

**PENGELOLAAN LIMBAH LABORATORIUM BIOLOGI SMA
DI KABUPATEN BANTUL, D. I. YOGYAKARTA**

**WASTE MANAGEMENT OF HIGH SCHOOL BIOLOGY LABORATORY
IN BANTUL DISTRICT, D. I. YOGYAKARTA**

Shely Dwi Wulandari¹⁾, Siti Najah Ghoida²⁾, Syifa Pangastuti³⁾, Ulfatun Ni'mah⁴⁾, Frida Nora Ayu Basril⁵⁾, Much. Fuad Saifuddin^{6*)}, Etika Dyah Puspitasari⁷⁾

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan,

D. I. Yogyakarta, Indonesia, email: ¹⁾shely1900008096@webmail.uad.ac.id,

²⁾siti1900008078@webmail.uad.ac.id, ³⁾syifa1900008106@webmail.uad.ac.id,

⁴⁾ulfatun1900008108@webmail.uad.ac.id, ⁵⁾frida1911008060@webmail.uad.ac.id,

^{6*)}fuad.saifuddin@pbio.uad.ac.id (penulis korespondensi), ⁷⁾etika.puspitasari@pbio.uad.ac.id

Dikirimkan: Juli 2022; Disetujui: Agustus 2022; Diterbitkan: Desember 2022

Abstrak

Limbah laboratorium biologi berasal dari percobaan atau praktikum dalam bentuk padat dan cair. Limbah padat pada laboratorium biologi biasanya berupa kertas atau endapan yang masih dengan mudah teratasi. Sedangkan limbah cair, biasanya tidak menggunakan bahan/reagen yang berbahaya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengelolaan limbah di laboratorium biologi SMA. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah secara deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa dengan wawancara, observasi dan dokumentasi. Penelitian dilakukan pada tahun pelajaran 2021/2022 di SMA Negeri Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta, yaitu SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis, dan SMA Negeri 1 Kasihan. Hasil wawancara dengan laboran sekolah dideskripsikan secara kualitatif dan dokumentasi dilakukan untuk mendukung data yang telah diperoleh, sedangkan hasil observasi dilakukan secara kuantitatif dalam persentase. Hasil penelitian menunjukkan pengelolaan limbah laboratorium biologi di ketiga sekolah dapat dikategorikan dengan sangat baik dengan total persentase penilaian tidak kurang dari 90%. Penilaian dalam pengelolaan limbah laboratorium biologi hanya pada pengelolaan limbah padat dan pengelolaan limbah cair saja dikarenakan ketiga sekolah tidak menggunakan bahan-bahan yang berbahaya (B3) dalam melaksanakan praktikum. Meskipun demikian, limbah yang dihasilkan dari praktikum tetap memerlukan pengelolaan khusus.

Kata kunci: laboratorium biologi, limbah laboratorium, pengolahan limbah

Abstract

Biological laboratory waste comes from experiments or practicum in solid and liquid form. Solid waste in a biology laboratory is usually paper or sludge, which is still easily resolved. Meanwhile, liquid waste usually does not use hazardous materials/reagents. This study aimed to determine waste management in high school biology laboratory. The method used in this research was descriptive with data collection techniques in the form of interview, observation and documentation. The research was conducted in the 2021/2022 school year at SMA Negeri Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta, namely SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis, dan SMA Negeri 1 Kasihan. The results of interviews with school laboratory assistants were described qualitatively and documentation was carried out to support the data that had been obtained, while the results of observations were carried out quantitatively in percentages. The results showed that the management of biological laboratory waste in the three schools could be categorized very well with a total percentage of not less than 90%. Assessment in the management of biological laboratory waste was only on solid and liquid waste management because the three schools did not use hazardous materials in carrying out practicums. Even so, the waste generated from the practicum still requires special management.

Keywords: biology laboratory, laboratory waste, waste management

Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi
p-ISSN 2549-5267
e-ISSN 2579-7352

Pendahuluan

Biologi adalah salah satu cabang IPA yang memiliki arti penting bagi pendidikan di sekolah. Adanya suatu laboratorium di sekolah memegang peranan penting bagi suatu sekolah karena dapat menunjang suatu kegiatan pembelajaran, sehingga siswa dapat memiliki pemahaman yang optimal terkait teori yang dapat diimplementasikan secara langsung dalam kegiatan percobaan atau praktik (Romadhoni & Saifuddin, 2021). Praktikum pada pembelajaran Biologi adalah hal yang terpenting untuk memajukan kualitas pembelajaran biologi terutama dalam melaksanakan proses pembelajaran. Menurut Hodson (dikutip dalam Agustina & Ningsih 2017) menyatakan pelaksanaan praktikum dapat: a) meningkatkan motivasi, b) mengajarkan beberapa keterampilan yang harus dilaksanakan di laboratorium, c) membantu mengembangkan teori, d) membantu mengembangkan keterampilan dalam mengimplementasikan teori, e) menumbuhkan sikap ilmiah, dan f) mengembangkan aspek keterampilan sosial.

