

PENERAPAN ASAM HUMAT DAN BIOPORI SEBAGAI ALTERNATIF PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DI SEKOLAH

Nana Misrochah*, Noor Amalia Chusna, Natasya Putri Chaerunisa

Jurusan Teknik Lingkungan, FST UIN Walisongo, Semarang

ABSTRACT

Alamat korespondensi:

Jurusan Teknik Lingkungan, FST
UIN Walisongo, Jl. Walisongo,
Semarang Jawa Tengah. 50185.
Email:
nana.misrochah@walisongo.ac.id
*koresponden author

School is a place for intellectual development of students. Efforts to create a healthy school environment affect the comfort and effectiveness of teaching and learning activities so that optimal results will be obtained in terms of cognitive, psychomotor and the formation of attitudes and behavior of students. To realize a healthy school environment, appropriate, planned, integrated, and sustainable efforts are needed, one of which is by managing organic waste in schools. The application of humic acid and biopores as alternatives for processing organic waste in the school environment can bring many benefits, such as reducing the amount of organic waste dumped into the environment, reducing negative impacts on the environment and human health. This community service program is carried out using the Participatory Action Research (PAR) method, namely research carried out in a participatory manner and then applied to action. The target participants of the community service program are grade X students of SMA Ma'arif Karangawen. The activities to be carried out are training and mentoring. Participatory action research used in this community service is an implementation of a theory of biotechnology (utilization of microorganisms) through the development of actions, or several actions to make environmental changes, namely through training and mentoring in making compost using a composter and with appropriate technology in the form of biopores to overcome puddles of water around the SMA Ma'arif Karangawen office. The results of the analysis of participant response questionnaire data showed a positive response from participants of 73% and 27% negative responses, this means that training and mentoring activities for organic waste processing are effectively carried out in schools. Therefore, the application of humic acid and biopores as an alternative to organic waste processing in the school environment is worthy of being implemented and developed further.

Manuskrip:

Diterima: 30 September 2024

Disetujui: 30 Oktober 2024

Keywords: *Humic Acid; biopori ; Participatory Action Research (PAR); limbah organik.*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang semakin meningkat menimbulkan berbagai dimensi persoalan di antaranya adalah krisis air bersih. Ada beberapa faktor yang menyebabkan berkurangnya jumlah air bersih yang ada diantaranya yaitu perusakan sumber mata air, pembuangan limbah cair yang sembarangan, pengambilan air tanah secara berlebihan. Oleh karena itu air bersih dan sanitasi layak menjadi salah satu poin pembangunan berkelanjutan yang disepakati pada tahun 2012 oleh sekjen

PBB. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menyampaikan bahwa pencapaian akses air bersih di Indonesia mencapai 72,55%. Pencapaian tersebut masih belum memenuhi target *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu 100% (Badan Pusat Statistik, 2020). Salah satu faktor yang menyebabkan belum tercapainya target tersebut adalah limbah yang bersumber dari pabrik yang dalam proses produksinya banyak menggunakan air. Pada industri tekstil terdapat proses basah sehingga diperlukan berbagai bahan kimia, zat warna

serta bahan penyempurna tekstil (Sahara dkk., 2018).

Rhodamin B seringkali digunakan dalam industri tekstil sebagai zat pewarna kain dan sering ditemukan dalam limbah cair hasil produksi industri. Limbah cair yang mengandung rhodamin B tersebut sering dibuang langsung ke sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, sehingga dapat memberikan dampak buruk yang serius bagi kesehatan masyarakat (Arisandi, 2008). Dosis rhodamin B yang berlebihan dapat mengakibatkan iritasi mata, paru-paru, hidung, tenggorokan, usus, dan kanker. Penyakit tersebut akan muncul setelah residu yang ada dalam tubuh mengendap beberapa tahun (Surati, 2015).

