

PENGGUNAAN INDEKS KONDISI KERANG HIJAU (*Perna viridis*) SEBAGAI BIOMARKER UNTUK MENDETEKSI PENGARUH PENGASAMAN LAUT TERHADAP TOKSISITAS LOGAM Pb

Khusnul Yaqin*, Arnold Kabangnga

Diterima : ; Disetujui :

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan indeks kondisi kerang hijau (*Perna viridis*) dalam mendeteksi pengaruh pengasaman laut terhadap toksisitas logam Pb. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan faktorial. Kerang hijau dengan ukuran panjang 5-6 cm diberi perlakuan dengan paparan konsentrasi logam Pb 0 mg/l (kontrol), 0,008 mg/l, 0,08 mg/l dan 0,8 mg/l, pada kondisi pH (level asidifikasi) air media hidup yaitu 6,2, 7,7, 8,2. Pemaparan dilakukan selama 96 jam. Pengukuran indeks kondisi dilakukan dengan mengukur panjang, tinggi, lebar, berat daging kering, dan volume ruang internal cangkang. Nilai indeks kondisi dianalisis dengan analisis varian desain faktorial. Hasil analisis menunjukkan terdapat pengaruh signifikan konsentrasi logam Pb terhadap penurunan nilai indeks kondisi kerang ($p < 0.05$). Pengaruh logam Pb terjadi pada CI 1, CI 3 dan CI 4. Meskipun perlakuan pH tidak menunjukkan pengaruhnya terhadap indeks kondisi, tetapi secara statistik diketahui bahwa terdapat interaksi antara pH dan Pb dalam memengaruhi indeks kondisi C1 dan C3 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan perlakuan pH mempunyai peran dalam toksisitas logam Pb terhadap penurunan nilai indeks kondisi kerang hijau.

Kata kunci : Indeks kondisi, Biomarker, Logam Pb, *Perna viridis*, Pengasaman laut

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas ekonomi manusia tidak terlepas dari buangan limbah antropogenik. Pengemisan CO₂ secara masif akibat dari penggunaan bahan bakar fosil pada berbagai industri dan kendaraan bermotor. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya peningkatan karbon dioksida di atmosfer (Solomon *et al.*, 2007). Disamping akan menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global dan perubahan iklim, CO₂ juga akan masuk ke laut. Karbon dioksida yang diserap oleh lautan akan bereaksi dengan air laut. Reaksi tersebut menghasilkan senyawa asam karbonat (H₂CO₃) dan meningkatkan keasaman (H⁺) air laut.

Pengasaman laut memiliki implikasi negatif terhadap biota laut yaitu berpotensi membatasi kemampuan kalsifikasi dari organisme laut dalam membentuk eksoskeleton dan cangkang (Beniash *et al.*, 2010; Bibby *et al.*, 2008; Byrne, 2012). Tidak hanya itu, pengasaman laut dapat menyebabkan pemutihan pada karang yang berujung pada kematian (Anthony *et al.*, 2008; Doney *et al.*, 2009; Cohen & Holcomb, 2009). Gambaran tersebut menunjukkan efek negatif dari proses pengasaman laut yang berdampak langsung pada spesies hewan laut. Tidak dapat dipungkiri bahwa aktivitas manusia juga menyebabkan masuknya polutan yang berbahaya seperti logam di perairan laut. Penelitian yang dilakukan oleh Hanet *et al.* (2013) menunjukkan bahwa kerang, *Mytilus edulis* yang dipapar dengan logam kadmium, plumbum dan kuprum dalam kondisi pH rendah atau asam dapat menurunkan metalotionin di jaringan lunak dibandingkan pada treatment dengan pH normal. Campbell *et al.* (2014) menyatakan bahwa pengasaman laut dapat meningkatkan daya toksik logam terhadap organisme laut. Hal ini dibuktikan melalui awal hidup perkembangan polychaeta yang memiliki *survival rate* lebih rendah dibandingkan efek tanpa kombinasi antara pengasaman dan logam. Oleh karenanya dengan adanya proses pengasaman laut dan keberadaan bahan pencemar menjadi masalah dan menarik untuk diungkap bagaimana dampak tidak langsung yang dapat ditimbulkan oleh

* Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin Makassar, 90245 email: khusnul@gmail.com.

