

## KEANEKARAGAMAN ARTROPODA PREDATOR SEBAGAI INDIKATOR KESEHATAN AIR SAWAH LEBAK SUMATERA SELATAN

Ruarita Ramadhalinga Kawaty<sup>1\*</sup>, Dewi Meidalima<sup>2)</sup> dan Erlan B. Gunawan<sup>2)</sup>

<sup>1\*)</sup>Fakultas Pertanian Universitas Tridianti Palembang

Jl. Kapten Marzuki No. 2446, Kamboja Palembang

<sup>2)</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Sriwigama

Jl. Demang IV, Demang Lebar Daun Lorok Pakjo Palembang

<sup>1\*)</sup>Corresponding author: Telp. +62711378387, Fax. +62711378387

Email: [itaadnan@yahoo.com](mailto:itaadnan@yahoo.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi, mengidentifikasi dan menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan arthropoda predator di perairan sawah lebak tanpa dan yang diaplikasikan pestisida sintetik. Metode penelitian adalah survei dan pengamatan langsung pada perairan sawah lebak di Musi 2 seluas 2 ha dan Pemulutan seluas 3 ha. Pengambilan contoh arthropoda predator dilakukan pada saat tanaman padi berumur 20, 50, dan 80 hari setelah tanam (hst) dan satu minggu setelah panen dengan metode Farmcop dan menggunakan jaring serangga air. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Agroteknologi FP Universitas Tridianti, Balai Karantina Kelas I Palembang. Hasil penelitian pada lokasi Musi 2 dan Pemulutan ditemukan arthropoda predator perairan sawah sebanyak 3 spesies, yaitu *Agriocnemis* sp., *Aeshna* sp., dan *Eretes* sp. Nilai indeks Shannon tinggi ( $H^2=1,036$ ) dan indeks dominansi rendah ( $D=0,468$ ) di Musi 2, sedangkan nilai indeks Shannon rendah ( $H^2=0,980$ ) dan indeks dominansi tertinggi ( $D=0,583$ ) di Pemulutan.

*Kata kunci: arthropoda, indeks Shannon, keanekaragaman, kelimpahan, predator.*

### PENDAHULUAN

Pemakaian insektisida sintetik secara terus menerus dapat berdampak negatif terhadap agroekosistem (Meidalima, 2014), terjadinya pencemaran tanah dan air di lahan sawah lebak. Selain itu, penggunaan pupuk dan pestisida sintetik, dapat berdampak terhadap arthropoda yang ada di perairan ekosistem tersebut.

Agroekosistem yang tidak sehat atau tercemar oleh insektisida sintetik menyebabkan rendahnya kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda (Meidalima dan Meihana, 2013) terutama parasitoid dan predator (Wanger *et al.* 2010). Terjadinya ledakan populasi hama, merupakan salah satu dampak dari rendahnya kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda (Meidalima *et al.* 2017).

Perubahan keanekaragaman dan kelimpahan arthropoda di suatu lahan dapat menjadi parameter kualitas lingkungan (Anderson *et al.* 2011). Beberapa arthropoda air dapat dijadikan indikator kesehatan suatu lahan. Kumbang predator air merupakan salah satu arthropoda umum yang banyak dijumpai di perairan sehat (Burgehelea *et al.* 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Chang *et al.* (2007)



dengan menambahkan insektisida sintetis menyebabkan kematian larva *Ceragrion* sp. (Odonata: Coenagriidae) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa insektisida. Penurunan kualitas air dapat diamati dengan ada atau tidaknya populasi organisme air, termasuk makroinvertebrata (Strayer, 2006). Menurut Fatma *et al.* 2009, beberapa serangga air dan invertebrata dapat dijadikan bioindikator polusi pada perairan tersebut. Keanekaragaman dan kelimpahan larva Odonata merupakan bioindikator kesehatan air di lahan basah (Foote & Hornung, 2005). Serangga Ephemeroptera tidak dapat hidup pada habitat yang sudah tercemar (Samways, 1994).

Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Winasa & Rauf (2005), terjadinya penurunan kelimpahan artropoda permukaan tanah dari family Lycosidae, Lynphiidae, Carabidae dan Formicidae pada ekosistem sawah yang diaplikasi deltametrin. Penurunan serangga fitofag dan artropoda predator juga terjadi pada ekosistem sawah yang diaplikasi profenofos dan deltametrin (Purwanta *et al.*, 1997). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Rizali *et al.* (2002), di pematang sawah di Halimun banyak ditemukan Carabidae yang merupakan bioindikator manajemen lahan pertanian (Kromp, 1990) dan Formicidae untuk indikator kondisi agroekosistem pada suatu daerah (Peck *et al.* 1998). Hal ini berarti di daerah Halimun belum banyak tercemar oleh bahan kimia, seperti pestisida.

Pada ekosistem yang tidak diaplikasi dengan insektisida, kelimpahan artropoda predator, seperti Carabidae (Purwanta *et al.* 1997), dan laba-laba jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem yang disemprot (Tulung, 1999). Penggunaan pestisida merupakan penyebab utama dari rendahnya keanekaragaman dan kelimpahan komunitas makroinvertebrata (seperti : Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera) di lahan sawah (Uwimana, 2011).

Demikian juga penggunaan herbisida secara tidak langsung berpengaruh terhadap musuh alami. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryawan (1999), penyemprotan herbisida untuk mengendalikan gulma di ekosistem padi telah meningkatkan populasi wereng coklat dan wereng hijau, sedangkan populasi predator menurun.

## METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di pertanaman padi sawah lebak di Pemulutan Ogan Ilir dan Musi 2 Kota Palembang, Sumatera Selatan. Pengamatan laboratorium dilakukan di Laboratorium Agroteknologi FP Universitas Tridianti dan Balai Karantina Kelas I Palembang. Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei sampai Agustus 2017. Petak pengamatan di pematang sawah lebak di Pemulutan Ogan Ilir seluas 3 ha dan Musi 2 Kota Palembang seluas 2 ha.

### **Eksplorasi artropoda predator di perairan sawah lebak.**

Pengambilan contoh dilakukan pada saat tanaman padi berumur 20, 50, dan 80 hari setelah tanam (hst) dan satu minggu setelah panen. Pengambilan artropoda predator di perairan sawah rawa lebak dengan menggunakan metode Farmcop (Carino *et al.* 1979) dan menggunakan jaring serangga air. Pengambilan



sampel serangga dilaksanakan pada pagi hari pukul 8 sampai 10, dan sore hari pada pukul 4 sampai 6. Dalam suatu luasan lahan dilakukan penyedotan pada 5 titik, yaitu pada 4 titik sudut sawah dan 1 titik ditengah sawah. Titik pengambilan artropoda predator ditentukan secara diagonal. Juga dilakukan penangkapan dengan menggunakan jaring serangga air. Artropoda predator yang terperangkap dibersihkan sambil dibilas dengan air mengalir. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam botol vial yg telah berisi alkohol 70% untuk diidentifikasi di laboratorium. Pada botol vial diberi label yang menerangkan tanggal, waktu dan lokasi pengambilan artropoda predator.

### Identifikasi artropoda predator di perairan sawah lebak

Identifikasi artropoda predator didasarkan pada ciri morfologinya, dilakukan di Laboratorium Agroteknologi FP Universitas Tridianti dan Balai Karantina Kelas I Palembang. Identifikasi menggunakan acuan buku Kalshoven (1981).

### Pengamatan kelimpahan artropoda predator di perairan sawah lebak.

Setelah semua spesies arthropoda predator yang terperangkap, baik dengan alat penyedot (Farmcop) maupun dengan jaring serangga diidentifikasi, kemudian dikelompokkan dan dihitung. Pengelompokan spesies artropoda predator berdasarkan lokasi dan kriteria petak pengamatan masing-masing.