Limbah rhodamin B yang dibuang tidak hanya berdampak pada kesehatan tetapi juga ekosistem sungai. Zat warna pada konsentrasi 1 ppm sudah dapat menimbulkan masalah estetika lingkungan perairan. Keberadaan zat warna mampu menghambat proses transmisi cahaya matahari sehingga berakibat pada berkurangnya aktivitas fotosintesis makhluk hidup didasar perairan. Zat warna yang ada dapat berkonversi menjadi racun disebabkan adanya logam dan klorin yang terkandung. Terdapat beberapa metode untuk mengurangi zat warna dalam perairan, antara lain filtrasi, fotokatalisis, dan adsorpsi. Metode adsorpsi adalah salah satu pilihan paling efektif untuk menghilangkan RhB dari larutan berair karena sifatnya yang rendah biaya, kesederhanaan, kecepatan dan efisiensi tinggi (Wang dkk., 2017; 2019). Diperlukan zat adsorben untuk menyerap zat pewarna tersebut. Asam humat dapat menjadi salah satu adsorben yang cocok digunakan untuk mengadsorpsi rhodamin B sebab mengandung gugus -COOH dan -OH yang bersifat reaktif (Nurmasari dkk., 2014).

Asam humat dapat dieksplorasi dari kompos dengan memakai asam kuat dan basa kuat. Kompos dapat dihasilkan dari limbah pertanian atau sampah organik lain yang melewati proses rekayasa dengan tambahan bahan mineral atau mikroba sebagai aktivator dalam meningkatkan unsur hara dan material organik (Noorhidayah dkk., 2021). Pembuatan kompos pada dasarnya menurunkan rasio C dan N dari bahan segar sehingga proses dekomposisi berhenti.

Sekolah merupakan tempat pengembangan intelektual peserta didik. Upaya untuk menciptakan lingkungan sekolah yang sehat

mempengaruhi kenyamanan dan keefektifan kegiatan belajar mengajar sehingga akan diperoleh hasil yang optimal baik dari segi kognitif, psikomotorik maupun pembentukan sikap dan perilaku peserta didik. Untuk mewujudkan lingkungan sekolah yang sehat diperlukan usaha yang tepat, terencana, terintegrasi, dan berkesinambungan salah satunya adalah dengan melakukan pengelolaan sampah organik yang ada di sekolah.

Hasil identifikasi masalah yang dilakukan berdasarkan wawancara bersama guru menunjukkan bahwa SMA Ma'arif Karangawen kesulitan dalam mengelola sampah yang dihasilkan baik yang organik maupun anorganik. Kesulitan yang dihadapi berasal dari beberapa faktor yaitu sumber daya manusia (SDM) yang ada tidak mempunyai kemampuan dalam mengelola dan mengolah limbah karena belum pernah ada pelatihan tentang pengolahan limbah. Selama ini sampah yang dihasilkan tiap harinya hanya dikumpulkan dan dibuang di tempat pembuangan sampah yang kurang terkoordinir dengan baik. Belum tersedianya sarana prasarana penunjang pengelolaan dan pengolahan sampah organik di SMA Ma'arif Karangawen juga menjadi faktor kurang maksimalnya pengolahan sampah organik disana. Selain masalah sampah, SMA Ma'arif Karangawen juga memiliki masalah dengan genangan air di beberapa titik lokasi ketika musim hujan. Genangan ini secara tidak langsung mengganggu aktivitas pembelajaran yang dilakukan. Salah satu contohnya adalah genangan air yang ada di sudut lapangan, hal ini mengganggu kegiatan pembelajaran mata pelajaran olah raga ketika pembelajaran dilakukan di lapangan.

Penerapan asam humat sebagai alternatif pengolahan sampah organik di lingkungan sekolah dapat membawa banyak manfaat, seperti mengurangi jumlah sampah organik yang dibuang ke lingkungan, sebagai adsorpsi limbah rhodamin B, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, penggunaan humic acid sebagai alternatif pengolahan sampah organik di lingkungan sekolah layak untuk diterapkan dan dikembangkan lebih lanjut.

Solusi untuk mengatasi permasalahan yang di hadapi SMA Ma'arif Karangawen yaitu dilakukan pelatihan dan pendampingan tentang pengolahan sampah organik yang mana pengolahan tersebut dapat diaplikasikan melalui

pembuatan kompos dan biopori. Kegiatan pelatihan ini berhubungan dengan materi Bioteknologi yang diperoleh di mata pelajaran IPAS sehingga pelatihan dan pendampingan yang dilakukan selain untuk mengatasi permasalahan yang di hadapi SMA Ma'arif Karangawen juga menjadi implementasi dari materi yang diperoleh di mata pelajaran yang di kaitkan langsung dengan kehidupan sehari-hari.