pengasaman laut khususnya yang berkaitan dengan bahan pencemar logam terhadap organisme. Penelitian ini menggunakan hewan uji kerang hijau (*Perna viridis*) karena ia memiliki adaptasi yang baik terhadap tekanan bahan pencemar (Yaqin *et al.*, 2011) dan merupakan hewan penghasil kapur. Tujuan penelitian adalah menganalisis indeks kondisi (*Condition Index/CI*) kerang hijau (*Perna viridis*) dalam mendeteksi pengaruh pengasaman laut terhadap toksisitas logam Pb

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat *in vivo*, dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2014 di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Populasi pada penelitian ini adalah populasi kerang hijau, sementara sampel adalah kerang hijau berukuran panjang 5-6 cm. Sampel kerang dikumpulkan dari perairan pantai Mandalle, Kabupaten Pangkep selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dibersihkan dan diaklimatisasi di akuarium penampungan selama satu minggu sebelum digunakan dalam eksperimen. Selama periode aklimatisasi, kerang hijau diberikan alga renik, *Chlorella* sp. 10×40^6 sel/l.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Faktorial. Sebanyak 15 kerang hijau yang berukuran panjang kurang lebih 5-6 cm dimasukkan ke dalam akuarium yang berisi 5 liter air laut. Setelah itu air laut dikontaminasi dengan larutan logam Pb dengan seri konsentrasi 0 (kontrol); 0,008; 0,08 dan 0,8 mg/l dengan dasar mengacu pada baku mutu air laut untuk biota laut (Menteri Negara Lingkungan Hidup RI, 2004) dan pada kondisi pH (level asidifikasi) yang berbeda yaitu 6,2; 7,7, dan 8,2. Level pH didasarkan pada pH laut yang digunakan oleh Han *et al.*(2013), melalui pengamatan efek pengasaman laut terhadap toksisitas logam pada kerang *Mytilus edulis*. Pemaparan dilakukan selama 96 jam.

Selama percobaan, air media diganti setiap hari. Satu jam sebelum penggantian air, kerang diberi makan dengan alga renik *Chlorella* sp. dan dibiarkan selama satu jam. Untuk mempertahankan konsentrasi oksigen yang dibutuhkan oleh kerang hijau akuarium diberi aerasi selama proses pemaparan berlangsung. Setelah 96 jam pemaparan, percobaan dihentikan dan dilakukan pengukuran panjang, tinggi, lebar, volume ruang internal cangkang, berat cangkang kering, dan berat daging kering kerang.

Analisis Data

Analisis Indeks Kondisi/*Condition Index* (CI) mengacu pada analisis Lundebye *et al.* (1997), dan Freeman (1974) serta Walne (1976), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Indeks kondisi/*Condition Index* (CI) menurut Lundebye *et al.* (1997):

$$CI 1 = \text{berat daging kering (g)} \times \frac{1000}{\text{Kapasitas ruang internal cangkang (ml)}}$$

$$CI 2 = \text{berat daging kering (g)} / \left(\text{panjang} \times \frac{\text{lebar}}{\text{tinggi}} \right)$$

$$CI 3 = \text{berat daging kering} \times \frac{1000}{\text{panjang cangkang (cm)}}$$

2. Indeks kondisi/*Condition Index* (CI) menurut Freeman (1974) dan Walne (1978):

$$CI 4 = \left(\frac{\text{Berat daging kering (g)}}{\text{Berat cangkang kering (g)}} \right) \times 100$$

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi kerang, digunakan *analysis of variance* (ANOVA) faktorial dengan menggunakan SPSS V.17. Setelah itu bila terdapat pengaruh atau perbedaan maka dilakukan *post hoc test* dengan uji *Tukey*.

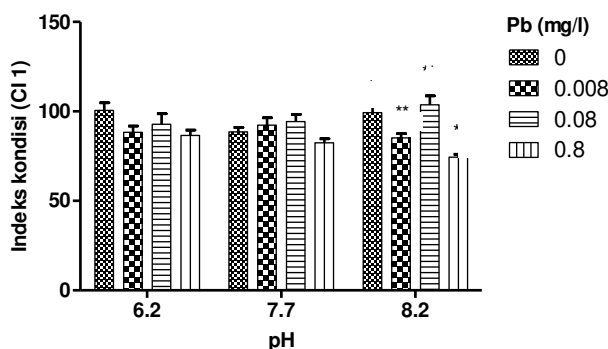
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian desain faktorial pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI) menunjukkan bahwa pada indeks kondisi CI 1 (Tabel 1 dan Gambar 1), CI 3 (Tabel 3 dan Gambar 3) dan CI 4 (Tabel 4 dan Gambar 4) terdapat pengaruh signifikan ($p < 0.05$) konsentrasi logam Pb terhadap penurunan nilai indeks kondisi kerang hijau. Sementara pada CI 2 (Tabel 2 dan Gambar 2) tidak terdapat pengaruh signifikan ($p > 0.05$).