Kegiatan praktikum di laboratorium akan lebih efektif untuk meningkatkan bakat siswa dalam pengamatan dan meningkatkan keterampilan serta sebagai wadah melatih menggunakan peralatan. Selain itu, kegiatan praktikum juga dapat mengembangkan rasa keingintahuan, kreatif, inovatif dan menumbuhkan kejujuran ilmiah (Nasution & Hasairin, 2016). Pelaksanaan praktikum biologi membutuhkan sebuah tempat khusus, yaitu laboratorium biologi guna membuktikan teori yang diperoleh dengan kenyataan di lapangan (Marlan, 2020).

Pengelolaan laboratorium khususnya biologi perlu dilakukan agar laboratorium berfungsi dengan optimal (Rosdiana, Khuzaemah, & Gloria, 2016), Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 tentang Standar Sarana dan Prasarana SMA/MA Pendidikan Umum, salah satunya adalah SMA/MA harus mempunyai ruang laboratorium biologi tersendiri. Laboratorium biologi dapat menjadi pendukung dalam pembelajaran biologi pada beberapa materi yang perlu dilakukan sebuah percobaan atau pengamatan di laboratorium (Adilah, Setiadi, & Kahar, 2021). Pelaksanaan praktikum di

laboratorium biologi menggunakan bahan-bahan yang nantinya akan menghasilkan suatu limbah.

Limbah merupakan sisa dari suatu proses usaha yang terbuang atau tidak digunakan yang dapat menimbulkan dampak buruk terhadap makhluk hidup dan lingkungannya. Limbah laboratorium merupakan limbah yang berasal dari buangan hasil reaksi berbagai larutan kimia dalam suatu eksperimen. Limbah laboratorium mengandung jenis senyawa-senyawa organik dan logam. Hal ini akan berdampak pada lingkungan jika dibuang langsung tanpa proses pengolahan limbah terlebih dahulu (Yohana, Arifin, & Destiarti, 2018). Limbah praktikum adalah limbah yang tidak terpakai lagi di dalam laboratorium. Penanganan limbah harus disesuaikan dengan prosedur yang ada untuk mengurangi resiko kecelakaan dalam laboratorium. Ada tiga jenis limbah laboratorium yang ada di sekolah, yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Limbah padat merupakan hasil buangan sisa pengolahan yang berupa padatan (Nurlani, 2019). Limbah cair laboratorium adalah zat cair yang diperoleh setelah melakukan praktikum atau pengujian di laboratorium yang bersifat berbahaya (Sari, 2019). Limbah cair laboratorium banyak mengandung zat kimia yang termasuk ke dalam golongan limbah B3 yang sukar diurai, maka dari itu limbah cair bisa dikatakan limbah yang paling berbahaya (Pabbenteng & Alwina, 2020). Merujuk definisi pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pengertian limbah laboratorium adalah sisa suatu proses kegiatan praktikum yang mengandung bahan berbahaya dan beracun karena sifat maupun konsentrasinya baik secara langsung atau tidak langsung dapat mencemari, merusak lingkungan hidup dan dapat membahayakan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya (Sulman & Irawan, 2016). Limbah B3 mengandung bahan yang dapat mencemari, membahayakan dan merusak lingkungan sekitar, serta kesehatan bahkan kelangsungan hidup manusia dan makhluk

