

Logam Berat Anthropogenik Pb dan Cu pada Lapisan Sedimen Permukaan dan Dasar Muara Sungai di Kota Semarang, Jawa Tengah Indonesia

Chrisna Adhi Suryono*, Ibnu Pratikto dan Ajeng Rusmaharani

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang Semarang 50275
Email: chrisna_as@yahoo.com

Abstrack

Anthropogenic Heavy Metal Pb and Cu in the Surface and Bed Sediments of the River Down Stream of Semarang Central Java Indonesia

Semarang coastal areas as specially on river down stream have been develop to industrial, dumping areas and human settlement. Its will be caused increasing sedimentation and anthropogenic heavy metals accumulation in sediments. In order to assess Pb, and Cu on diferent layers of sediments on three down stream rivers on Semarang, samples of surface and bed sediment were collected for analyzed by ICPMS. The result showed that the heavy metal of Pb on bed layer was higher than Pb on surface sediment, on the other hand Cu on surface sediment was higher than Cu on bed sediments. Unfraternally the heavy metal concentration on surface and beds sediments they do not correlation with totals organic carbon and combination silt and clay in sediment on three down stream rivers on Semarang.

Keywords: Heavy metals Anthropogenic; sediment; totals organic carbon; silt; clay

Abstrak

Wilayah pesisir Semarang terutama di daerah muara sungai telah berkembang menjadi kawasan industri, penimbunan dan hunian. Hal tersebut menyebabkan peningkatan sedimentasi dan akumulasi antropogenik logam berat dalam sedimen. Untuk mengetahui logam berat Pb dan Cu dalam permukaan dan dasar sedimen di tiga muara sungai Semarang. Maka sampel pada permukaan dan dasar sedimen diambil dan dianalisa dengan ICPMS. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb pada lapisan dasar lebih tinggi dari pada lapisan permukaan sedimen, sebaliknya konsentrasi logam Cu pada lapisan permukaan lebih tinggi dari pada lapisan dasar sedimen. Namun keseluruhan antropogenik logam berat Pb dan Cu pada lapisan permukaan maupun bawah sedimen tidak ada korelasinya dengan kandungan total bahan organik karbon dan kombinasi antara silt dan clay dalam sedimen di ketiga mura sungai di Semarang.

Kata Kunci: Logam berat antropogenik; sedimen; total organic carbon; silt; clay

PENDAHULUAN

Pesisir Kota Semarang terdapat beberapa muara sungai yang mengalir ke daerah tersebut dengan membawa sedimen dari hulu seperti Sungai Plumbon, Beringin, Banjir Kanal Barat, Semarang, Banjir Kanal Timur, Tenggara, Babon dan Sringin. Sungai sungai tersebut mengalir dari hulu dengan melewati beberapa daerah dengan

berbagai pemanfaatan seperti pertanian, pemukiman, maupun daerah industri. Maka dengan demikian sedimen yang terbawa oleh aliran air dan diendapkan di muara sungai diduga juga mengendapkan beberapa potulan seperti logam berat. Sedimen di beberapa daerah pesisir Kota Semarang seperti daerah Tugu telah terkontaminasi logam berat seperti Cr, Pb dan Cu (Suryono, 2016). Logam berat Pb, Cr

dan Cd juga ditemukan dalam perairan pelabuhan Semarang yang diduga akan meningkatkan konsentrasi logam berat dalam sedimen (Suryono dan Djunaedi, 2017). Secara alami muara sungai atau daerah estuaria merupakan daerah pengendapan bagi ion-ion yang terlarut di daerah percampuran antara air tawar dan laut (Hunter, 1983). Terlebih tiga sungai (Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin) yang menjadi daerah penelitian telah banyak mengalami perubahan dalam pemanfaatan sepanjang daerah aliran sungai sampai muara. Tingginya kandungan silt dan clay pada sedimen di daerah muara biasanya terbawa saat banjir dengan membawa berbagai polutan seperti logam berat, hal tersebut dapat dijadikan petunjuk adanya peningkatan atau penurunan tingkat pencemaran (Daessle *et al.*, 2009). Peningkatan logam berat dalam sedimen disebabkan oleh pengendapan logam berat yang terlarut dan partikel maupun ikatan-ikatan yang mengalir melalui saluran pembuangan (Galanopoulou *et al.*, 2009).

