

## **Identifikasi Pencemaran pada Lahan Basah (Wetland): Baseline Data dalam Mengatasi Ancaman Lingkungan untuk Ketahanan dan Keamanan Pangan**

### *Identification of Pollution in Wetlands: Baseline Data in Addressing Environmental Threats for Food Safety and Security*

**Nuning Vita Hidayati**<sup>1, 2 \*)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Kampus Karangwangkal, Purwokerto 53123, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Studi Biosains Maritim, Universitas Jenderal Soedirman, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Purwokerto 53123, Indonesia

\*)Penulis untuk korespondensi: [nuning.hidayati@unsoed.ac.id](mailto:nuning.hidayati@unsoed.ac.id)

**Sitasi:** Hidayati NV. 2022. Identification of pollution in wetlands: baseline data in addressing environmental threats for food safety and security. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022. pp. 27-39. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).*

#### **ABSTRACT**

Wetlands include swamps, marshes, billabongs, lakes, salt marshes, mud flats, mangroves, coral reefs, and peat swamps. Located in the transition between aquatic and terrestrial environments and having features of both, wetlands are considered to be one of the most productive ecosystems in the world. Wetlands provide important ecosystem services that provide economic, social, environmental, and cultural benefits. On the other hand, wetlands act as traps for pollutants, including heavy metals, plastics, and pesticides. These pollutants come from point and non-point sources, both terrestrial and marine. Development activities, draining water, urbanization, industry, and poor agricultural practices have been the cause of pollution and even damage to wetlands and their ecosystem functions. Several studies show the accumulation of these pollutants in aquatic organisms, including consumption fish that enter through food webs. It is crucial to understand the accumulation of contaminants through food webs because once these pollutants reach consumers above them, including humans, they can produce chronic effects and even death. Thus, more serious attention needs to be given to wetland management within the framework of food safety and security.

---

Keywords: wetlands, pollution, rehabilitation, microplastics, persistent organic pollutants

#### **ABSTRAK**

Lahan basah meliputi rawa (swamp), rawa (marshes), billabong, danau, rawa asin, dataran lumpur, mangrove, terumbu karang, dan rawa gambut. Berada di transisi antara lingkungan akuatik dan terestrial dan memiliki fitur dari keduanya, lahan basah dianggap sebagai salah satu ekosistem paling produktif di dunia. Lahan basah menyediakan jasa ekosistem penting yang memberikan manfaat ekonomi, sosial, lingkungan dan budaya. Di sisi lain, lahan basah bertindak sebagai perangkap polutan, termasuk logam berat, plastik, dan pestisida. Polutan ini berasal dari sumber titik maupun non titik, baik dari terestrial maupun laut. Kegiatan pembangunan, pengeringan air, urbanisasi, industri, dan praktik pertanian yang buruk telah menjadi penyebab pencemaran dan bahkan kerusakan lahan

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

*ISSN: 2963-6051 (print)*

*Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)*

basah beserta fungsi ekosistemnya. Beberapa studi menunjukkan adanya akumulasi bahan pencemar tersebut dalam organisme air, termasuk ikan konsumsi yang masuk melalui jaring-jaring makanan. Sangat krusial untuk memahami akumulasi polutan melalui jaring makanan, karena begitu polutan ini mencapai konsumen di atasnya, termasuk manusia, polutan tersebut dapat menghasilkan dampak kronis dan bahkan kematian. Maka, dalam kerangka ketahanan dan keamanan pangan, perhatian lebih serius perlu diberikan bagi pengelolaan lahan basah.

---

Kata kunci: lahan basah, pencemaran, rehabilitasi, mikroplastik, polutan persisten organik.

## PENDAHULUAN

Lahan basah (*Wetland*) didefinisikan sebagai rawa alami atau buatan, rawa permanen atau berselang-seling, lahan gambut dan wilayah perairan, dengan aliran air tawar yang statis atau mengalir, air payau dan asin, termasuk wilayah laut/pesisir dengan kedalaman air lebih dari 6 m pada saat surut, berdasarkan Konvensi Ramsar tentang Lahan Basah (Matthews, 1993). Lahan basah menyediakan jasa ekosistem yang penting bagi masyarakat, termasuk konservasi keanekaragaman hayati, perikanan, penyerapan karbon, dan perlindungan terhadap gelombang (Barbier, 2013; Pongpetch & Suwanwaree, 2012). Lahan basah juga bertindak sebagai penyangga banjir dan erosi, dan berfungsi sebagai mata rantai utama dalam siklus air global (EPA, 2022).

