

## STANDARDISASI LHK

# URGENSI STANDAR BIOMONITORING SEBAGAI SALAH SATU INDIKATOR MONITORING DAN EVALUASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (MONEV DAS)

Pengamatan kualitas tanah dan air dapat dilakukan dengan menggunakan metode Biomonitoring. Urgensi terhadap penyusunan standar Biomonitoring ini penting dilakukan untuk mempermudah dalam pengamatan kualitas tanah dan air, serta menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan dan meningkatkan partisipasi seluruh elemen masyarakat karena sifatnya yang mudah dan murah.

**Pranatasari Dyah Susanti dan Gunarti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pengendali Dampak Lingkungan

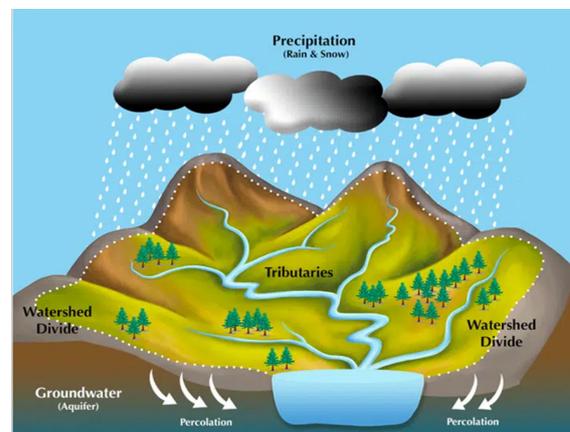
Balai Penerapan Standar dan Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Solo

Email: pdyahsusanti@gmail.com

**D**AS (Daerah Aliran Sungai) adalah salah satu lanskap yang merupakan hasil dari proses geomorfologi (Rahayu *et al.*, 2009). Dalam Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.61 /Menhut-II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, disebutkan bahwa DAS merupakan suatu kesatuan ekosistem utuh yang meliputi daerah hulu hingga hilir, serta menjadi tempat berlangsungnya proses-proses biofisik hidrologis yang dikenal dengan siklus air. Selain itu, DAS juga merupakan tempat berlangsungnya berbagai kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang dapat menjadi bentuk intervensi manusia terhadap sistem alami DAS. Bentuk intervensi ini sangat beragam, mulai dari pembangunan pemukiman, industri, pertanian, peternakan dan berbagai kegiatan lain yang berpotensi menimbulkan pencemaran terutama tanah dan air. Pencemaran terhadap tanah dan air ini dapat menyebabkan perubahan daya dukung DAS. Daya dukung DAS sendiri merupakan kemampuan suatu DAS untuk mewujudkan kelestarian serta keserasian ekosistem yang bermanfaat bagi manusia dan makhluk hidup lainnya secara berkelanjutan, bukan hanya untuk masa kini namun juga untuk generasi yang akan datang (Wahyuningrum *et al.*, 2018).

Monev (Monitoring dan Evaluasi) suatu DAS merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mengetahui kondisi daya dukung suatu DAS.

Terdapat beberapa parameter yang harus dilakukan untuk melakukan penilaian terhadap kinerja DAS atau Monev DAS ini. Menurut Wahyuningrum *et al.* (2018), instrumen yang sering digunakan dalam melakukan monev kinerja DAS adalah Peraturan Direktur Jenderal RLPS nomor P. 04/V-SET/2009 dan Peraturan Menteri Kehutanan nomor P. 61/Menhut-II/2014 tentang Monev DAS, meskipun dalam implementasinya terdapat berbagai kendala terutama dalam perolehan data. Selain kedua peraturan tersebut terdapat pula Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS yang dapat digunakan sebagai dasar hukum dalam upaya pengelolaan DAS.



Sumber: Queen's University, 2024

Gambar 1. Lanskap Daerah Aliran Sungai

Kriteria Monev DAS berdasarkan Perdirjen RLPS nomor P. 04/V-SET/2009, diantaranya: Penggunaan Lahan, Tata Air, Sosial, Ekonomi, dan Kelembagaan, sedangkan berdasarkan Permenhut nomor P. 61/Menhut-II/2014 kriteria yang digunakan adalah: Lahan, Tata Air, Sosial ekonomi, Nilai investasi banunan dan Pemanfaatan ruang wilayah.