**Analisis Data.** Spesies serangga arthropoda predator yang ditemukan di perairan sawah lebak yang diapliakasi dan tanpa aplikasi pestisida sintetik dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk gambar. Data komposisi spesies dan jumlah individu artropoda predator digunakan untuk menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman spesies. Ukuran keanekaragaman yang dipergunakan adalah nilai indeks keanekaragaman spesies Shannon, indeks Dominasi Spesies Berger-Parker dan indeks kemerataan spesies dari Pielou (Price 1984).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, pada lokasi Musi 2 dan Pemulutan ditemukan serangga predator di perairan sawah sebanyak 3 spesies, yaitu *Agriocnemia* sp., *Aeshna* sp., dan *Eretes* sp. (Gambar 1).



Keterangan: a) *Agriocnemia* sp., b) *Aeshna* sp., dan c) *Eretes* sp.=

Gambar 1. Spesies serangga predator air yang ditemukan di Musi 2 dan Pemulutan.



Jumlah spesimen serangga predator yang ditemukan di perairan sawah pada lahan tanpa aplikasi pestisida (Musi 2) lebih banyak, jika dibandingkan dengan lahan penelitian di Pemulutan yang secara intensif diaplikasikan pestisida sintetis (tabel 1). Data menunjukkan bahwa secara umum, keberadaan artropoda predator lebih banyak pada lahan tanpa aplikasi pestisida sintetis. Kondisi ini membuktikan bahwa pestisida sintetik berpengaruh terhadap kelimpahan arthropoda predator. Aplikasi pestisida berpengaruh langsung terhadap keberadaan musuh alami (Hall & Nguyen, 2010). Pada ekosistem yang tidak diaplikasikan dengan insektisida, kelimpahan artropoda predator, seperti Carabidae (Purwanta *et al.* 1997), dan laba-laba jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem yang disemprot (Tulung, 1999). Penggunaan pestisida merupakan penyebab utama dari rendahnya keanekaragaman dan kelimpahan komunitas makroinvertebrata (seperti: Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera) di lahan sawah (Uwimana, 2011).

Nilai indeks Shannon pada lahan tanpa diaplikasikan pestisida (Musi 2), menunjukkan tingkat keanekaragaman artropoda predator yang lebih tinggi ( $H' = 1.036$ ), dibandingkan dengan lokasi penelitian di Pemulutan. Indeks dominasi artropoda predator tinggi dan indeks pemerataan lebih rendah terjadi pada lahan yang diaplikasikan pestisida secara intensif. Tingginya tingkat dominasi artropoda predator pada lahan yang diaplikasikan pestisida, menunjukkan adanya ketidakseimbangan populasi antar spesies serangga. Hal itu mengindikasikan terjadinya dominasi yang sangat tinggi oleh spesies tertentu dibandingkan dengan spesies yang lain (Meidalima dan Meihana, 2013).

Tabel 1. Spesies artropoda predator hama padi pada perairan sawah.

Kelas	Spesies	Jumlah spesimen di lahan....	
		Musi 2	Pemulutan
Insekta	<i>Agriocnemia</i> sp.	17	3
	<i>Aeshna</i> sp.	11	7
	<i>Eretes</i> sp.	7	2
Jumlah Spesimen		35	12
H'		1.036	0.980
D		0.486	0.583
E		0.943	0.874

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks Shannon rendah ( $H' = 0.980$ ) dan indeks dominansi tertinggi ( $D = 0.583$ ) terdapat pada lokasi penelitian Pemulutan. Demikian juga dengan jumlah specimen yang ditemukan pada lokasi ini lebih sedikit, yaitu sebanyak 12 ekor specimen.