Sayangnya, lahan basah kini terancam oleh adanya berbagai aktivitas antropogenik (Zhao *et al.*, 2021). Aktivitas manusia ini mengancam lahan basah dalam berbagai cara berbeda (Bashir *et al.*, 2020; EPA, 2022), yaitu:

- 1) **Perubahan hidrologi**, yang dapat secara signifikan mengubah kimia tanah dan komunitas tumbuhan dan hewan. Perubahan tersebut dapat diakibatkan oleh pengendapan material timbunan, pengeringan, pengerukan dan kanalisasi, tanggul dan bendungan, pengalihan aliran air di DAS, yang meningkatkan limpasan air dan polutan ke lahan basah.
- 2) **Input polutan**, seperti sedimen, pupuk, kotoran manusia, kotoran hewan, garam jalan, pestisida dan logam berat yang dapat melebihi kemampuan alami lahan basah untuk menyerap polutan tersebut dan menyebabkan degradasi. Polutan ini dapat berasal dari limpasan perkotaan, pertanian, silvikultur dan pertambangan, polusi udara, kebocoran dari tempat pembuangan sampah dan pembuangan, dan perahu yang mengaduk polutan di sekitar pantai.
- 3) **Vegetasi lahan basah** yang dapat dirusak oleh masuknya spesies non-asli yang bersaing dengan spesies asli dan hilangnya vegetasi alami. Masuknya spesies invasif, baik secara sengaja maupun tidak sengaja, dapat memberikan tekanan pada tanaman asli dan akhirnya mendorong mereka keluar dari habitat aslinya. Hal ini tentu merusak keanekaragaman komunitas biotik.

Yi *et al.* (2018) dan MDEP (2022) dalam laporannya menyatakan bahwa kesehatan ekologis lahan basah mungkin dalam bahaya akibat adanya fragmentasi habitat dan limpasan air yang tercemar, terutama di daerah urbanisasi. Beberapa jenis bahan pencemar yang teridentifikasi keberadaannya di daerah ini, diantaranya logam berat (Ba *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2022), pestisida (Roque *et al.*, 2021; Zarei-Choghan *et al.*, 2022), serta mikroplastik (Nguyen *et al.*, 2022; Su *et al.*, 2022). Tulisan ini akan menyajikan mengenai beberapa jenis kontaminan yang ditemukan di kawasan lahan basah.

## **Logam Berat**

Logam berat merupakan sekelompok elemen dengan kepadatan lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$ , termasuk logam dan metaloid seperti kadmium (Cd) dan arsenik (As), yang telah diekstraksi dari mineral dan digunakan oleh manusia selama ribuan tahun (Hou *et al.*, 2020). Beberapa ekosistem yang tercemar logam berat diantaranya adalah lahan basah pesisir yang terletak di zona transisi antara daratan dan lautan, yang meliputi rawa asin, hutan bakau, padang lamun, dan dataran pasang surut (Li *et al.*, 2022; Sun *et al.*, 2015). Logam berat masuk ke ekosistem perairan baik dari sumber alami maupun antropogenik. Sumber alami logam berasal dari sumber biogenik (Li *et al.*, 2022), sedangkan sumber antropogenik berasal dari aktivitas manusia di kawasan pesisir, seperti pertanian, perikanan, dan pembuangan limbah diketahui menjadi sumber pencemar logam berat (Hidayati *et al.*, 2020).

Mateo-Sagasta *et al.* (2017) sebelumnya juga telah melaporkan bahwa dalam masyarakat modern, logam berat digunakan dalam berbagai kegiatan industri, domestik dan pertanian, dimana produksi serta penggunaannya terus meningkat. Selama lima dekade terakhir, misalnya, produksi global kromium (Cr) dan timbal (Pb) telah meningkat sebesar 514% dan 232%, masing-masing mencapai 37,5 juta ton dan 11,3 juta ton per tahun (British Geological Survey, 2019; Hou *et al.*, 2020). Hasil penelitian Zhao *et al.* (2021) menemukan bahwa kegiatan industri telah menjadi ancaman utama di lahan basah pesisir, dengan industri peleburan logam besi menjadi salah satu sumber pencemar logam yang paling intens. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Hidayati *et al.*, 2020) di kawasan pesisir pantai utara Jawa Tengah yang mendapatkan bahwa industri tersebut menghasilkan input logam berat ke lingkungan perairan. Percepatan industrialisasi dan urbanisasi yang meningkat diidentifikasi menjadi penyebab bagi masalah pencemaran logam berat (Keshta *et al.*, 2020).

Sumber pencemar logam berat yang lainnya adalah aktivitas pertanian. Seng (Zn) dan tembaga (Copper) diketahui terdapat pada pupuk, sementara As, Cd, dan Merkuri (Hg) adalah konstituen dari beberapa fungisida dan algasida (Fifield & PJ, 2000; Lee *et al.*, 2019). Semakin intensnya penggunaan pupuk anorganik dan pestisida di lahan pertanian telah menyebabkan terjadinya tingkat pengayaan logam berat yang lebih tinggi di dalam tanah (Shi *et al.*, 2022). Sebagaimana hasil temuan Lin *et al.* (2022) yang mendapatkan bahwa aplikasi pupuk kimia menjadi faktor penting dalam peningkatan kandungan Cd dalam tanah.

Tidak seperti polutan anorganik lainnya, logam berat tidak dapat terdegradasi melalui proses biologis dan mikroba, menyebabkan keberadaannya yang lama di sedimen lahan basah setelah dilepaskan dari sumber industri (Guittony-Philippe *et al.*, 2014). Logam berat yang sangat persisten dan tidak dapat terurai ini secara negatif mempengaruhi pertumbuhan dan perilaku organisme melalui bioakumulasi dalam rantai makanan (Ali & Khan, 2019). Alloway (2013) menyatakan bahwa As, Cd, Cu, Hg, dan Zn adalah lima logam dengan dampak paling potensial yang memasuki lingkungan dalam konsentrasi tinggi melalui air hujan dan pembuangan air limbah sebagai konsekuensi dari aktivitas pertanian dan industri.