hidup lainnya (Pramestiyawati, 2019). Dengan begitu dalam pengelolaan limbah harus diperhatikan karena banyaknya zat berbahaya dan beracun, sehingga dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan, baik permasalahan yang timbul secara langsung maupun tidak langsung yang dapat merusak dan mencemari lingkungan, kesehatan, serta kelangsungan hidup semua makhluk hidup yang ada di lingkungan tersebut. Untuk itu, sangat penting dipelajari cara mengolah limbah dengan seksama agar lebih dapat memahami dalam menangani cara-cara mengelola limbah yang efektif dan efisien sehingga lingkungan bisa terjaga (Ramadhani, 2020).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Adilah, Setiadi, & Kahar (2021) memperoleh hasil mengenai analisis standarisasi laboratorium biologi sekolah menengah atas (SMA) di kota Pontianak. Penelitian yang dilakukan Simatupang & Sitompul (2018) memperoleh juga hasil tentang analisis sarana dan prasarana laboratorium biologi dan pelaksanaan praktikum biologi untuk mendukung pembelajaran biologi kelas XI dan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2016) tentang pengelolaan laboratorium IPA di SMA Muhammadiyah 1 Sragen diperoleh hasil tentang pengadaan alat dan bahan laboratorium IPA dilakukan sesuai prosedur. Berdasarkan hasil penelitian tersebut belum adanya pembahasan terkait pengelolaan limbah laboratorium di SMA sehingga perlu dilakukan penelitian pengelolaan limbah laboratorium biologi terutama di SMA Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta dengan tujuan untuk mengetahui pengelolaan limbah praktikum di laboratorium biologi SMA.

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah metode deskriptif dengan tujuan untuk mengetahui pengolahan limbah laboratorium biologi SMA yang ada di Kabupaten Bantul. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini, yaitu melalui wawancara, observasi dan dokumentasi. Instrumen yang digunakan berupa daftar wawancara dan lembar observasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2022 tahun pelajaran 2021/2022

di SMA Negeri Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh SMA Negeri di Kabupaten Bantul dan sampel penelitiannya, yaitu SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis, dan SMA Negeri 1 Kasihan.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dengan wawancara dan dokumentasi, sedangkan data kuantitatif diperoleh dari observasi. Hasil wawancara dengan laboran sekolah adalah untuk mengetahui penggunaan atau pengolahan limbah yang terjadi di laboratorium yang dideskripsikan secara kualitatif dan dokumentasi dilakukan untuk mendukung data yang telah diperoleh. Pengumpulan data dari hasil observasi dilakukan untuk memperoleh data mengenai pengolahan limbah laboratorium berdasarkan peralatan pengolahan limbah dari tiga variabel, yaitu pengelolaan limbah padat, limbah cair dan limbah B3. Perhitungan terhadap hasil dari observasi menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Perhitungan nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan:

80 < X ≤ 100 = Sangat Baik

60 < X ≤ 80 = Baik

40 < X ≤ 60 = cukup

20 < X ≤ 40 = Sangat Kurang

(Sumber: Modifikasi dari Widoyoko, 2016)

Hasil dan Pembahasan

Pembelajaran biologi adalah suatu proses pembelajaran yang membutuhkan dukungan dari laboratorium agar dapat terlaksana dengan baik karena dengan adanya laboratorium biologi di SMA dapat dijadikan sebagai sumber belajar di dalam proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran yang dilakukan dengan praktik secara langsung di laboratorium akan menghasilkan suatu limbah, yang membutuhkan pengelolaan secara khusus berdasarkan dari jenis limbah tersebut.

Limbah laboratorium merupakan suatu zat sisa yang berasal dari buangan sisa reaksi-reaksi kimia dari berbagai macam eksperimen atau penelitian dan juga merupakan benda-benda pada kegiatan praktikum di laboratorium yang sudah tidak

digunakan lagi, seperti sisa-sisa sampel yang diuji dan air bekas cucian peralatan. Selain itu, limbah laboratorium juga dapat berasal dari bahan-bahan baku yang telah kadaluarsa (*expired*) (Nurhayati, Sugito, & Pertiwi, 2018). Jenis limbah yang diolah di laboratorium diantaranya adalah limbah padat, cair, dan bahan berbahaya dan beracun (B3).

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis, dan SMA Negeri 1 Kasihan yang berada di Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Pengolahan Limbah di SMA Negeri 1 Pleret

SMA Negeri 1 Pleret berada di Kedaton, Pleret, Kabupaten Bantul, yang merupakan salah satu sekolah menengah atas (SMA) dengan akreditasi A dan memiliki laboratorium yang dapat menunjang proses pembelajaran, salah satunya adalah laboratorium biologi. Pengelolaan limbah laboratorium biologi di SMA Negeri 1 Pleret dikelola secara mandiri oleh pihak laboran, karena pihak sekolah belum melakukan kerjasama dengan pihak pengelolaan limbah laboratorium secara khusus. Akan tetapi secara keseluruhan pihak sekolah telah melakukan kerjasama dengan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Bantul dalam mengelola limbah di sekolah. Kegiatan tersebut dilakukan secara rutin, yaitu dalam satu minggu dilakukan pengambilan limbah dua kali untuk dikelola pihak DLH. SMA Negeri 1 Pleret melakukan kerjasama dengan pihak DLH dikarenakan DLH memiliki pengelolaan limbah di berbagai bidang. Dalam Peraturan Bupati Bantul No. 116 Tahun 2016, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul memiliki beberapa bidang pengelolaan sampah, limbah-limbah B3 dan kapasitas lingkungan hidup yang memiliki fungsi sebagai perumusan suatu kebijakan di dalam bidang pengelolaan sampah, limbah-limbah B3, dan peningkatan kapasitas lingkungan hidup (Simbolon, 2018).