Tujuan kegiatan ini adalah melakukan pelatihan dan pendampingan tentang pengolahan limbah organik di SMA Ma'arif Karangawen sehingga dapat diketahui tentang cara pengolahan limbah organik di SMA Ma'arif Karangawen. Pengolahan limbah organik yang dilakukan lebih lanjut bisa di hasilkan asam humat yang banyak manfaatnya, sehingga dengan dilakukan edukasi tentang manfaat dari asam humat diharapkan SMA Ma'arif Karangawen dapat mengimplementasikan pengolahan limbah organik, tidak hanya berhenti sampai menjadi kompos saja. Selain itu sebagai tolak ukur dari keberhasilan kegiatan pelatihan dan pendampingan dilakukan analisis untuk mengetahui efektivitas kegiatan penerapan humic acid dalam pengolahan limbah organik di sekolah.

METODE PELAKSANAAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan metode *Participatory Action Research* (PAR) yaitu penelitian yang dilakukan secara partisipatif kemudian diterapkan ke dalam tindakan. PAR adalah pendekatan penelitian yang mendorong kolaborasi penuh antara peneliti dan peserta penelitian sepanjang proses penelitian.

Sasaran peserta program pengabdian adalah Siswa kelas X SMA Ma'arif Karangawen. Kegiatan yang akan dilaksanakan adalah pelatihan dan pendampingan. Penelitian tindakan partisipatif yang digunakan dalam pengabdian ini merupakan implementasi sebuah teori dari bioteknologi (pemanfaatan mikroorganisme) melalui pengembangan tindakan, atau beberapa tindakan untuk melakukan perubahan lingkungan yaitu melalui pelatihan dan pendampingan pembuatan kompos menggunakan komposter serta dengan teknologi tepat guna berupa biopori untuk mengatasi genangan air

yang ada di sekitar kantor SMA Ma'arif Karangawen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pendampingan

Proses pendampingan dilakukan dengan melakukan koordinasi bersama *stakeholder* di SMA Ma'arif Karangawen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Untuk memahami masalah yang ada, peneliti melakukan pemetaan awal dengan mewawancarai Guru serta Kepala Sekolah SMA Ma'arif Karangawen. Untuk melakukan riset, memahami masalah, dan memecahkan masalah, peneliti dan guru bekerja sama dan berpartisipasi. Peneliti melakukan pendekatan langsung ke sekolah dengan berbicara dengan guru, kepala madrasah, dan ketua yayasan tentang aktivitas yang akan dilakukan dan keuntungan dari aktivitas tersebut. Setelah berbicara tentang pentingnya kegiatan pelatihan dan pendampingan rancangan sendiri dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, serta sebagai problem solving permasalahan yang ada di SMA Ma'arif Karangawen.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa SMA Ma'arif Karangawen kesulitan dalam mengelola sampah yang dihasilkan baik yang organik maupun anorganik. Kesulitan yang dihadapi berasal dari beberapa faktor yaitu sumber daya manusia (SDM) yang ada tidak mempunyai kemampuan dalam mengelola dan mengolah limbah karena belum pernah ada pelatihan tentang pengolahan limbah. Selama ini sampah yang dihasilkan tiap harinya hanya dikumpulkan dan dibuang di tempat pembuangan sampah yang kurang terkoordinir dengan baik. Selain masalah sampah, SMA Ma'arif Karangawen juga memiliki masalah dengan genangan air di beberapa titik lokasi ketika musim hujan. Genangan ini secara tidak langsung mengganggu aktifitas pembelajaran yang dilakukan. Salah satu contohnya adalah genangan air yang ada di sudut lapangan, hal ini mengganggu kegiatan pembelajaran mata pelajaran olah raga ketika pembelajaran dilakukan di lapangan.

Guru bekerja sama dengan peneliti untuk membuat strategi gerakan untuk menyelesaikan masalah, membuat tindakan sistematis, mengidentifikasi pihak yang terlibat (*stakeholder*), dan menentukan kemungkinan keberhasilan dan kegagalan program yang direncanakannya.

Selain itu, jika ada hambatan yang menghalangi keberhasilan program, mencari cara untuk menyelesaikannya.