Dari hasil pengamatan terhadap serangan hama pada waktu penelitian, kondisi serangan hama pada lokasi penelitian di Pemulutan jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan serangan hama pada lokasi penelitian di Musi 2. Hal ini diduga sangat erat kaitannya dengan intensitas aplikasi pestisida sintetis. Pestisida sintetik berpengaruh terhadap kelimpahan arthropoda predator. Aplikasi



pestisida berpengaruh langsung terhadap keberadaan musuh alami (Hall & Nguyen, 2010), sehingga dapat peledakan hama. Gangguan hama merupakan cerminan kerapuhan suatu ekosistem karena adanya penurunan peran musuh alami akibat penggunaan pestisida sintetis yang kurang bijaksana (Herlinda *et al.* 2010).

Informasi dari petani pada lokasi penelitian Pemulutan, bahwa musim tanam pada waktu penelitian dilaksanakan, mereka mengaplikasikan pestisida lebih intensif dibandingkan dengan tahun sebelumnya, yaitu sebanyak 6 kali penyemprotan dengan insektisida dan 2 kali penyemprotan herbisida. Diduga kondisi inilah yang menyebabkan ikut terbunuhnya serangga-serangga lain yang bermanfaat, seperti serangga predator, sehingga memicu terjadinya ledakan hama. Beberapa hasil penelitian yang membuktikan dampak pestisida terhadap musuh alami, seperti yang dilaporkan oleh Carmo *et al.* (2010) pestisida, herbisida dan fungisida sangat berbahaya terhadap parasitoid *Telenomus remus* Nixon. Penggunaan pestisida yang berspektrum luas juga dapat mematikan serangga-serangga lain yang bermanfaat (Kartohardjono, 2011).

Intensitas pengaplikasian pestisida, berpengaruh terhadap berat bulir padi. Hasil perhitungan terhadap berat seribu bulir tanaman padi dari hasil panen pada masing-masing lokasi penelitian menunjukkan lokasi penelitian yang disemprot lebih sering, berat bulir padi lebih rendah (Tabel 2).

Tabel 2. Berat 1000 bulir padi dari masing-masing lokasi penelitian.

Lokasi penelitian	Berat 1000 bulir (g)	Intensitas penyemprotan	
		Pestisida	Herbisida
Musi 2	23,41	0	0
Pemulutan	21,66	6 kali	2 kali

Petani padi di lokasi penelitian Musi tidak mengaplikasikan pestisida sama sekali setiap musim tanam, sehingga jumlah dan jenis artropoda predator relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan di Pemulutan. Kondisi yang terjadi di Pemulutan dari tahun ke tahun, petani cenderung meningkatkan intensitas pengaplikasian pestisida, sehingga menyebabkan sifat resisten hama dan sangat berdampak dengan produksi padi petani.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Serangga predator pada perairan sawah yang ditemukan di Pemulutan Ogan Ilir dan Musi 2 kota Palembang sebanyak 3 spesies. Jumlah individu artropoda predator yang ditemukan di perairan sawah pada lahan tanpa aplikasi pestisida (Musi 2) lebih banyak, jika dibandingkan dengan ketiga lahan penelitian di Pemulutan yang secara intensif diaplikasikan pestisida sintetis. Berat seribu bulir padi dari hasil panen di Musi 2 adalah 23,41 gram. Sedangkan berat seribu bulir padi dari hasil panen lokasi penelitian di Pemulutan 21,66 gram.