Penanganan atau pengelolaan limbah padat di SMA Negeri 1 Pleret Bantul dilakukan dengan membuang

langsung limbah ke dalam kotak sampah yang berada di laboratorium. Namun pihak sekolah memanfaatkan limbah padat organik yang dikelola menjadi pupuk kompos yang kemudian dapat diperjualbelikan sebagai media tanam. Penanganan dan pengelolaan limbah cair di SMA Negeri 1 Pleret belum dikelola secara insentif karena dalam pelaksanaan praktikum biologi penggunaan bahan yang berbahaya belum digunakan secara signifikan dimana pihak sekolah hanya menggunakan bahan-bahan atau reagen-reagen biasa, seperti Lugol, Fehling, Benedict, dan Biuret, sehingga pihak sekolah belum memperhatikan secara khusus terkait pengelolaan limbah cair untuk bahan yang tergolong berbahaya. Pembuangan limbah cair di sekolah langsung dialirkan di wastafel yang ada di dalam laboratorium.

b. Pengolahan Limbah di SMA Negeri 1 Jetis

SMA Negeri 1 Jetis berada di Sumber Agung, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul merupakan salah satu sekolah SMA yang terakreditasi A. Dalam melakukan pengelolaan limbah laboratorium Biologi sama seperti SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis melakukan kerjasama dengan DLH untuk mengelola limbah yang ada di sekolah. DLH adalah suatu lembaga yang amat penting untuk membantu dalam pengelolaan limbah, lembaga yang memiliki peranan penting dalam mengawasi entitas bisnis di suatu daerah atau kondisi dalam pembuangan limbahnya (Malia, 2020), dalam hal ini adalah sekolah yang memiliki laboratorium untuk kegiatan pembelajaran (praktikum). DLH juga memfasilitasi sekolah dengan memberikan alat untuk pengelolaan limbah, selain itu pihak DLH mengambil sampah secara berkala di sekolah. Penanganan atau pengelolaan limbah padat dilakukan dengan membuang langsung limbah berupa dedaunan ke dalam kotak sampah khusus limbah praktikum yang berada di laboratorium. Sekolah juga menghemat pemakaian bahan praktikum agar mengurangi limbah. Penanganan dan pengelolaan

limbah cair di SMA Negeri 1 Jetis belum dikelola secara intensif karena dalam pelaksanaan praktikum penggunaan bahan berbahaya belum digunakan secara signifikan, pihak sekolah hanya menggunakan bahan-bahan atau reagen-reagen biasa, seperti Lugol, Fehling, Benedict, dan Biuret, sehingga pihak sekolah belum memperhatikan secara khusus terkait pengelolaan limbah cair untuk bahan yang tergolong berbahaya. Dalam pengelolaan limbah tersebut, bahan-bahan atau reagen-reagen dibuang langsung di wastafel dan dialirkan langsung ke dalam *safety tank* tersendiri dan melakukan pemisahan terhadap saluran air limbah dan saluran limpahan air hujan agar tidak berbahaya dan merusak lingkungan.

c. Pengolahan Limbah di SMA Negeri 1 Kasihan

SMA Negeri 1 Kasihan berada di Tegal Senggotan, Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul yang juga merupakan salah satu SMA yang memiliki akreditasi A. Pengelolaan limbah di SMA Negeri 1 Kasihan belum melakukan kerja sama dengan lembaga pengelolaan limbah. Tidak seperti kedua sekolah sebelumnya yang telah melakukan kerjasama dengan DLH untuk mengelola limbah yang ada di sekolah, limbah SMA Negeri 1 Kasihan yang dihasilkan dari proses praktik dikelola secara mandiri dengan pihak laboran. Penanganan dan pengolahan limbah laboratorium biologi di SMA Negeri 1 Kasihan setelah diadakannya praktikum untuk limbah padat langsung ditampung di wadah sementara kemudian ketika proses praktikum biologi selesai limbah dibuang di tempat sampah. Pengolahan limbah cair di SMA Negeri 1 Kasihan hanya menggunakan reagen-reagen yang biasa sehingga tidak dilakukan pengolahan limbah secara khusus sehingga dalam pengolahan limbah cair dapat dibuang ke dalam wastafel dan langsung dialirkan ke saluran pembuangan limbah cair berbahan kimia.