Hasil identifikasi masalah yang dilakukan pada observasi awal, dirumuskan solusi untuk mengatasi permasalahan yang di hadapi SMA Ma'arif Karangawen yaitu dilakukan pelatihan dan pendampingan tentang pengolahan sampah organik yang mana pengolahan tersebut dapat diaplikasikan melalui pembuatan kompos dan biopori. Kegiatan pelatihan ini berhubungan dengan materi Bioteknologi yang diperoleh di mata pelajaran IPAS sehingga pelatihan dan pendampingan yang dilakukan selain untuk mengatasi permasalahan yang di hadapi SMA Ma'arif Karangawen juga menjadi implementasi dari materi yang diperoleh di mata pelajaran yang di kaitkan langsung dengan kehidupan sehari-hari.

1. Pelatihan Pengolahan Sampah organik

Pelatihan dilakukan metode presentasi teori dan praktek. Sebelum pelaksanaan pelatihan dilakukan pembukaan acara yang dibuka oleh Kepala Sekolah SMA Ma'arif Karangawen sekaligus penyerahan secara simbolik kit peserta.

Setelah pembukaan acara yang secara resmi di buka oleh Kepala Sekolah SMA Ma'arif Karangawen, kemudian dilaksanakan pelatihan. Pelatihan dilaksanakan secara teori dan praktek. Teori dilakukan dengan presentasi dan pembagian modul peserta. Dalam presentasi lakukan tanya jawab seputar pelaksanaan praktek pengolahan sampah organik. Presenter dan pembantu lapangan memastikan semua peserta sudah memahami proses pengolahan sampah organik yang akan dilaksanakan agar pelaksanaan praktek lebih efisien baik waktu atau tenaga.

Pembagian kelompok dilakukan setelah memastikan semua peserta memahami teori dan cara pengolahan sampah organik yang akan dilakukan melalui praktek. Kelompok yang dibentuk sebanyak 5 kelompok, masing-masing dibagi kit peserta yang terdiri dari komposter, bioaktivator, molase, sekop dan sarung tangan. Masing-masing kelompok memiliki satu pendamping dari pembantu lapangan yang bertugas membimbing pelaksanaan praktek pengolahan sampah organik.



Gambar 1. Pembukaan kegiatan pengabdian

Pengolahan sampah organik dimulai dengan merajang bahan kompos hingga halus menggunakan mesin pencacah, semakin halus semakin baik. Hasil rajangan bahan kompos dicampurkan seluruhnya hingga merata di atas terpal. Kemudian larutkan molases ke dalam air dengan perbandingan 1:10 dan tambahkan EM4/Bioaktivator dan aduk hingga merata. Siramkan larutan molases dan EM4/Bioaktivator tadi ke dalam campuran bahan hingga diperoleh kadar air sekitar 40%. Ratakan campuran di atas terpal (atau lantai) dengan ketinggian 15 – 20 cm. Masukkan campuran ke dalam ember kemudian tutup hingga rapat. Setelah 3-4 minggu kompos sudah jadi (matang) dengan ciri bau sedap seperti bau tape.



Gambar 2. Kegiatan perajangan sampah organik.

Sesuai arahan guru pada saat observasi titik genangan air diawal koordinasi, peserta diarahkan ke lokasi yang sudah ditentukan. Dengan alat yang sudah disediakan, peserta diajarkan untuk membuat lubang-lubang biopori. Kendala yang dihadapi adalah adanya batu-batu di dalam tanah galian, sehingga beberapa kali harus menggeser titik lokasi, namun masih disekitar titik genangan air yang biasa terjadi pada musim hujan. Lubang ini memiliki diameter sekitar 10-30 cm dan kedalaman 80-100 cm. Biopori bekerja dengan cara menciptakan pori-pori di dalam tanah. Pori-pori ini memungkinkan air untuk mengalir ke dalam tanah dengan lebih cepat dan mudah.



Gambar 3. Hasil komposter berisi sampah organik.



Gambar 4. Pembuatan biopori di halaman sekolah.

Setelah lubang terbentuk, gunakan sekop atau palu untuk membersihkan sisa tanah di dalamnya. Pastikan dinding biopori tetap lurus dan rata sehingga air dapat meresap dengan baik. Pralon yang sudah dimodifikasi dimasukkan

kedalam galian. Kemudian dipastikan pralon bisa terkubur tanpa ada sisa tanah yang menutupi lubang biopori. Selanjutnya dilakukan pemberian material penyusun biopori dengan sampah organik halus seperti daun kering, serasah, atau sisa sayuran. Sesekali, tambahkan lapisan pupuk kompos untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan mempercepat proses dekomposisi.