Tabel 1. Hasil analisis pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 1) kerang hijau, *P. Viridis*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	3.881E6	12	323431.657	594.042	.000
Konsentrasi_Pb	19245.636	3	6415.212	11.783	.000
Ph	576.575	2	288.288	.529	.589
Konsentrasi_Pb * pH	9518.927	6	1586.488	2.914	.008
Error	248273.476	456	544.459		
Total	4129453.364	468			

a. *R Squared* = .940 (*Adjusted R Squared* = .938)

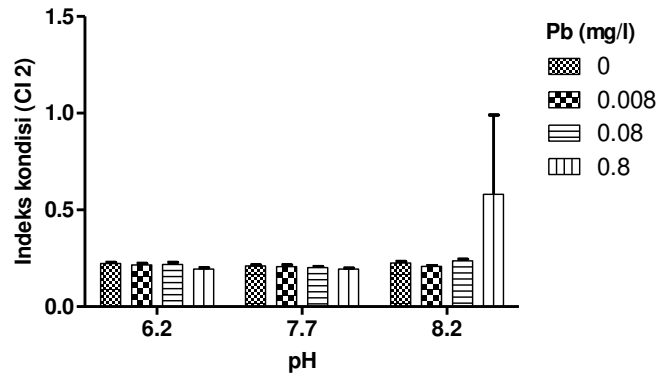


Gambar 1. Grafik pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 1) kerang hijau, *P. viridis*

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 2) kerang hijau, *P. Viridis*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	32.526 ^a	12	2.710	4.941	.000
Konsentrasi_Pb	1.010	3	.337	.614	.606
pH	1.147	2	.574	1.046	.352
Konsentrasi_Pb * pH	2.761	6	.460	.839	.540
Error	250.136	456	.549		
Total	282.662	468			

a. *R Squared* = .115 (*Adjusted R Squared* = .092)

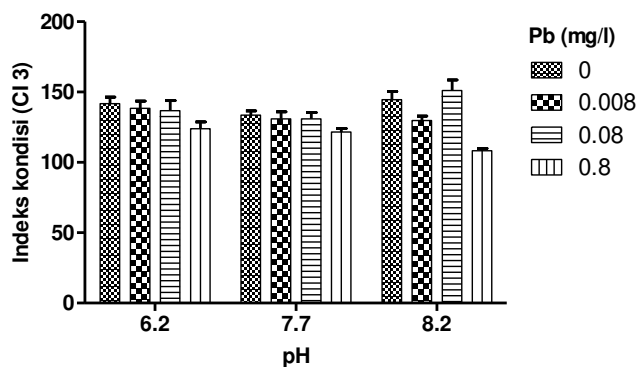


Gambar 2. Grafik pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 2) kerang hijau, *P. viridis*

Tabel 3. Hasil analisis pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 3) kerang hijau, *P. viridis*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	8.290E6	12	690800.968	750.315	.000
Konsentrasi_Pb	37520.518	3	12506.839	13.584	.000
pH	2896.109	2	1448.055	1.573	.209
Konsentrasi_Pb * pH	15320.278	6	2553.380	2.773	.012
Error	419830.533	456	920.681		
Total	8709442.150	468			

a. R Squared = .952 (Adjusted R Squared = .951)

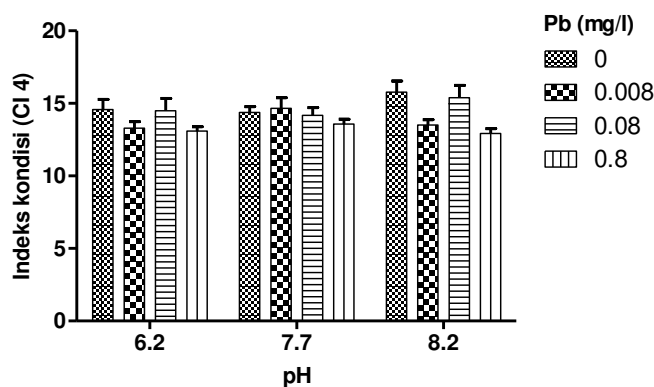


Gambar 3. Grafik pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 3) kerang hijau, *P. viridis*