Berdasarkan kedua peraturan tersebut, dapat diketahui bahwa kualitas tanah dan air merupakan salah satu parameter dan indikator penting dalam melakukan Monev Kinerja DAS. Selama ini analisis secara kimia di laboratorium sering digunakan untuk mengetahui kualitas tanah dan air. Metode ini dirasakan sangat memberatkan dan menyulitkan para pengguna. Hal ini disebabkan tingginya sumber daya dan sumber dana yang harus dikeluarkan apabila analisis harus dilakukan secara kimia dengan proses analisis di laboratorium baik laboratorium tanah maupun air. Berdasarkan hal tersebut, metode pemantauan kualitas tanah dan air dengan metode biomonitoring menjadi salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Analisis biologi dalam hal ini biomonitoring masih sangat jarang digunakan sebagai acuan atau standar kualitas tanah dan air, meskipun penggunaan biota baik tanah maupun air dapat digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya pencemaran tanah dan air.

### Sumber Pencemaran Tanah Dan Air

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menerangkan bahwa pencemaran merupakan proses masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/ atau komponen lain ke dalam lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan manusia, sehingga baku mutu kualitas lingkungan terlampaui. Pencemaran yang sering terjadi dan menjadi permasalahan saat ini adalah pencemaran tanah dan air. Pada peraturan pemerintah tersebut juga disampaikan bahwa pencemaran air adalah masuknya komponen lain ke dalam badan air yang menyebabkan menurunnya kualitas air, sehingga baku mutu kualitas air tidak terpenuhi.

Sementara itu menurut Gusti *et al.* (2022) disampaikan bahwa pencemaran tanah merupakan peristiwa masuknya bahan pencemar baik zat kimia maupun zat lain ke dalam tanah dan menyebabkan perubahan kondisi lingkungan tanah alami. Tekanan penduduk terhadap DAS terutama kegiatan dan aktivitas yang dilakukan oleh manusia dapat memicu peningkatan pencemaran tanah dan air.

Pencemaran tanah dan air dapat disebabkan oleh berbagai hal. Sumber pencemaran tanah dapat dibedakan menjadi 6 sumber yaitu: Instalasi pengelolaan air limbah, pertambangan, industri, transportasi, pertanian, serta sumber pencemaran dari peristiwa alam (Gambar 2). Sementara itu pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa sumber seperti sektor pertanian, perikanan dan peternakan, pemukiman, industri, pertambangan, deforestasi, serta zat radioaktif (Gambar 3). Rendahnya kesadaran oleh masyarakat kita terhadap pengelolaan sampah, baik sampah padat maupun cair, akan berdampak buruk bagi kualitas tanah dan air (Gambar 4).



Sumber: Modifikasi Wotejko et al, 2022

Gambar 2. Sumber Pencemaran Tanah



Gambar 3. Sumber Pencemaran Air



Gambar 4. Perilaku yang memicu pencemaran tanah dan air

### Biomonitoring Kualitas Tanah

Untuk mengetahui kualitas tanah, selain dengan analisis sifat kimia dan fisika tanah di laboratorium, dapat pula menggunakan metode biomonitoring melalui penghitungan Indeks makrofauna tanah. Susanti (2015) menyampaikan bahwa berdasarkan ukuran

tubuhnya, fauna tanah terbagi dalam 4 kelompok, yaitu: (1) mikrofauna dengan diameter tubuh 0,02-0,2 mm, (2) mesofauna dengan diameter tubuh 0,2-2 mm, (3) makrofauna dengan diameter tubuh 2-20 mm dan (4) megafauna dengan diameter tubuh lebih dari 20 mm. Makrofauna tanah merupakan salah satu indikator biologi yang berhubungan erat dengan kesuburan tanah. Makrofauna tanah merupakan salah satu faktor biotik yang berperan penting dalam menentukan kesuburan tanah. Selain berperan dalam memperbaiki struktur tanah sebagai aspek dari fisika tanah, makrofauna tanah juga memiliki peran penting dalam rantai makanan di dalam tanah, baik sebagai predator maupun sebagai dekomposer bahan-bahan organik tanah yang akan menjamin ketersediaan unsur hara tanah (Susanti, 2015).