Sedimen dapat menjadi perangkap polutan dan telah terbukti sangat efisien sebagai cara untuk mengidentifikasi dampak lingkungan (Strauch *et al.*, 2008). Sedimen juga memiliki kemampuan dalam menyimpan polutan yang anti air (hydrophobic pollutants) atau bahan biomarker (Viguri *et al.*, 2002). Sedimen ternyata sangat bermanfaat dalam pengukuran tingkat kontaminasi dari ekosistem perairan, bukan hanya kemampuannya dalam mengakumulasi logam dan bahan organik namun juga mampu membawa sumber kontaminasi ke dalam perairan (Mariani dan Pompeo 2008). Materi kimia biasanya lepas dari sedimen ke perairan disebabkan oleh kondisi lingkungan dan kondisi fisika-kimia seperti (pH, redox potensial dan aktifitas mikrobiologis) hal tersebut dapat menkontaminasi perairan dan sistem lingkungan lainnya yang berakibat penurunan kualitas perairan (Froehner dan Martins 2008). Namun kemampuan sedimen dalam menyerap dan melepaskan material yang anti air (hydrophobic compounds) tergantung pada kandungan bahan organik karbon dalam sedimen (Rutemberg dan Goni 1997). Karena sedimen mudah menyimpan

polutan dan hal tersebut terkait juga dengan keberadaan bahan organik karbon dan kandungan silt dan clay dalam sedimen. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui polutan logam berat dalam sedimen dan hubungannya dengan keberadaan bahan organik karbon maupun silt dan clay sedimen di tiga muara sungai Semarang.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimen yang diambil dari tiga muara sungai (Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin) yang mengalir di pesisir Kota Semarang. Sedimen diambil dengan core sampler pada kedalaman 0 cm sampai 100 cm, sedimen di bagian atas dua bagian. Bagian permukaan mulai kedalaman 0 cm sampai 20 cm sedangkan dasar mulai dari kedalaman 80 cm sampai 100 cm. Selanjutnya sedimen dianalisa kandungan logam berat, total organik karbon (TOC) dan jenis sedimen. Analisa total organik karbon menggunakan metode pengabuan (Metcalf dan Eddy, 1991) dan analisa jenis sedimen menggunakan metode pengayakan dan pemipetan (Daessle *et al.* 2002). Sedangkan analisa logam berat pada sampel sedimen mengacu (Liu *et al.*, 2013).

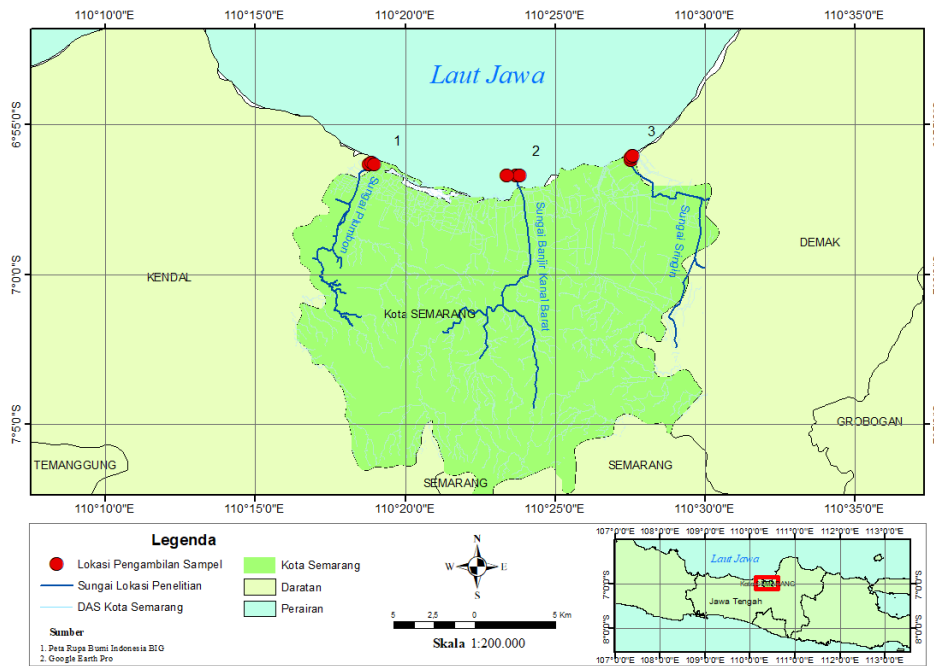
Sampel sedimen didistruksi dengan HNO₃ (Super pure, Merck, Germany) dalam tabung Teflon. Konsentrasi logam berat sedimen diukur dengan Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) (Elan DRC II, Perkin Elmer Company, USA). Untuk mengetahui korelasi antara logam berat Pb dan Cu dalam sedimen permukaan maupun dasar terhadap total bahan organik karbon maupun (silt + clay) baik permukaan maupun dasar digunakan regresi berganda MINITAB 13.3