## DAFTAR PUSTAKA



- Anderson A, McCormack S, Helden A, Sheridan H, Kinsella A, Purvis G. 2011. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. *Journal of applied Ecology*, 48 : 382-390
- Burghilea CI, Zaharescu DG, Hooda PS, Palanca-Soler A. 2011. Predatory Aquatic Beetles, Suitable Trace Elements Bioindicators. *J Environ Monit*, 13 (5) : 1308-1315
- Carino FO, Kenmore PE, Dyck VA. 1979. The farmcop suction sampler for hoppers and predators in flooded rice fields. *The International Rice Research Newletters*, 4 (5): 21-22.
- Carmo EL, Bueno AF, Bueno RCOF. 2010. Pesticides Selectivity for the Insect Egg Parasitoid *Telenomus remus*. *J. Biocontrol*, 55 (4): 455-464
- Chang X, Zhai B, Wang M, Wang B. 2007. Relationship between exposure to an insecticide and fluctuating asymmetry in a damselfly (Odonata, Coenagriidae). *J. Hidrobiologia* 586 (1) :213-220.
- Fatma KA, Refaat MG, Ibrahim AI. 2009. Some Aquatic Insects and Invertebrates for the Evaluation of Bacteriological Pollution in El-Zomor and El-Mariotyia Canals, Giza, Egypt. *J. Biolog. Sci*, 2 (1): 125-131.
- Foote AL, Hornung CLH. 2005. Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *J. Ecological Entomology*, 30 (3) : 273-283.
- Herlinda S, Wati C, Khodijah, Nunilahwati H, Meidalima D, Mazid A. 2010. Eksplorasi dan Identifikasi Serangga Predator *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) dari Ekosistem Sayuran Dataran Rendah dan Tinggi Sumatera Selatan. *Seminar Nasional hasil Penelitian Bidang Petanian*, Palembang 20 Oktober 2010.
- Hall DG & Nguyen R. 2010. Toxicity of Pesticides to *Tamarixia radiate*, a Parasitoid of the Asian Citrus Psyllid. *J Biocontrol*, 55(5): 601-611.
- Kalshoven LGE. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translated by van der Laan, PT. Ichtar Baru. Van Hoeven, Jakarta, 701p.
- Kartohardjono A. 2011. Penggunaan Musuh Alami sebagai Komponen Pengendalian Hama Padi berbasis Ekologi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4 (1): 29-46.
- Kromp B. 1990. Carabids Beetle (Coleoptera, Carabidae) as Bioindicators in Biological and Conventional Farming in Austrian Potato Fields. *Biol Fert Soils*, 9: 182-187.
- Meidalima D dan Meihana. 2013. Artropoda sebagai Bioindikator Kesehatan Lahan Pertanian. Prosiding Seminar Nasional VII Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia, Palembang 6-8 November 2013.
- Meidalima D. 2014. Sistem Pertanian Organik: Upaya Reklamasi Lahan Pertanian. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia, Palembang 16 April 2014.
- Meidalima D, Kawaty RR, dan Gunawan EB. 2017. The Diversity of Arthropods Predator on Wild Plant in the Rice Field with Pesticides and



- without Pesticides Application. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education*, 9(1): 89-94.
- Peck SL, Mc Quaid B, Campbell CL. 1998. Using Ant Species (Hymenoptera: Formicidae) as a Biological Indicator of Agroecosystem Condition. *J. Entomol Soci America*, 27 (5): 1102-1110.
- Price JF, Shepard M. 1980. Sampling ground predators in soybean fields, p. 530-543. In. M. Kogan & D. C. Herzog (eds.). *Sampling Methods in Soybean Entomology*. Springer-Verlag. New York.
- Purwanta FX, Rauf A, Kartosuwondo U, Sastrosiswoyo W. 1997. Pengaruh Aplikasi Insektisida terhadap Komunitas Artropoda pada Agroekosistem Kedelai. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional PHT, Subang, 16-19 Juni 1997.
- Rizali A, Damayanti Buchori, Hermanu Triwidodo. 2002. Insect Diversity at the Forest Margin-Rice Field Interface: Indicator for a Healthy Ecosystem. *J. Hayati*, 9 (2): 41-48.
- Samways MJ. 1994. *Insect Conservation Biology*. New York : Chapman & Hall.
- Strayer, D.L. 2006. Challenges for freshwater invertebrate conservation. *J. North Am. Benthol*, 25 (5): 271-287
- Suryawan IBG. 1999. Kajian Berbagai Teknik Pengendalian Gulma pada Sawah Pola Tanam Benih Langsung. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 36h. (Tesis S2).
- Tulung M. 1999. Ekologi laba-laba di Pertanaman Padi dengan Perhatian Utama pada *Pardosa pseudoannulata* (Boes. & Str.). Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 120h. (Disertasi S3).
- Uwimana C. 2011. Impact of Rice Cropping on Abundance of Benthic Macroinvertebrates in Nyanza, Sovu and Kibabara Marshes, Huye District. National University of Rwanda Faculty of Science Biology Department. 22p.
- Wanger TC, Rauf A, Schwarze S. 2010. Pesticides and tropical biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(4): 178-179.
- Winasa IW & Rauf A. 2005. Pengaruh Sampling Aplikasi Deltametrin terhadap Artropoda Predator Penghuni Permukaan Tanah di Pertanaman Kedelai. *J. Entomol. Ind*, 2 : 39-47.