Tabel 4. Hasil analisis pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 4) kerang hijau, *P. viridis*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	94082.798 ^a	12	7840.233	579.689	.000
Konsentrasi_Pb	219.120	3	73.040	5.400	.001
pH	23.132	2	11.566	.855	.426
Konsentrasi_Pb * pH	103.020	6	17.170	1.270	.270
Error	6167.358	456	13.525		
Total	100250.156	468			

a. R Squared = .938 (Adjusted R Squared = .937)

Gambar 4. Grafik pengaruh logam Pb dan kondisi pH terhadap indeks kondisi (CI 4) kerang hijau, *P. viridis*

Indeks kondisi CI 1 berbeda nyata pada konsentrasi logam 0,000 mg/l & 0,8 mg/l; 0,008 mg/l & 0,8 mg/l; 0,08 mg/l & 0,8 mg/l ($p < 0.05$). Indeks kondisi CI 3 berbeda nyata pada konsentrasi logam 0,000 mg/l & 0,8 mg/l; 0,008 mg/l & 0,8 mg/l; 0,08 mg/l & 0,8 mg/l ($p < 0.05$). Indeks kondisi CI 4 berbeda nyata pada konsentrasi 0,000 mg/l & 0,8 mg/l; 0,08 mg/l & 0,8 mg/l; ($p < 0.05$). Kondisi pH tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap nilai indeks kondisi kerang, namun terdapat interaksi signifikan antara pH dan logam Pb yang terjadi pada CI 1 dan CI 3 (Tabel 1 dan 3).

Indeks kondisi/Condition Index (CI) kerang hijau, *Perna viridis* merupakan alat atau cara untuk mengamati perbandingan antara bobot kering daging dengan panjang, tinggi, lebar, dan volume ruang kerang. Oleh karenanya peubah yang diukur adalah panjang, tinggi, lebar, dan volume ruang kerang hijau beserta bobot kering dagingnya. Indeks kondisi berdasarkan rumus yang digunakan Lundebye *et al.*, (1997) yaitu CI 1, CI 2 dan CI 3 merupakan metode yang digunakan untuk mengukur perbandingan antara bobot kering daging dengan panjang, tinggi, dan lebar kerang. Sedangkan rumus CI 4 (Freeman, 1974; Walne 1976) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur perbandingan bobot daging kering dengan bobot cangkang kering. Indeks kondisi ini digunakan untuk merefleksikan perubahan morfologis kerang terhadap perubahan kondisi lingkungan akibat dari adanya paparan bahan pencemar.

Hasil penelitian ini diketahui bahwa logam Pb menunjukkan pengaruh yang lebih besar pada jaringan lunak dibandingkan jaringan keras. Hal ini terlihat dari hasil analisis varian pada indeks kondisi CI 1, CI 3, dan CI, 4 ($p < 0.05$). Perubahan pada kurun waktu yang relatif singkat ini

diakibatkan perubahan yang terjadi pada jaringan lunak yang menurut Yap *et al.*, (2002) disebabkan oleh mekanisme pertahanan yang biasanya dilakukan oleh organisme ketika berada dalam kondisi perairan yang tercemar. Mekanisme metabolisme tubuh akan mengurangi laju filtrasi yang berakibat sedikitnya makanan yang dikonsumsi akan berdampak pada menurunnya bobot dari jaringan lunak kerang. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu yang relatif singkat sehingga akumulasi logam pada jaringan keras seperti cangkang belum mengakibatkan perubahan yang nyata pada cangkang. Oleh karena itu pada CI 2 yang variabel analisisnya berbasis pada jaringan keras yaitu cangkang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Penelitian Yap *et al.*, (2011) menyatakan bahwa pemaparan dalam jangka waktu yang lebih lama memungkinkan jaringan keras seperti cangkang mengakumulasi logam lebih banyak dibandingkan dengan jaringan lunak kerang. Namun dalam penelitian ini waktu pemaparan yang digunakan berjangka pendek sehingga belum terlihat pengaruh signifikan terhadap jaringan keras. Indeks kondisi juga secara tidak langsung dapat mengestimasi kondisi kesehatan organisme ketika berada di bawah tekanan lingkungan khususnya pencemaran logam (Yap *et al.*, 2012). Hasil penelitian Yap *et al.*, (2002) juga menunjukkan adanya penurunan nilai indeks kondisi dari kerang hijau yang dipapar logam dibandingkan dengan kerang hijau tanpa paparan.