HASIL DAN PEMBAHASAN

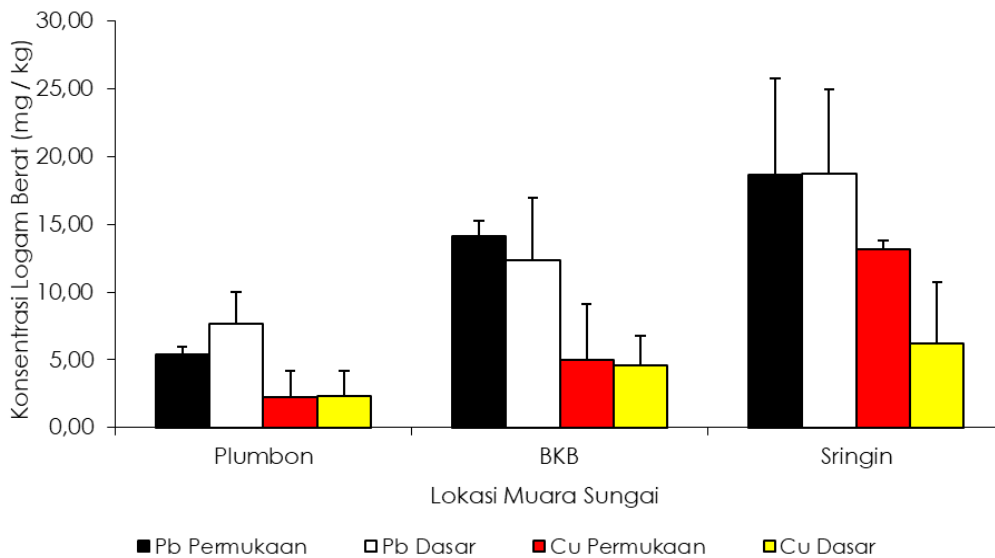
Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam berat Pb dan Cu telah terakumulasi pada sedimen bagian permukaan (0-20 cm) dan dasar (80-100 cm) di tiga muara sungai Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin dalam konsentrasi yang relatif tinggi. Hasil tersebut dapat dilihat dalam Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi Pb yang terdapat dalam sedimen permukaan dan dasar lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi Cu di semua muara sungai menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Sedangkan perbandingan antara Pb permukaan dan dasar pada semua muara sungai tidak ada

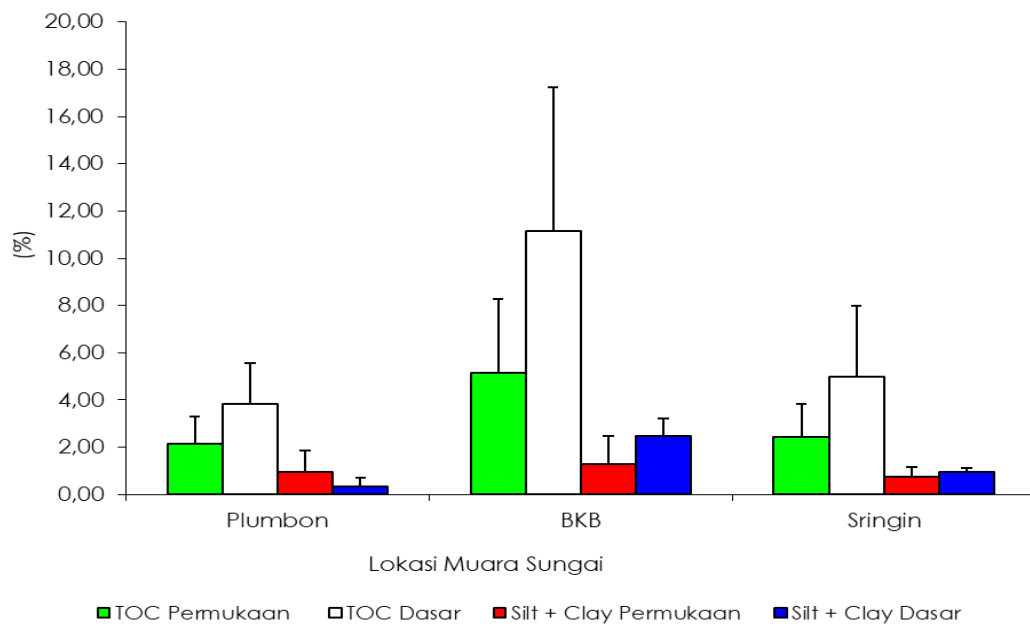
perbedaan yang sangat nyata ($0,05 < p$). Demikian juga halnya yang terlihat pada Cu permukaan dan dasar menunjukkan tidak ada perbedaan yang sangat nyata ($0,05 < p$). Ketidakteraturan konsentrasi logam berat Pb dan Cu dari permukaan ke bagian yang lebih dalam (dasar) hal tersebut sangat memungkinkan. Karena keberadaan logam