Untuk mengetahui indeks makrofauna tanah terdapat dua langkah yang dapat dilakukan yaitu:

#### 1. Metode *Pitfall Trap*

- Metode ini merupakan metode yang dilakukan untuk menjaring atau menangkap makrofauna tanah yang ada di permukaan tanah.
- Alat dan bahan yang diperlukan adalah: gelas air mineral plastik, seng dan kawat sebagai pelindung *pitfall trap* dari air hujan dan gangguan lain; larutan air sabun dan sedikit formalin.
- Tahapan kegiatan pada metode ini diantaranya:
  - Membuat larutan air sabun dan sedikit formalin menggunakan gelas air mineral plastik berukuran 250 ml.
  - Menanam gelas tersebut ke dalam tanah dengan posisi permukaan gelas sejajar dengan permukaan tanah.
  - Menutup *pitfall trap* menggunakan seng atau *stereofom* berukuran 15x15 cm.
  - Perangkap dibiarkan selama 2x 24 jam
  - Melakukan analisis terhadap jumlah dan jenis makrofauna tanah yang terperangkap dalam *pitfall trap*.

#### 2. Metode *Monolith* Tanah

- Metode ini dilakukan untuk mengetahui jenis makrofauna yang berada di dalam tanah.
- Alat dan bahan yang digunakan adalah: kantong plastik, cangkul, meteran, pinset dan nampan.
- Tahapan kegiatan pada metode ini diantaranya:

- Pengambilan sampel tanah dengan melakukan penggalian tanah berukuran 25x25 cm pada 2 kedalaman yaitu 1-15 cm dan 15-30 cm.
- Membawa sampel tanah tersebut untuk dianalisis secara manual berdasarkan kedalaman, atau dapat pula menggunakan Berlese Modifikasi.
- Melakukan analisis terhadap jumlah dan jenis makrofauna tanah yang terperangkap dalam *Berlese* modifikasi atau dengan pencarian secara manual.

Analisis yang dapat digunakan untuk penghitungan indeks makrofauna tanah adalah dengan menggunakan Indeks Keragaman Shannon, yaitu:

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

Keterangan:  
 $P_i = n_i/N$   
 $N_i$  = jumlah individu suku ke- $i$   
 $N$  = total jumlah individu

Tabel 1. Pengkelasan Berdasarkan Nilai Index Shannon

Nilai Indeks	Status
<1,5	Keanekaragaman Rendah
1,5-3,5	Keanekaragaman Sedang
>3,5	Keanekaragaman Tinggi

Sumber: Susanti dan Halwany (2017)



Gambar 5. Metode *Pitfall Trap*



Gambar 6. Metode Monolit Tanah



Gambar 7. Analisis Manual



Gambar 8. Berlese Modifikasi

Berikut ini beberapa contoh makrofauna tanah yang sering ditemukan dalam pengamatan dan analisis indeks keragaman makrofauna tanah.



Gambar 9. Contoh Makrofauna Tanah

### Biomonitoring Kualitas Air

Selain pengamatan kualitas tanah menggunakan Indeks keragaman makrofauna tanah, biomonitoring terhadap kualitas air juga dapat dilakukan dengan menggunakan makroinvertebrata. Makroinvertebrata adalah hewan yang tidak bertulang belakang namun masih dapat dilihat oleh mata telanjang. Hal ini akan dapat mempermudah pengamatan di lapangan.

Dalam pengelolaan suatu DAS, monitoring terhadap kualitas air adalah salah satu bagian yang penting karena dapat memberikan informasi kondisi kualitas air dan tidak dapat dilepaskan dari kondisi ekosistem sungai (Susanti *et al.*, 2023). Untuk itu, pengamatan terhadap biota air, khususnya makroinvertebrata harus disertai dengan pengamatan habitat sungai, karena akan memberikan indikasi kualitas air sekaligus kondisi ekologis kesehatan ekosistem sungai (Daya dan Pant, 2017).