Kontaminasi logam berat yang mencapai lahan basah dapat berdampak kuat pada sifat fisikokimia kualitas air dan tanah (Guittony-Philippe *et al.*, 2014; Kalbitz & Wennrich, 1998), habitat satwa (Mukherjee *et al.*, 2022), organisme penghuni sedimen (Pandiyan *et al.*, 2021), dan jaring-jaring makanan (Wu *et al.*, 2022). Berbagai studi juga telah mengungkapkan bahwa logam berat dapat menyebabkan generasi radikal bebas, menyebabkan stres oksidatif pada organisme, merusak enzim, protein, lipid, dan asam

nukleat, termasuk DNA, mengganggu proses metabolisme, dan mengakibatkan disfungsi seluler, jaringan, dan bahkan kematian individu (Jaishankar *et al.*, 2014).

Kekhawatiran tentang pencemaran logam berat telah berkembang di seluruh dunia. Meskipun kebijakan perlindungan lingkungan semakin ketat selama beberapa dekade terakhir, pencemaran logam berat tetap menjadi masalah lingkungan utama di banyak wilayah, termasuk negara maju (Mateo-Sagasta *et al.*, 2017; Yang *et al.*, 2019).

### **Mikroplastik**

Plastik sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Hampir semua peralatan penunjang hidup kita terbuat dari plastik. Mulai dari peralatan rumah tangga hingga kendaraan pribadi kita mengandung unsur plastik. Plastik merupakan material yang secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke-20, tepatnya pada tahun 1975 diperkenalkan oleh Montgomery Ward, Sears, J.C. Penny, Jodan Marsh dan toko-toko retail besar lainnya (Marpaung & Widiaji, 2009). Pemakaian plastik ini kemudian semakin meningkat karena sifat plastik yang durable, ringan, kuat dan murah. Plastik juga memiliki nilai isolasi termal dan listrik yang tinggi (Thompson *et al.*, 2009).

Sejumlah besar plastik diproduksi dan dikonsumsi setiap tahun, dengan sekitar 368 juta ton plastik diproduksi secara global pada tahun 2019 (Plastics-Europe, 2020). Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS) melaporkan, konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 17 kg/kapita/tahun (Elmi *et al.*, 2017). Diproyeksikan bahwa produksi plastik akan meningkat sebesar 40% pada tahun 2030. Saat ini, plastik sintetis yang paling banyak digunakan adalah polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), polystyrene (PS), polypropylene (PP), dan low maupun high density polyethylene terephthalate (PET). Secara keseluruhan, plastik ini mewakili 90% dari total produksi dunia (Andrady & Neal, 2009).

Tingginya intensitas penggunaan plastik telah mengakibatkan terjadinya pencemaran sampah plastik, yang kemudian menjadi salah satu issue sentral masyarakat dunia di kawasan pesisir dan laut. Meskipun kawasan lahan basah sering diabaikan dalam studi sampah plastik, beberapa studi tentang keberadaan plastik di kawasan ini telah dilakukan (Birami *et al.*, 2022; Paduani, 2020; Wang *et al.*, 2022). Zhang (2017) menyatakan bahwa lahan basah pesisir sangat rentan terhadap sampah plastik. Karena ceruk lingkungan yang berada di antarmuka sistem darat dan laut, lahan basah rentan terhadap pengendapan fragmen plastik dari kedua sisi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Liu *et al.* (2019), bahwa sebagai zona transisi antara ekosistem darat dan perairan, lahan basah penting dalam proses migrasi lingkungan plastik, terutama mikroplastik.

Berdasarkan pada ukurannya, plastik dapat dibagi menjadi makroplastik (> 5 mm), mesoplastik (1 mm - ≤ 5 mm), dan mikroplastik (≤ 1 mm) (Lambert *et al.*, 2014). Namun demikian, secara umum plastik dengan ukuran ≤ 5 mm dinyatakan sebagai mikroplastik (Lambert & Wagner, 2018). Pelapukan dan radiasi ultraviolet dapat menyebabkan makroplastik besar mengalami degradasi dan atau fragmentasi secara perlahan menjadi partikel yang lebih kecil di lingkungan perairan, yaitu mikroplastik (Santos *et al.*, 2009). Mikroplastik ini telah menarik banyak perhatian dari seluruh dunia dalam beberapa tahun terakhir, baik terkait toksisitas, prevalensi, maupun distribusinya di ekosistem perairan dan darat (Ivar do Sul & Costa, 2014; Tang *et al.*, 2021). Mikroplastik memiliki karakteristik sangat stabil dan dapat bertahan lama di lingkungan perairan (Manbohi *et al.*, 2021).