Gambar 5. Pengisian Lubang Biopori dengan Sampah Organik

Pemadatan lapisan sampah organik dilakukan dengan menggunakan tangan atau palu agar biopori tetap stabil. Kemudian tutup biopori dengan tanah asli yang sebelumnya telah digali, pastikan permukaannya rata dengan permukaan tanah sekitar.

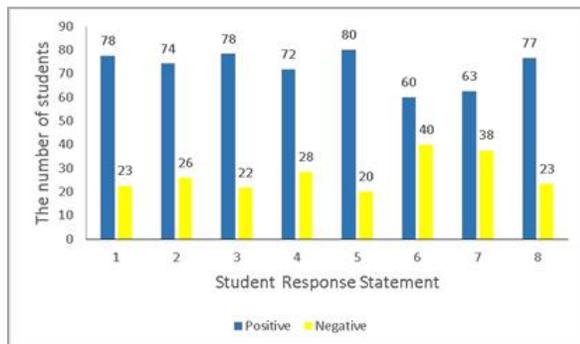
2. Penerapan Humic Acid

Pada kegiatan penerapan *Humic acid* ini merupakan implementasi dari hasil pengolahan sampah organik yang dilakukan. Kompos hasil dari pengolahan sampah organik dapat di isolasi kandungan asam humat yang memiliki banyak manfaat. Tim pengabdian melakukan monitoring pertama untuk memberikan edukasi tentang penerapan Humic acid melalui metode ceramah. Penerapan humic acid sebagai alternatif pengolahan sampah organik di lingkungan sekolah dapat membawa banyak manfaat, seperti mengurangi jumlah sampah organik yang dibuang ke lingkungan, sebagai adsorpsi limbah rhodamin B, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Asam humat dapat dieksplorasi dari kompos dengan memakai asam kuat dan basa kuat. Kompos dapat dihasilkan dari limbah pertanian atau sampah organik lain yang melewati proses rekayasa dengan tambahan bahan mineral atau mikroba sebagai aktivator

dalam meningkatkan unsur hara dan material organik (Noorhidayah dkk., 2021). Pembuatan kompos pada dasarnya menurunkan rasio C dan N dari bahan segar sehingga proses dekomposisi berhenti.

Selain memberikan paparan tentang penerapan Humic Acid dalam kehidupan sehari-hari. Tim pengabdian menyebarkan angket respon peserta untuk mengetahui efektifitas kegiatan pelatihan dan pendampingan pengolahan sampah organik yang telah dilakukan. Angket berisi 8 pertanyaan yang disusun secara sederhana untuk memudahkan peserta mengisi angket tersebut.



Gambar 6. Grafik Hasil Analisis Angket

Hasil Pendampingan

Tim Pengabdian melakukan monitoring kedua untuk observasi kompos yang dihasilkan. Monitoring dilakukan dengan mengobservasi hasil kompos bersama guru mata pelajaran yang bersangkutan yang mengajar Bioteknologi. Monitoring hanya dilakukan pendampingan terhadap guru saja karena agenda sekolah yang sudah libur sekolah sehingga siswa yang menjadi peserta pelatihan tidak dapat dihadirkan pada saat monitoring. Namun hal ini justru dapat menjadikan keberlanjutan program pendampingan karena guru dapat mengimplementasikan hasil kegiatan monitoring ini di kelas pada saat kegiatan belajar mengajar pada mata pelajaran bioteknologi.

Hasil observasi menunjukkan penampakan pupuk bokashi padat masih berproses, karena bau masih sedikit busuk dan tampak mikroorganisme tersebar di permukaan kompos. Selain bokashi padat (kompos), pada saat monitoring dilakukan juga pemanenan POC yang dihasilkan. Tim pengabdian mendampingi guru untuk memanen POC yang sudah mulai

dihasilkan dari pengolahan limbah yang dilakukan.



Gambar 7. Hasil kompos setelah 2 minggu



Gambar 8. Panen Pupuk Organik Cair (POC).

Selain dilakukan monitoring hasil kompos, dilakukan observasi dari biopori yang telah dibuat. Dari hasil observasi terlihat biopori masih kokoh terpasang dan sampah organik yang dimasukkan dalam lubang biopori mulai terdekomposisi, sehingga dapat ditambahkan sampah baru untuk tetap menjaga lubang biopori tidak tertutup tanah dan pasir yang terbawa oleh aliran air hujan.