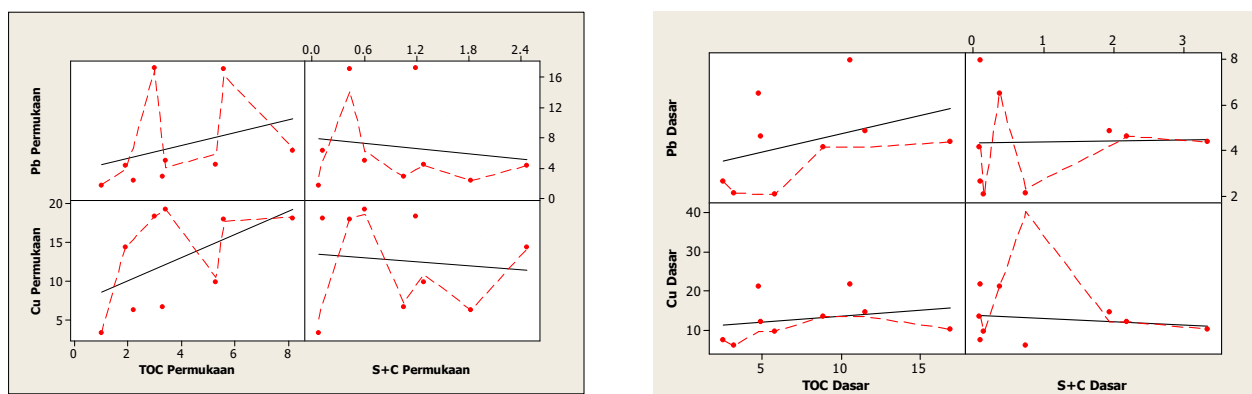
Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel sedimen di muara Sungai Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin Kota Semarang



Gambar 2. Konsentrasi logam Pb dan Cu pada sedimen permukaan dan dasar di muara Sungai Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin Kota Semarang.



Gambar 3. Prosen Total organik karbon (TOC) dan prosen silt + clay pada sedimen permukaan dan dasar di muara Sungai Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin Kota Semarang.



Gambar 4. Matrik hubungan logam berat Pb permukaan, Cu permukaan sedimen terhadap persentase total organik karbon dan persentase kandungan (silt + clay) permukaan dan hubungan Pb dasar, Cu dasar sedimen terhadap persentase total organik karbon dan persentase kandungan (silt + clay) dasar.

tersebut dalam sedimen dsangat tergantung masukan dari aktifitas manusia. Hal tersebut juga terjadi di Daggu Estuaria China yang menunjukkan tidak adanya sebaran yang linier berdasarkan kedalaman (LÜ et al., 2007). Demikian pula informasi dari Daessle et al. (2009) yang mengambil sampel di Delta Colorado yang mengatakan distribusi konsentrasi logam berat tidak menunjukkan peningkatan maupun penurunan berdasarkan kedalaman sedimen. Hal yang sama juga terlihat di pesisir laut Merah Arab

Saudi dimana logam berat seperti Cd, Pb, Ni, Cu, Zn, Cr dan Mn juga menunjukkan kecenderungan yang tidak teratur peningkatan maupun penurunya berdasarkan kedalaman sedimen (Badr et al., 2009).

Gambar 3 menunjukkan prosentase bahan organik yang terdapat dalam sedimen dasar lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang terdapat pada sedimen permukaan pada tiga muara sungai, dengan

perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$). Namun prosentase kandungan silt dan clay (lanau dan lempung) pada sedimen permukaan dan dasar di tiga muara sungai menunjukkan tidak adanya perbedaan ($0,05 \leq p$).