Pada penelitian ini kondisi pH tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai indeks kondisi dan hanya menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara pH dan logam Pb pada CI 1 dan CI 3. Campbell *et al.* (2014) menyatakan bahwa pada kondisi pH rendah (asam) daya toksik logam meningkat terhadap organisme, sehingga pH yang rendah ikut berkontribusi sebagai *stressor* terhadap kerang, meskipun pada kasus indeks kondisi, pH belum memberikan tekanan yang nyata. Hal ini diduga karena waktu pemaparan yang singkat sehingga perlakuan pH tidak mampu menggerus secara signifikan CaCO_3 yang merupakan bagian penting cangkang. Dilusi CaCO_3 dilakukan kerang untuk mengompensasi pH air yang rendah (Anthony *et al.*, 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada air laut yang asam dan kondisi air mengandung logam akan menurunkan nilai indeks kondisi kerang yang berbasis pada jaringan lunak. Indeks kondisi yang berbasis pada jaringan lunak kerang dapat dijadikan sebagai biomarker dalam mendeteksi pengaruh pengasaman laut terhadap toksisitas logam.

Daftar Pustaka

- Anthony K.R.N., Kline D.I., Diaz-Pulido G., & Hoegh-Guldberg S. 2008. Ocean acidification causes bleaching and productivity loss in coral reef builders. *PNAS*. 105(45): 17442-17446.
- Bibby R., Widdicombe S., Parry H., Spicer J., & Pipe R. 2008. Effects of ocean acidification on the immune response of the blue mussel *Mytilus edulis*. *Aquat Biol*. 2:67-74.
- Byrne M. 2012. Global change ecotoxicology: Identification of early life history bottlenecks in marine invertebrates, variable species responses and variable experimental approaches. *Mar Environ. Res*. 76: 3-15.
- Campbell A.L., Mangan S., Ellis R.P., Lewis C. 2014. Ocean Acidification Increases Copper Toxicity to the Early Life History Stages of the Polychaete *Arenicola marina* in Artificial Seawater. *Environ. Sci. Technol*. 48: 9745-9753.
- Cohen A.L., & Holcomb M. 2009. Why corals care about ocean acidification: uncovering the mechanism. *Oceanography*. 22: 118-127.
- Doney S.C., Fabry V.J., Feely R.A., & Kleypas J.A. 2009. Ocean Acidification: The Other CO₂ Problem. *Annu Rev Mar Sci*. 1: 169-192.
- Fitzer S.C., Zhu W., Tanner K.E., Phoenix V.R., Kamenos N.A., & Cusack M. 2014. Ocean Acidification Alters The Material Properties of *Mytilus edulis* Shells. *J. Royal Society Interface*, (Online), Vol. 12, No. 103, (<http://rsif.royalsocietypublishing.org/>, diakses 6 Januari 2015).
- Freeman, K.R. 1974. *Growth, mortality and seasonal cycle of Mytilus edulis in two Nova Scotian embayments*. Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Canada, Technical Report N° 500: 1-112.
- Hanet *al.* 2013. Effects of Ocean Acidification on Toxicity of Heavy Metals in The Bivalve *Mytilus edulis* L. *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry* (Online), 44: 133-139, (<http://www.tandfonline.com/doi/>, diakses 11 November 2014).
- Lundebye A.K., A.W. Langston & M.H. Depledge. 1997. Stress Proteins and Condition Index as Biomarkers as Tributyltin Exposure and Effect in Mussels. *Ecotoxicology*. 6: 127-136.

- Menteri Negara Lingkungan Hidup R.I. 2004. *Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Michaelidis, B., Ouzounis, C., Palaras, A., & Pörtner, H. O. (2005). Effects of long-term moderate hypercapnia on acid-base balance and growth rate in marine mussels *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Ecology Progress Series*, 293(2), 109-18.
- Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., & Marquis M. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge Univ. Press.
- 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(9): 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: 809–819.
- Yap C.K., Ismail A. & Tan, S.G. 2002. Condition index of green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) as a potential physiological indicator of ecotoxicological effects of heavy metals (Cd and Pb). *Malaysian Applied Biology*. 31: 37-45.
- Yaqin K, Lay, BW, Riani E, Masud, ZA and 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
- Walne, P.R., 1976. Experiments on the culture in the sea of the Butterfish *Venerupis decussate* L. *Aquaculture* 8, 371–381.