Pengamatan makroinvertebrata ini akan efektif pada titik *Point Source Pollution* dan sebaiknya dilakukan pada awal musim kemarau atau akhir musim hujan, agar arus sungai tidak membahayakan bagi pengamat. Berikut ini peralatan dan bahan yang diperlukan, serta tahapan kegiatan yang dilakukan dalam proses pengambilan sampel makroinvertebrata (Susanti *et al.*, 2023):

- Alat yang diperlukan adalah: pinset, nampan, botol plastik, jaring, lup, sarung tangan, alat tulis, alat dokumentasi, peralatan data *onsite* (pH, thermometer, kompas dan lain lain)
- Bahan yang digunakan diantaranya: Alkohol 70% untuk pengawet, formulir makroinvertebrata dan formulir kesehatan habitat sungai.
- Tahapan kegiatan meliputi:
  - Menyiapkan peralatan yang telah ditentukan
  - Memilih lokasi pengamatan di pinggir sungai/ agak tengah tetapi tidak terlalu dalam
  - Melakukan *kicking* dan *jabbing* ke arah hulu sungai dan melakukan pencarian dengan menjaring pada aliran air
  - Minimal biota yang terkumpul adalah 100 individu yang dapat diperoleh dari beberapa titik dalam satu titik pengamatan
  - Mencatat makroinvertebrata yang ditemukan
  - Melepaskan kembali atau menyimpan makroinvertebrata yang ditemukan apabila tidak dapat langsung dianalisis di lapangan
  - Melakukan pengamatan terhadap data pendukung (kondisi habitat sungai/ ekosistem sungai; data lingkungan *onsite*; data vegetasi di sekitar sungai)

Sampel makroinvertebrata setelah dianalisis jenisnya, kemudian dilakukan analisis penghitungan secara sederhana menggunakan panduan yang telah banyak diterbitkan baik melalui teks book maupun melalui koneksi internet. Rini (2011) menyampaikan bahwa terdapat 4 kelas makroinvertebrata, yaitu Kelas A dengan skor 4 (Sangat sensitif terhadap pencemaran); Kelas B dengan skor 3 (Sensitif terhadap pencemaran); Kelas C dengan skor 2 (Tahan terhadap pencemaran) dan Kelas D dengan skor 1 (Sangat tahan terhadap pencemaran). Analisis Indeks pencemaran Air (IPA), dilakukan setelah daftar makroinvertebrata yang telah diperoleh, kemudian dihitung dengan formula dibawah ini (Modifikasi Rini S.D, 2011 dalam Susanti *et al.*, 2023):

$$IPAb = \frac{\sum_{i=1}^n yi}{\sum_{i=1}^n xi}$$

$$yi = \sum_{i=1}^n (sixi)$$

Keterangan:

IPAb = Indeks pencemaran air

xi = jumlah jenis makroinvertebrata dari grup ke-i

$y_i$  = skor total grup makroinvertebrata  
 $s_i$  = skor makroinvertebrata grup ke  $i$

Tabel 2. Kategori kualitas air berdasarkan nilai IPA

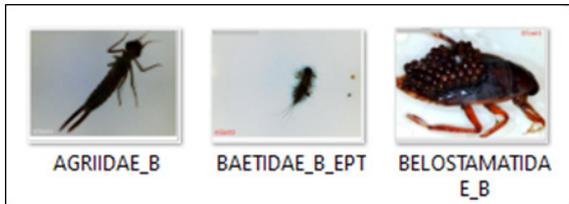
IPA	Kategori kualitas air
3,1-4,0	Sangat bersih, pencemaran sangat ringan
2,6-3,0	Bersih, pencemaran ringan
2,1-2,5	Agak bersih, pencemaran sedang
1,6-2,0	Kotor, pencemaran agak berat
1-1,5	Sangat kotor, pencemaran berat

Sumber: Rini S.D (2011)

Berikut ini beberapa contoh makroinvertebrata berdasarkan kelasnya (Gambar 10).