- MacFarlane, G.R. 2003. *Accumulation And Distribution of Heavy Metal In The Grey Mangrove Avicennia marina*. Marine Pollution Bulletin. 39 : 179-186.
- MacFarlane, G.R., M.D. Burchett. 2000. *Cellular Distribution of Copper, Lead and Zinc in the Grey Mangrove, Avicennia marina (Forsk.) Vierh.* Aquatic Botany 68: 45–59.
- Marchand, C., M. Allenbach, E. Lallier-Vergès, 2011. *Relationships between heavy metals distribution and organic matter cycling in mangrove sediments (Conception Bay, New Caledonia)*. Geoderma, 160: 444–456.
- Monoarfa, Winarni. 2002. Dampak Pembangunan Bagi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Pantai Losari Makasar. Jurnal Science & Teknologi. 3 (3) : 37-44.
- Mulyadi, E., Laksmono. R., Aprianti. D., 2009. Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 1:33-40.
- Palar H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Rini, D. S. 1999. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dalam Pohon Api-api (*Avicennia marina*) di Perairan Estuari Pantai Timur Surabaya. Skripsi Mahasisiwi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga, Surabaya.
- Rohmawati, 2007. Daya Akumulasi Tumbuhan *Avicennia marina* Terhadap Logam Berat (Cu, Cd, Hg) di Pantai Kenjeran Surabaya. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Biologi. Universitas Islam Negeri Malang. 53 hal.
- Rosmarkam, Afandie dan Yuwono, Nasih Widya. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Setiawan, Agus dan Faisal Hamzah. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. Vol. 2, No. 2, Desember 2010. Diambil dari: <https://media.neliti.com/media/publications/101507-ID-none.pdf> (19 Maret 2018)
- Sunu, Pramudya. 2001. Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia : Jakarta.
- Supriharyono, 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT. Gramedia Pustaka Umum Jakarta, Jakarta.
- Suriyani, Luh De. 2017. Begini Rekomendasi untuk Pelestarian Ekosistem Mangrove Dunia. Diambil dari : <http://www.mongabay.co.id/2017/04/24/begini-rekomendasi-untuk-pelestarian-ekosistem-mangrove-dunia/> (19 Maret 2018)
- Tam, N F Y. 1997. *Normalisation and Heavy Metal Contamination in Mangrove Sediment*. The Science of The Total Environment. 216 : 33-39.
- Thampanya, U., J. E. Vermaat., J. Terrados. 2002. *The Effect of Increasing Sediment Accretion on the Seedlings of Three Common Thai Mangrove Species*. Aquatic Botany, 74: 315–325.
- Winarno, Kusumo dan Ahmas Dwi Setyawan. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya. Vol 7, Nomor 3, Juli 2006. Diambil dari : <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0703/D070318.pdf> (19 Maret 2018).