Secara umum, keberadaan mikroplastik di kawasan lahan basah bersumber dari 2 masukan (input), yaitu: *point sources* (sumber titik) seperti buangan limbah industri, dan *non-point sources* (sumber non-titik) seperti aktivitas pertanian (Xia *et al.*, 2022). Sebelumnya, Jiang *et al.* (2020) menemukan bahwa fasilitas pengolahan air limbah sangat

berperan dalam transfer mikroplastik perkotaan yang berasal dari aktivitas manusia ke lingkungan perairan. Terkait dengan *non-point sources*, produk plastik mulsa yang sering digunakan selama produksi pertanian, dalam jangka panjang telah mengakibatkan akumulasi fragmen sampah plastik di permukaan tanah dan pembentukan mikroplastik yang dapat masuk ke air permukaan melalui limpasan permukaan (Huang *et al.*, 2020). Demikian pula kegiatan akuakultur yang menggunakan plastik dalam proses produksi, menjadi sumber kontaminasi mikroplastik di lahan basah perkotaan (Li *et al.*, 2018). Tingginya kepadatan populasi manusia yang tinggal di pesisir dibandingkan di pedalaman juga dapat menghasilkan sampah plastik, bahkan dalam jumlah yang lebih besar (Abidli *et al.*, 2018; Andrady, 2011) (Tabel 1).

### **Persistent Organic Pollutant (POPs)**

Persistent Organic Pollutant (POPs) adalah bahan kimia yang mampu bertahan di lingkungan, bersifat bioakumulatif melalui jaring makanan, dan menimbulkan risiko dan efek buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan (European Commission, 2022). Jones and de Voogt (1999) juga melaporkan bahwa senyawa ini bersifat semi-volatil, persisten di lingkungan untuk waktu yang lama, dapat bermigrasi di udara, air, tanah, maupun sedimen, dan dapat terakumulasi sampai pada tingkat yang dapat membahayakan organisme dan kesehatan manusia. menyatakan, pada dasarnya POPs dapat dicirikan berdasarkan empat sifat utamanya, yaitu:

- a) sangat gigih; POPs sangat stabil di semua konstituen lingkungan,
- b) melakukan perjalanan jarak jauh melalui udara dan air
- c) bioakumulasi dalam jaringan lemak, dan
- d) sangat beracun, bahkan pada tingkat rendah.

Kelompok polutan prioritas ini terdiri dari pestisida (seperti DDT), bahan kimia industri (seperti *polychlorinated biphenyls*, PCBs) dan produk sampingan yang tidak disengaja dari proses industri (seperti dioksin dan furan) (European Commission, 2022).

Terkait dengan pestisida, peningkatan pertumbuhan penduduk telah meningkatkan permintaan pangan, yang mengakibatkan peningkatan jumlah pestisida sebagai salah satu *agrochemical* yang digunakan untuk meningkatkan produksi (Schwarzenbach *et al.*, 2010). *Agrochemical* adalah bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pertanian, termasuk diantaranya adalah pupuk, pestisida, herbisida, dan hormon tanaman. Penggunaan *agrochemical* untuk meningkatkan produksi terbukti telah mengakibatkan pencemaran di lingkungan perairan, termasuk kawasan lahan basah (Mateo-Sagasta *et al.*, 2017). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Cui *et al.* (2020) dan Zarei-Choghan *et al.* (2022) yang mendapatkan bahwa pestisida pada kawasan *wetland* terutama berasal dari aktivitas pertanian.

Pestisida, termasuk insektisida, herbisida, dan fungisida terbukti telah diterapkan secara luas di bidang pertanian di beberapa negara (Matamoros *et al.*, 2020; Schreinemachers & Tipraqsa, 2012) dan terbawa ke ekosistem perairan dan mencemari lingkungan perairan. FAO melaporkan bahwa jutaan ton pestisida digunakan di bidang pertanian. Secara spesifik, FAO (2019) melaporkan bahwa tingkat konsumsi pestisida mencapai 2,69 kg/ha (2018–2019) di seluruh dunia. Di Prairies, Canada, Malaj *et al.* (2020) melaporkan penggunaan 39.236 metrik ton pestisida yang terdiri dari 94 bahan aktif pada tahun 2015, dengan Herbisida merupakan jenis dengan kuantitas penggunaan tertinggi (24-183 kg/km<sup>2</sup>), diikuti oleh fungisida (0,4–23,8 kg/km<sup>2</sup>) dan insektisida (0,4–3,6 kg/km<sup>2</sup>). Bukan hanya berasal dari aktivitas pertanian, (Álvarez-Ruiz *et al.*, 2020) menemukan keberadaan 59 pestisida yang saat ini digunakan dari area lahan basah di Arab Saudi, yang berasal dari pembuangan air limbah.

*Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022*  
*“Revitalisasi Sumber Pangan Nabati dan Hewani Pascapandemi dalam Mendukung Pertanian Lahan Suboptimal secara Berkelanjutan”*

Tabel 1. Berbagai penelitian terkait plastik di kawasan lahan basah

Lokasi	Ukuran	Matriks	Kelimpahan	Daerah/ sumber pencemar	Shape	Jenis polimer	Warna	Ref
Anzali Wetland, Iran	Mikroplastik	sedimen	30 - 1380 item/kg	daerah dekat perkotaan, mulut sungai	fiber	Polypropylene (PP) and polyethylene (PE)	transparan	Birami <i>et al.</i> (2022)
Anzali Wetland, Iran	Mikroplastik	Air dan sedimen	sediment: 3690 item/kg; Air: 4.41 item/m <sup>3</sup>	Limbah domestik, industri, aktivitas penangkapan ikan (tali dan jaring)	Fiber, fragment, film	Polypropylene, polyethylene, polyester, polystyrene, polyacrylonitrile	merah, hitam, biru	Rasta <i>et al.</i> (2020)
Anzali Wetland, Iran	Mikroplastik	ikan	358 items (9 jenis ikan)	Limbah domestik, industri, aktivitas penangkapan ikan (tali dan jaring)	Fiber, fragment, film, pellet	cellophane, polystyrene (PS), nylon, alkyd resin, polyethylene (PE), polypropylene (PP), high-density polyethylene (HDPE), polyethylene terephthalate (PET)	hitam, merah, biru, putih, kuning dan hijau	Rasta <i>et al.</i> (2021)
Huixian Wetland, Guilin, China	Mikroplastik	air permukaan, sedimen, effluent limbah, dan limbah pertanian	air: 16.5–89.0 items/L; sedimen: 16.8 × 10 <sup>3</sup> –52.8 × 10 <sup>3</sup> items/kg; effluent limbah: 172.0–605.0 items/L	effluent limbah dan limbah pertanian		PE, polyethylene; PP, polypropylene; PS, polystyrene; PVC, polyvinyl chloride; PA, polyamide		Xia <i>et al.</i> (2022)
Lahan gambut Delta Mekong, Vietnam	Mikroplastik	Sedimen	10 to 770 items/kg (rerata: 513.0 ± 186.9 item/kg )	kawasan urbanisasi, kawasan kegiatan pertanian, tempat	fiber, fragment, foam, film	PE, PES, PP, PS, PUR (polyurethane),	putih, biru, merah, oranye,	Nguyen <i>et al.</i> (2022)

Editor: Siti Herlinda *et. al.*

ISSN: 2963-6051 (print)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

**Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022**  
**“Revitalisasi Sumber Pangan Nabati dan Hewani Pascapandemi dalam Mendukung Pertanian Lahan Suboptimal secara Berkelanjutan”**

				pembangunan, dan pembuangan air limbah rumah tangga.		PVA (polyvinyl acetate), PVCA (polyvinyl chloride acetate), PVC, DINCH (1,2- cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester), EPDM (ethylene propylene diene monomer), HNBR (hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber), Vinylec, VCVAcVA terpolymers (vinyl chloride: vinyl acetate: vinyl alcohol terpolymers), TFE (tetrafluoroethylene, SAA (polystyrene- co-allyl alcohol)	hitam, kuning, hijau, pink, dan transparan
Freshwater dan coastal wetlands	Mikroplastik	Air dan sedimen	Air: 5531 item/m <sup>3</sup> ; sedimen: 6360 item/kg		Serat (benang), fragmen, filamen, busa, dan microbeads		Kumar <i>et al.</i> (2021)
Qinzhou Bay wetlands, China	Mikroplastik	Sedimen	15 to 12,852 items/kg	Akuakultur (budidaya moluska)	fiber, sphere, and fragment	PS, PP, PE, oxidized PE, and low-density PE	Li <i>et al.</i> (2018)

*Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022*  
*“Revitalisasi Sumber Pangan Nabati dan Hewani Pascapandemi dalam Mendukung Pertanian Lahan Suboptimal secara Berkelanjutan”*

Tidal freshwater wetland, Kenilworth Park & Aquatic Gardens, Washington, DC	Mikroplastik	Sedimen	7387–47,047 item/m <sup>2</sup> (334–3068 item/kg dw)	Urbanisasi	Fiber, fragmen	PS, PE, SR, cellophane, PP & PET	Helcoski <i>et al.</i> (2020)
Todos os Santos Bay, Brazil	Mikroplastik	Sedimen	555 - 31,087 items/kg	Buangan air limbah, mis-management limbah padat dari kota, landfills, dan penggunaan bahan plastik yang intensif dalam penangkapan ikan (jaring, penyangga tiram)	fibers, fragments, Filmes, pellet, foams	Transparan, hijau, merah, kuning, hitam	Paes <i>et al.</i> (2022)



