurnal Lingkungan Indonesia*. 3: 309- 317
- Yaqin, K., Nursyamsiah, Umar, MT, Fachruddin, L, dan Bachtiar, B. 2014. Apakah variasi ukuran panjang cangkang memengaruhi konsentrasi logam timbal di dalam daging kerang hijau, *Perna viridis*? Prosiding Simposium Nasional I Kelatan dan Perikan. Fakultas Ilmu Kelautandan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Yaqin, K., & Hansen, P. D. 2010. The use of cholinergic bio-marker, cholinesterase activity of blue mussel *Mytilus edulis* to detect the effects of organophosphorous pesticides. *African Journal of Biochemistry Research*. 4: 265–272.