Kelas A



Kelas B



Kelas C

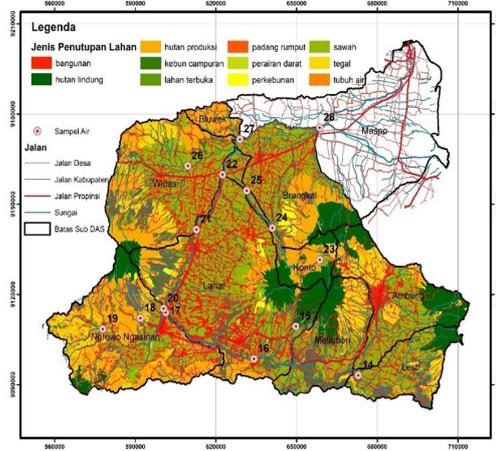


Kelas D

**Urgensi Standar Biomonitoring**

Untuk mempermudah pengamatan terhadap makroinvertebrata, dalam pengelolaan DAS, pembuatan peta penggunaan lahan sangat membantu penentuan titik lokasi pengamatan agar lebih sesuai dengan kondisi penutupan

dan penggunaan lahan (Gambar 11).



Sumber: Susanti et al., 2023

Gambar 11. Contoh Penentuan Titik Pengambilan sampel

Monev DAS terutama untuk kualitas tanah dan air menggunakan metode biomonitoring, memiliki beberapa keunggulan diantaranya;

1. Mudah dalam pengamatannya.
2. Tidak memerlukan sumber daya yang tinggi baik sumber dana/anggaran maupun keahlian khusus.
3. Dapat dilakukan secara onsite di lapangan, tanpa harus dilakukan analisis laboratorium.
4. Dapat mengetahui secara detil kondisi kualitas tanah dan air.
5. Meningkatkan kepedulian terhadap kondisi kualitas tanah dan air di sekitar tempat tinggal.

Standar terkait metode biomonitoring ini, sebaiknya disusun agar dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam pengamatan kualitas tanah dan air. Standar dapat disusun dalam bentuk Petunjuk Teknis, yaitu Petunjuk Teknis Standar Biomonitoring Kualitas Tanah dan Air yang ditetapkan oleh Badan Standar dan Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan atau instansi yang berwenang dan terkait yang melekat dalam instrumen standar pengelolaan dan pemantauan lingkungan khususnya pada aspek monitoring dan evaluasi DAS. Petunjuk teknis ini bertujuan untuk memberikan *guidance* bagi pengguna yang akan melaksanakan uji kualitas tanah dan air dengan metode biomonitoring, sekaligus menetapkan kelas kualitas tanah dan air berdasarkan hasil uji. Kelas hasil biomonitoring dapat terbagi menjadi 4 kelas yaitu: (1) Tidak Tercemar; (2) Tercemar Ringan; (3) Tercemar Sedang; (4) Tercemar Berat (Susanti et al, 2023).

Pengguna Petunjuk Teknis Standar Biomonitoring ini sangat beragam, dapat dilaksanakan oleh instansi yang bergerak di bidang lingkungan dan kehutanan (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan baik provinsi maupun kabupaten/kota), Direktorat yang bergerak dibidang Monev DAS, maupun oleh praktisi dan akademisi, yang ingin mengetahui kualitas tanah dan air di wilayah sekitarnya. Pelaksanaan kegiatan biomonitoring ini, sangat memungkinkan dilakukan sesuai kebutuhan di lapangan, serta kepentingan pengguna dalam pelaporannya. Susanti *et al* (2023) menyampaikan pelaporan minimal yang dapat dilakukan untuk hasil Biomonitoring/ *Bioassessment* ini meliputi:

- I. Pendahuluan (latar belakang, tujuan, manfaat)
- II. Diskripsi Lokasi
- II. Hasil dan Pembahasan
  1. Kondisi Biota
  2. Kondisi lingkungan onsite
  3. Kelas Biomonitoring/ *Bioassessment* (berdasarkan hasil *assessment*)
- IV. Kesimpulan dan Saran (Rekomendasi perbaikan berdasarkan kelas status kualitas Tanah/ Air)

Penyusunan pelaporan tersebut dapat dilakukan sesuai dengan wilayah pengamatan (DAS, Sub DAS, Sub Sub DAS). Hal ini sangat penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap tuntutan dan analisis yang tinggi apabila kualitas tanah dan air hanya dilakukan secara kimia atau melalui analisis laboratorium. Sosialisasi sangat diperlukan untuk menyebarkan dan menanamkan pengetahuan, bahwa seluruh masyarakat dapat berpartisipasi dalam pengamatan kualitas tanah dan air disekitarnya. Nilai positif lain yang dapat diambil adalah, dapat meningkatkan peran partisipatif seluruh lapisan masyarakat terhadap monitoring kualitas tanah dan air melalui biomonitoring.