## KESIMPULAN

Keberadaan berbagai jenis polutan telah diidentifikasi di kawasan lahan basah, diantaranya logam berat, mikroplastik, dan pestisida. Secara umum, keberadaan kontaminan tersebut telah sampai pada tingkat yang dapat menimbulkan resiko ekologis maupun kesehatan manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidli S, Antunes JC, Ferreira JL, Lahbib Y, Sobral P, Trigui El Menif N. 2018. Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast (Mediterranean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 205: 1-9. DOI: 10.1016/j.ecss.2018.03.006.
- Ali H, Khan E. 2019. Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of non-essential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs—Concepts and implications for wildlife and human health. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 25 (6): 1353-1376. DOI: 10.1080/10807039.2018.1469398.
- Alloway BJ. 2013. *Heavy Metals in Soils*. Springer Dordrecht.
- Álvarez-Ruiz R, Picó Y, Alfarhan AH, El-Sheikh MA, Alshahrani HO, Barceló D. 2020. Dataset of pesticides, pharmaceuticals and personal care products occurrence in wetlands of Saudi Arabia. *Data in Brief*. 31: 105776. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105776.
- Andrady AL. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 62 (8): 1596-1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. 2009. Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364 (1526): 1977-1984. DOI: 10.1098/rstb.2008.0304.
- Ba J, Gao F, Peng C, Li J. 2022. Characteristics of nitrate and heavy metals pollution in Huixian Wetland and its health risk assessment. *Alexandria Engineering Journal*. 61 (11): 9031-9042. DOI: 10.1016/j.aej.2022.02.045.
- Barbier EB. 2013. Valuing Ecosystem Services for Coastal Wetland Protection and Restoration: Progress and Challenges. *Resources*. 2 (3): 213-230.
- Bashir I, Lone FA, Bhat RA, Mir SA, Dar ZA, Dar SA. 2020. Concerns and Threats of contamination on aquatic ecosystems. In K. R. Hakeem, R. A. Bhat, & H. Qadri (Eds.), *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation* (pp. 1-26). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-35691-0\_1.
- Birami FA, Keshavarzi B, Moore F, Busquets R, Zafarani SGG, Golshani R, Cheshmvaht H. 2022. Microplastics in surface sediments of a highly urbanized wetland. *Environmental Pollution*. 314: 120276. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120276.
- British Geological Survey. 2019. *World Mineral Statistics Dataset*.
- Cui S, Yu T, Zhang F, Fu Q, Hough R, An L, Gao S, Zhang Z, Hu P, Zhu Q, Pei Z. 2020. Understanding the risks from diffuse pollution on wetland eco-systems: The effectiveness of water quality classification schemes. *Ecological Engineering*. 155: 105929. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2020.105929.
- Elmi K, Heny H, Endang Yuli P. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 36 (2): 67-76.
- EPA. 2022. *How do Wetlands Function and Why are they Valuable?* U.S. Environmental Protection Agency. Retrieved 02 Oktober 2022.

- European Commission. 2022. *Persistent Organic Pollutants (POPs)*. European Commission. Retrieved 11 Oktober 2022.
- FAO. 2019. *FAOSTAT*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>
- Fifield F, PJ H. 2000. *Environmental analytical chemistry*. Wiley-Blackwell.
- Guittonny-Philippe A, Masotti V, Höhener P, Boudenne JL, Viglione J, Laffont-Schwob I. 2014. Constructed wetlands to reduce metal pollution from industrial catchments in aquatic Mediterranean ecosystems: A review to overcome obstacles and suggest potential solutions. *Environment International*. 64: 1-16. DOI: 10.1016/j.envint.2013.11.016.
- Helcoski R, Yonkos LT, Sanchez A, Baldwin AH. 2020. Wetland soil microplastics are negatively related to vegetation cover and stem density. *Environmental Pollution*. 256: 113391. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113391.
- Hidayati NV, Prudent P, Asia L, Vassalo L, Torre F, Widowati I, Sabdono A, Syakti AD, Doumenq P. 2020. Assessment of the ecological and human health risks from metals in shrimp aquaculture environments in Central Java, Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*. 27 (33): 41668-41687. DOI: 10.1007/s11356-020-09967-8.
- Hou D, O'Connor D, Igalavithana AD, Alessi DS, Luo J, Tsang DCW, Sparks DL, Yamauchi Y, Rinklebe J, Ok YS. 2020. Metal contamination and bioremediation of agricultural soils for food safety and sustainability. *Nature Reviews Earth & Environment*. 1 (7): 366-381. DOI: 10.1038/s43017-020-0061-y.
- Huang, Y., Liu, Q., Jia, W., Yan, C., & Wang, J. 2020. Agricultural plastic mulching as a source of microplastics in the terrestrial environment. *Environmental Pollution*, 260, 114096. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114096.
- Ivar do Sul JA, Costa MF. 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution*. 185: 352-364. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.10.036.
- Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol*. 7 (2): 60-72. DOI: 10.2478/intox-2014-0009.
- Jiang J, Wang X, Ren H, Cao G, Xie G, Xing D, Liu B. 2020. Investigation and fate of microplastics in wastewater and sludge filter cake from a wastewater treatment plant in China. *Science of The Total Environment*. 746: 141378. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141378.
- Jones KC, de Voogt P. 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental Pollution*. 100 (1): 209-221. DOI: 10.1016/S0269-7491(99)00098-6.
- Kalbitz K, Wennrich R. 1998. Mobilization of heavy metals and arsenic in polluted wetland soils and its dependence on dissolved organic matter. *Science of The Total Environment*. 209 (1): 27-39. DOI: 10.1016/S0048-9697(97)00302-1.
- Keshta AE, Shaltout KH, Baldwin AH, Sharaf El-Din AA. 2020. Sediment clays are trapping heavy metals in urban lakes: An indicator for severe industrial and agricultural influence on coastal wetlands at the Mediterranean coast of Egypt. *Marine Pollution Bulletin*. 151: 110816. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.110816.
- Kumar R, Sharma P, Bandyopadhyay S. 2021. Evidence of microplastics in wetlands: Extraction and quantification in Freshwater and coastal ecosystems. *Journal of Water Process Engineering*. 40: 101966. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.101966.
- Lambert S, Sinclair C, Boxall A. 2014. Occurrence, Degradation, and Effect of Polymer-Based Materials in the Environment. In D. M. Whitacre (Ed.), *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 227: 1-53. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-01327-5\_1.