Hasil analisa matrik plot pada gambar 4 menunjukkan bahwa prosentase total organik karbon dan (silt + clay) pada permukaan sedimen bila secara bersamaan tidak memberikan pengaruh pada tinggi rendahnya konsentrasi Pb pada permukaan sedimen ($r = 0,095$; $p = 0,74 > 0,05$) dengan regresi $Y = 4,07 + 0,79X_1 - 0,25X_2$. Demikian juga terhadap Cu permukaan ($r = 0,29$; $p = 0,49 > 0,05$) dengan regresi $Y = 5,54 + 1,64X_1 + 1,03X_2$. Demikian juga pada prosentase total organik karbon dan (silt + clay) dasar sedimen bila bersamaan tidak memberikan pengaruh pada tinggi rendahnya konsentrasi Pb dan Cu pada dasar sedimen. Untuk Pb dasar sedimen ($r = 0,21$; $p = 0,49 > 0,05$) dengan regresi $Y = 3,06 + 0,24X_1 - 0,54X_2$. Sedangkan untuk Cu dasar ($r = 0,24$; $p = 0,44 > 0,05$) dengan regresi $Y = 10,2 + 0,67X_1 - 0,47X_2$. Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa akumulasi logam berat Pb dan Cu dalam sedimen permukaan maupun dasar yang diambil di tiga muara Sungai Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin tidak tergantung dari banyak sedikitnya prosentase total organik karbon dan gabungan dari silt dan clay. Hal tersebut berbanding terbalik dengan penelitian Galanopoulou *et al.* (2009) yang melakukan penelitian di pelabuhan Keratsini dan teluk Saronikos Yunani logam berat antropogenik seperti Cd, Pb, Zn, Mn, As, Se, Cr, Cu keberadaannya dalam sedimen bagian atas berbanding lurus dengan bahan organik karbon. Daessle *et al.* (2009) menginformasikan peningkatan logam antropogenik dalam sedimen bagian permukaan dan bawah tergantung dari masukan oleh aktivitas dan adanya perubahan sepanjang Delta Colorado.

Penelitian logam berat pada lapisan lapisan sedimen dapat dijadikan data tentang pengaruh ekosistem perairan karena faktor alam dan masukan oleh manusia pada periode waktu (Buckley *et al.* 1995). Sebenarnya keberadaan logam berat antropogenik dalam sedimen di lingkungan perairan seperti pesisir atau estuaria sangat

membahayakan bagi kehidupan organisme benthik. Organisme benthik seperti kerang yang memiliki kemampuan bioakumulasi sangat mudah mengakumulasi logam berat dan tahan terhadap polutan tersebut (Won *et al.*, 2016). Hal tersebut juga terlihat di perairan Brebes dimana konsentrasi logam berat dan kerang Anadara lebih tinggi terhadap logam berat dalam air laut dan sedimen (Suryono *et al.*, 2018). Logam berat pada umumnya lebih cenderung menjadi lebih beracun dan berpotensi penyebab kontaminasi karena bersifat stabil dan tidak terurai dalam lingkungan perairan, jadi mudah terakumulasi dalam biota dan biomagnifikasi dalam rantai makanan (Valdes *et al.*, 2014)

KESIMPULAN

Tinggi rendahnya logam berat antropogenik Pb dan Cu pada lapisan bagian atas dan bawah sedimen yang diambil di tiga muara sungai (Plumbon, Banjir Kanal Barat dan Sringin) tidak ada hubungannya dengan jumlah total bahan organik karbon maupun dengan gabungan antara silt dan clay dalam sedimen. Namun di ketiga muara sungai tersebut konsentrasi Pb baik pada permukaan maupun bawah sedimen lebih tinggi dari pada konsentrasi Cu baik pada permukaan maupun bawah sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Badr, N.B.E., El-Fiky, A.A., Mostafa, A.R & Al-Mur, B.A., 2009. Metal pollution records in core sediments of some Red Sea coastal areas, Kingdom of Saudi Arabia. *Environ Monit Assess* 155:509–526 doi: 10.1007/s10661-008-0452-x
- Buckley, D.E., Smith, J.N., & Winters, G.V., 1995. Accumulation of contaminant metals in marine sediments of Halifax Harbour, Nova Scotia: Environmental factors and historical trends. *App. Geochem.* 10(2):175–195. doi: 10.1016/0883-2927(94)00053-9.
- Daessle, L.W., Ibarra, K.C.L., Tobschall, H.J., Melo, M., Galindo, E.A.G., Hernandez, J.G., & Alvarez, L.G., 2009. Accumulation of As, Pb, and Cu Associated with the Recent Sedimentary Processes in the