## Penutup

Sebagai penutup, penyusunan standar biomonitoring yang jelas dan terstruktur akan mendukung pengamatan kualitas tanah dan air. Metode biomonitoring yang sederhana, efektif, dan hemat biaya diharapkan dapat mengoptimalkan pelaksanaan Monev DAS. Dengan memanfaatkan biota seperti makrofauna tanah dan makroinvertebrata sebagai indikator utama, biomonitoring dapat memberikan informasi yang detail mengenai potensi pencemaran dan kondisi ekologis oleh sebab itu penting untuk segera mengembangkan dan menerapkan standar biomonitoring yang baku, seperti Petunjuk Teknis Standar Biomonitoring

Kualitas Tanah dan Air, yang akan mempermudah pelaksanaan dan memastikan konsistensi pengamatan kualitas lingkungan di seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS).

Penyusunan standar biomonitoring ini akan mendukung pelaksanaan Monev DAS. Dengan adanya petunjuk teknis yang mudah diakses dan diterapkan maka kegiatan pemantauan kualitas tanah dan air dapat dilakukan dengan lebih terstruktur dan efisien. Biomonitoring yang terstandarisasi bukan hanya berfungsi sebagai alat untuk mengevaluasi kualitas lingkungan, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkuat kesadaran dan kolaborasi kolektif dalam menjaga kualitas tanah dan air di sekitar kita

## Daftar Pustaka

- Daya, B., & Pant, K. (2017). Biomonitoring of Wetland Using Macrophytes and Macroinvertebrates. *Malaysian Journal of Sustainable Agricultural*, 1(1), 11–14. <https://doi.org/10.26480/mjsa.01.2017.11.14>.
- Gusti, W., Noviana, N., Sartika, R., Anggraini, L., Pradipta, A., dan Johan, H. 2022. Studi Pencemaran Tanah Sebagai Bahan Pengayaan Topik Teknologi Ramah Lingkungan untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 12(4) Desember 2022.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.61 /Menhut-II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Queen's University. 2024. Watershed Activity. <https://elbowlakecentre.ca/quills/watershed-activity/>. Diakses 20 November 2024.
- Rahayu, S., Widodo, R. harto, Noordwijk, meine van, Suryadi, I., & Verbist, B. (2009). Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai. In Word Agroforestry Centre ICRAF Asia Tenggara. World Agroforestry Centre. <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16396.pdf>.
- Rini S.D. (2011). Ayo Cintai Sungai. Panduan Penilaian Kesehatan Sungai Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan Biotilik. Ecoton.
- Susanti, P. D. 2015. Kelimpahan Makrofauna Tanah Pada Plot Model Rehabilitasi Lahan Pascaerupsi Merapi. Prosiding Seminar Nasional Restorasi DAS. UMS: 25 Agustus 2015. Surakarta.
- Susanti, P. D., dan Halwany, W. 2017. Dekomposisi Serasah dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Hutan Tanaman Industri Nyawai (*Ficus variegata* Blume). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11, 212-223.
- Susanti, P. D., Wahyuningrum, N., dan Sulasmiko, E. 2023. Bio-Assessment Kualitas Air Pada Ekosistem Sungai. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta. 2023.
- Wahyuningrum, N., Savitri, E., Adi, R.N. Jariyah, N. A., Susanti, P.D., Sulasmiko, E., Hermawan, A. 2018. Evaluasi Metode Penilaian Kinerja DAS. Laporan Hasil Penelitian. Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS. Surakarta.
- Wotejko, E.; Wydro, U.; Odziejewicz, J.I.; Koronkiewicz, A.; Jabłońska-Trypuć, A. Biomonitoring of Soil Contaminated with Herbicides. *Water* 2022, 14, 1534.