- Lambert S, Wagner M. 2018. Microplastics are contaminants of emerging concern in freshwater environments: an overview. In M. Wagner & S. Lambert (Eds.), *Freshwater Microplastics : Emerging Environmental Contaminants?* (pp. 1-23). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-61615-5\_1.
- Lee PK, Yu S, Jeong YJ, Seo J, Choi SG, Yoon BY. 2019. Source identification of arsenic contamination in agricultural soils surrounding a closed Cu smelter, South Korea. *Chemosphere*. 217: 183-194. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.11.010.
- Li J, Zhang H, Zhang K, Yang R, Li R, Li Y. 2018. Characterization, source, and retention of microplastic in sandy beaches and mangrove wetlands of the Qinzhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*. 136: 401-406. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.09.025.
- Li Z, Pan F, Xiao K, Li H, Zheng C, Wang X, Zhang Y, Wang Q, Zhang L. 2022. An integrated study of the spatiotemporal character, pollution assessment, and migration mechanism of heavy metals in the groundwater of a subtropical mangrove wetland. *Journal of Hydrology*. 612: 128251. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2022.128251.
- Lin Y, Luo K, Su Z, Wu Y, Xiao W, Qin M, Lin J, Zhang S, Zhang Y, Jiang Y, Peng B, Guo Y, Wang X, Wang Y. 2022. Imposed by urbanization on soil heavy metal content of lake wetland and evaluation of ecological risks in East Dongting Lake. *Urban Climate*. 42: 101117. DOI: 10.1016/j.uclim.2022.101117.
- Liu H, Tang L, Liu Y, Zeng G, Lu Y, Wang J, Yu J, Yu M. 2019. Wetland-a hub for microplastic transmission in the global ecosystem. *Resources, Conservation and Recycling*. 142: 153-154. DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.11.028.
- Manbohi A, Mehdiinia A, Rahnama R, Dehbandi R, Hamzehpour A. 2021. Spatial distribution of microplastics in sandy beach and inshore-offshore sediments of the southern Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 169: 112578. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112578.
- Marpaung GS, Widiaji. 2009. *Raup rupiah dari sampah plastik*. Pustaka Bina Swadaya.
- Matamoros V, Caiola N, Rosales V, Hernández O, Ibáñez C. 2020. The role of rice fields and constructed wetlands as a source and a sink of pesticides and contaminants of emerging concern: Full-scale evaluation. *Ecological Engineering*. 156: 105971. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2020.105971.
- Mateo-Sagasta J, Zadeh S, Turrall H, Burke J. 2017. *Water Pollution from Agriculture: a Global Review*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Water Management Institute, Rome.
- Matthews GVT. 1993. *The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development*. the Ramsar Convention Bureau.
- MDEP. 2022. *Threats to wetlands*. Maine Department of Environmental Protection (MDEP). Retrieved 28 September 2022.
- Mukherjee A, Pal S, Das P, Mukhopadhyay SK. 2022. Heavy metal exposure to a migratory waterfowl, Northern Pintail (*Anas acuta*), in two peri-urban wetlands. *Science of The Total Environment*. 851:158238. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158238.
- Nguyen MK, Lin C, Hung NTQ, Vo DVN, Nguyen KN, Thuy BTP, Hoang HG, Tran HT. 2022. Occurrence and distribution of microplastics in peatland areas: A case study in Long An province of the Mekong Delta, Vietnam. *Science of The Total Environment*. 844: 157066. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157066.
- Paduani M. 2020. Microplastics as novel sedimentary particles in coastal wetlands: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 161: 111739. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111739.
- Paes EdS, Gloaguen TV, Silva HdAdC, Duarte TS, de Almeida MdC, Costa ODAV, Bomfim MR, Santos JAG. 2022. Widespread microplastic pollution in mangrove soils