- Colorado Delta, South of the United States-Mexico Boundary. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 56:680–692 doi: 10.1007/s00244-008-9218-2
- Daessle, L.W., Ramos, S.E., Carriquiry, J.D., & Camacho, V.F., 2002., Clay dispersal and the geochemistry of manganese in the Northern Gulf of California. *Cont. Shelf. Res.* 22:1311–1323. doi:10.1016/S0278-4343(02)00007-9)
- Froehner, S. & Martins, R. F., 2008., Evaluation of the chemical composition of sediments from the Barigüi river in Curitiba, Brazil. *Quim. Nova.* 31(8):2020–2026
- Galanopoulou, S., Vgenopoulos, A., & Conispoliatis, N. 2009. Anthropogenic Heavy Metal Pollution in the Surficial Sediments of the Keratsini Harbor, Saronikos Gulf, Greece. *Water Air Soil Pollut.* 202:121–130 doi: 10.1007/s11270-008-9962-y
- Hunter, K.A., 1983., On the estuarine mixing of dissolved substances in relation to colloid stability and surface properties. *Geochim Cosmochim Acta* 47:467–473. doi: 10.1016/0016-7037(83) 90269-7
- Liu, J.H., Cao, L., Huang, W., & Dou, S.Z., 2013. Species- and tissue-specific mercury bioaccumulation in five fish species from Laizhou Bay in the Bohai Sea of China. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 31:504–513
- Lu, J.X., Wang, Y.W., Zhang, Q.H., Gao, E.L & Jiang, G.B., 2007., Contamination trends of polybrominated diphenyl ethers, organochlorine pesticides and heavy metals in sediments from Dagu Drainage River estuary, Tianjin, *Chinese Science Bulletin* 52(10):1320-1326
- Mariani, C.F., & Pompeo, M.L.M., 2008., Potentially bioavailable metals in sediment from a tropical polymictic environment—Rio Grande Reservoir, Brazil. *J. Soils Sediments*, 8(5):284– 288.
- Metcalf & Eddy, 1991., Wastewater engineering treatment, disposal and reuse. McGraw Hill, inc. New York. 1334 p
- Rutemberg, K.C., & Goni, M.A., 1997., Phosphorus distribution, C:N:P ratios, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{COC}}$ in arctic, temperate, and tropical coastal sediments: Tools for characterizing birk sedimentary organic matter. *Mar. Geo.* 139(1):123–145
- Strauch, G., Möder, M., Wennrich, R., Osenbrück, K., Gläser, H. R., & Schladitz, T., 2008., Indicators for assessing anthropogenic impact on urban surface and groundwater. *J. Soils Sediments*, 8(1):23–33
- Suryono, C.A., Widada, S., Rochaddi, B., Subagiyo., Setyati, W., & Susilo, E.S., 2018., Kontaminasi logam berat Arsen, Mercury dan Magnesium pada air laut, sedimen dan *Anadara inaequalis* (Mollusca: Bivalvia, Bruguiera, 1792) di Perairan Brebes Indonesia. *J.l Kelautan Tropis* 21 (2): 150-154
- Suryono, C.A., 2016., Akumulasi logam berat Cr, Pb dan Cu dalam sedimen dan hubunannya dengan organisme dasar di perairan Tugu Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* 19 (2): 143 – 149
- Suryono, C.A., & Djunaedi, A., 2017., Logam berat Pb, Cr dan Cd dalam perairan pelabuhan Tanjung Mas Semarang. *J. Kel. Trop.* 20(1):25-29
- Velez, C., Figueira, E., Soares, A., & Freitas, R., 2015. Spatial distribution and bioaccumulation patterns in three clam populations from a low contaminated ecosystem. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 155:114–125
- Viguri, J., Verde, J., & Irabien, A., 2002., Environmental assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in surface sediments of the Santander Bay, Northern Spain. *Chemosphere*, 48:157–165.
- Won, E.J., Kim, K.T., Choi, J.Y., Kim, E.S., & Ra, K., 2016. Target organs of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* for studying metal accumulation and biomarkers in pollution monitoring: laboratory and in-situ transplantation experiments. *Environ. Monit. Assess.* 188(10):478