Keberlanjutan Program Pendampingan

Program PAR dapat dinilai berhasil tidak hanya dari hasil kegiatan selama proses, tetapi juga dari tingkat keberlanjutan (*sustainability*) program dan bagaimana pihak-pihak yang terkait dalam pengabdian terus melakukan perubahan. Program yang sudah dilakukan harus dikembangkan dengan skala besar sehingga hasil kompos dapat disebarluaskan untuk digunakan di tempat lain sebagai sarana belajar bersama masyarakat, dan jaringan harus diperluas dengan petani dan pemerintah setempat untuk mendukung kegiatan yang akan dilakukan.

Penelitian *Participatory Action Research* (PAR) bukan hanya menyelesaikan masalah tentang pengolahan sampah organik dan juga implementasi dari hasil pengolahan sampah organik yang dilakukan. Namun pelatihan dan pendampingan ini juga merupakan proses pembelajaran untuk guru untuk dapat meningkatkan kemampuan mereka, sehingga menghasilkan pola pembelajaran baru pada bab bioteknologi.

Sebagai upaya keberlanjutan program pendampingan, tim pengabdian memberikan komposter termodifikasi dengan ukuran besar beserta bahan kompos yang terdiri dari molase dan bioaktifator. Hal ini dimaksudkan agar dapat dimanfaatkan oleh SMA Ma'arif Karangawen dalam pengelolaan dan pengolahan sampah organik secara mandiri.

Selain manfaat ekologisnya, pengomposan juga memberikan kontribusi positif terhadap upaya daur ulang dan pembuatan pupuk organik. Dengan mengurangi jumlah sampah organik yang masuk ke tempat pembuangan akhir, pengomposan secara efektif mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Di samping itu, humus yang dihasilkan dari proses ini dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik yang ramah lingkungan.

Keberadaan biopori akan meningkatkan daya serap tanah terhadap air, sehingga air dapat masuk dengan mudah ke dalam tanah. Pemanfaatan sampah organik dalam lubang biopori ini merupakan solusi permasalahan genangan air di sekitar SMA Ma'arif Karangawen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang dicapai melalui kegiatan PkM di SMA Ma'arif Karangawen, kesimpulan yang dapat diambil adalah hasil respon siswa menunjukkan 73% respon positif dan 27% respon negatif dari peserta pelatihan. Hal ini berarti bahwa kegiatan pelatihan dan pendampingan penerapan asam humat dan biopori sebagai alternatif pengolahan sampah organik di sekolah efektif dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada jajaran pimpinan FST dan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas

Islam Negeri Walisongo telah memberikan ijin kegiatan ini, serta jajaran pimpinan SMA Ma'arif Karangawen serta seluruh siswa siswi dalam mengikuti kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Noorhidayah, R., Musthafa, M.B., dan Sisno. 2021. Spectroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) Asam Humat dari Kompos Kotoran Ayam dengan Biodekomposer Berbeda. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 23(1), 38–43. <https://doi.org/10.29244/jitl.23.1.38-43>
- Nurmasari, R., Astuti, M. D., Umaningrum, D., dan Khusnaria, D.A. 2014. Kajian Adsorpsi Rhodamin B pada Humin. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 1(1), 203–210.
- Sahara, E., Gayatri, P.S., dan Suarya, P. 2018. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Cakra Kimia, Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 6(1), 37–45.
- Badan Pusat Statistik. (2020). STATISTIK. Jakarta.
- Surati. 2015. Bahaya Zat Aditif Rhodamin B Pada Makanan. *Biosel, Bilogy Science and Education*, 4(1), 22–28.
- Wang, G., Qi, J., Wang, S., Wei, Z., Li, S., Cui, J., and Wei, W. 2017. Surface-bound Humic Acid Increased Rhodamine B Adsorption on Nanosized Hydroxyapatite. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 38(5), 632–641. <https://doi.org/10.1080/01932691.2016.1185729>.
- Wang, X., Qin, W., Jiao, F., Liu, R., and Wang, D. 2019. Inhibition of Galena Flotation by Humic Acid: Identification of the Adsorption Site for Humic Acid on Moderately Oxidized Galena Surface. *Minerals Engineering*, 137, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.03.029>.