- of Todos os Santos Bay, northern Brazil. *Environmental Research*. 210: 112952. DOI: 10.1016/j.envres.2022.112952.
- Pandiyani J, Mahboob S, Govindarajan M, Al-Ghanim KA, Ahmed Z, Al-Mulhm N, Jagadheesan R, Krishnappa K. 2021. An assessment of level of heavy metals pollution in the water, sediment and aquatic organisms: A perspective of tackling environmental threats for food security. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28 (2): 1218-1225. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.11.072.
- Plastics-Europe. 2020. *Plastics—the Facts 2020*.
- Pongpetch N, Suwanwaree P. 2012. Spatial Water Quality Assessment and Mapping of Lahan Swamp, Chaiyaphum, Thailand. *Procedia Environmental Sciences*. 13: 655-659. DOI: 10.1016/j.proenv.2012.01.057.
- Rasta M, Sattari M, Taleshi MS, Namin JI. 2020. Identification and distribution of microplastics in the sediments and surface waters of Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran. *Marine Pollution Bulletin*. 160: 111541. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111541.
- Rasta M, Sattari M, Taleshi MS, Namin JI. 2021. Microplastics in different tissues of some commercially important fish species from Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran. *Marine Pollution Bulletin*. 169: 112479. hDOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112479.
- Roque FdO, Guerra A, Johnson M, Padovani C, Corbi J, Covich AP, Eaton D, Tomas WM, Valente-Neto F, Borges ACP, Pinho A, Barufatii A, Crispim BdA, Guariento RD, Andrade MHdS, Rezende-Filho AT, Portela R, Divina M, da Silva JCS, Bernadino C, Gomes de Sá ÉFG, Cordeiro-Estrela P, Desbiez A, Rosa IMD, Yon L. 2021. Simulating land use changes, sediment yields, and pesticide use in the Upper Paraguay River Basin: Implications for conservation of the Pantanal wetland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 314: 107405. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107405.
- Santos IR, Friedrich AC, Ivar do Sul JA. 2009. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*. 148 (1): 455-462. DOI: 10.1007/s10661-008-0175-z.
- Schreinemachers P, Tipraqsa P. 2012. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food Policy*. 37 (6): 616-626. DOI: 10.1016/j.foodpol.2012.06.003.
- Schwarzenbach RP, Egli T, Hofstetter TB, von Gunten U, Wehrli B. 2010. Global Water Pollution and Human Health. *Annual Review of Environment and Resources*. 35 (1): 109-136. DOI: 10.1146/annurev-environ-100809-125342.
- Shi W, Li T, Feng Y, Su H, Yang Q. 2022. Source apportionment and risk assessment for available occurrence forms of heavy metals in Dongdahe Wetland sediments, southwest of China. *Science of The Total Environment*. 815: 152837. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152837.
- Su X, Yuan J, Lu Z, Xu J, He Y. 2022. An enlarging ecological risk: Review on co-occurrence and migration of microplastics and microplastic-carrying organic pollutants in natural and constructed wetlands. *Science of The Total Environment*. 837: 155772. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155772.
- Sun Z, Mou X, Tong C, Wang C, Xie Z, Song H, Sun W, Lv Y. 2015. Spatial variations and bioaccumulation of heavy metals in intertidal zone of the Yellow River estuary, China. *CATENA*. 126:43-52. DOI: 10.1016/j.catena.2014.10.037.
- Tang Y, Liu Y, Chen, Y, Zhang, W, Zhao J, He S, Yang C, Zhang T, Tang C, Zhang C, Yang Z. 2021. A review: Research progress on microplastic pollutants in aquatic

- environments. *Science of The Total Environment*. 766: 142572. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.142572.
- Thompson RC, Swan SH, Moore CJ, vom Saal FS. 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364 (1526): 1973-1976. DOI: 10.1098/rstb.2009.0054.
- Wang Q, Huang K, Li Y, Zhang Y, Yan L, Xu K, Huang S, Junaid M, Wang J. 2022. Microplastics abundance, distribution, and composition in freshwater and sediments from the largest Xijin Wetland Park, Nanning, South China. *Gondwana Research*. 108: 13-21. DOI: 10.1016/j.gr.2021.07.009.
- Wu X, Chen L, Li X, Cao X, Zheng X, Li R, Zhang Je, Luo X, Mai, B. 2022. Trophic transfer of methylmercury and brominated flame retardants in adjacent riparian and aquatic food webs:  $^{13}\text{C}$  indicates biotransport of contaminants through food webs. *Environmental Pollution*. 306: 119433. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119433.
- Xia F, Liu H, Zhang J, Wang D. 2022. Migration characteristics of microplastics based on source-sink investigation in a typical urban wetland. *Water Research*. 213: 118154. DOI: 10.1016/j.watres.2022.118154.
- Yan X, An J, Yin Y, Gao C, Wang B, Wei S. 2022. Heavy metals uptake and translocation of typical wetland plants and their ecological effects on the coastal soil of a contaminated bay in Northeast China. *Science of The Total Environment*. 803: 149871. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149871.
- Yang S, Zhao J, Chang SX, Collins C, Xu J, Liu X. 2019. Status assessment and probabilistic health risk modeling of metals accumulation in agriculture soils across China: A synthesis. *Environment International*. 128: 165-174. DOI: 10.1016/j.envint.2019.04.044.
- Yi L, Chen J, Jin Z, Quan Y, Han P, Guan S, Jiang X. 2018. Impacts of human activities on coastal ecological environment during the rapid urbanization process in Shenzhen, China. *Ocean & Coastal Management*. 154: 121-132. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.005.
- Zarei-Choghan M, Jorfi S, Saki A, Jaafarzadeh N. 2022. Spatial distribution, ecological and health risk assessment of organophosphorus pesticides identified in the water of Naseri artificial wetland, Iran. *Marine Pollution Bulletin*. 179: 113643. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113643.
- Zhang H. 2017. Transport of microplastics in coastal seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 199, 74-86. DOI:10.1016/j.ecss.2017.09.032.
- Zhao X, Zhang Q, He G, Zhang L, Lu Y. 2021. Delineating pollution threat intensity from onshore industries to coastal wetlands in the Bohai Rim, the Yangtze River Delta, and the Pearl River Delta, China. *Journal of Cleaner Production*. 320: 128880. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128880.