Analisis keterlaksanaan pengelolaan limbah di laboratorium biologi diperoleh melalui pengamatan observer terhadap laboratorium di sekolah. Pengisian lembar

observasi keterlaksanaan pengelolaan limbah laboratorium adalah dengan cara observer mengamati peralatan yang mendukung proses pengelolaan limbah. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan cara menjumlahkan seluruh skor-skor yang diperoleh pada masing-masing komponen yang dinilai dari peralatan pengolahan limbah di laboratorium. Komponen-komponen yang dinilai dalam analisis pengelolaan limbah terdiri dari tiga variabel, yaitu pengelolaan limbah padat, limbah cair dan limbah B3. Akan tetapi pengelolaan limbah B3 tidak terlaksana di laboratorium biologi di ketiga SMA, yaitu SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis dan SMA Negeri 1 Kasihan. Limbah B3 tidak digunakan dalam proses praktikum di laboratorium karena dalam proses praktik pihak sekolah hanya menggunakan bahan-bahan yang tidak berbahaya bagi para siswa (Tabel 1). Dengan demikian, perhitungan skor dari analisis keterlaksanaan pengelolaan limbah di laboratorium biologi hanya berdasarkan variabel pengelolaan limbah padat dan pengelolaan limbah cair (Gambar 1).

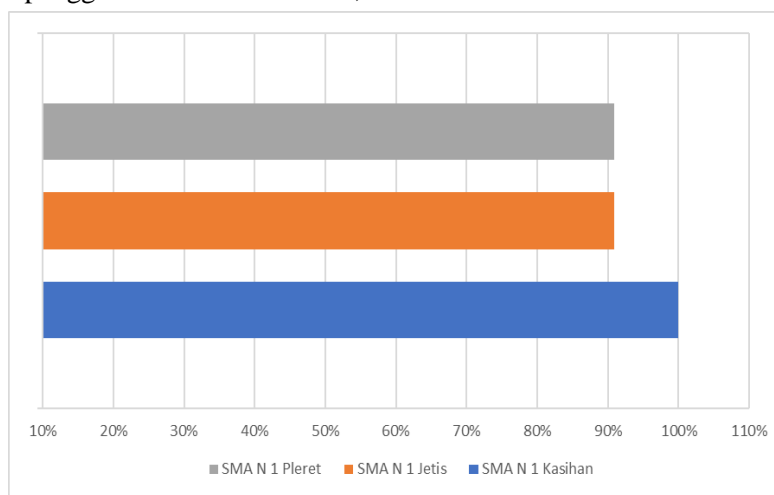
Tabel 1. Jenis limbah yang dikelola laborator

Jenis Limbah	Contoh Limbah
Limbah Padat	Tisu, Kertas, Plastik, Dedaunan, Ati Ayam, Bawang, Kapas
Limbah Cair	Larutan H ₂ O ₂ , H ₂ O, HCL
Limbah B3	Tidak menggunakan Limbah B3

Berdasarkan hasil perhitungan, pengolahan limbah di laboratorium biologi SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Kasihan, dan SMA Negeri 1 Jetis dapat diketahui dari persentase diagram pada Gambar 1. SMA Negeri 1 Kasihan mendapatkan nilai 100%, SMA Negeri 1 Pleret dan SMA Negeri 1 Jetis mendapatkan nilai 90,90% karena dalam perhitungan dilihat dari komponen peralatan pengolahan limbah yang dimiliki laboratorium berdasarkan jenis limbahnya. Komponen yang dilihat dalam peralatan pengolahan limbah padat adalah adanya tempat sampah dan tempat sementara limbah sebelum dibuang ke tempat sampah. Komponen yang dilihat untuk limbah cair adalah seperti memiliki saluran instalasi khusus dengan

tujuan agar tidak berbahaya bagi lingkungan serta memperhatikan bahaya tidaknya limbah sebelum dibuang ke tempat sampah dengan menetralkan terlebih dahulu. Untuk limbah B3 di ketiga sekolah tidak memiliki limbah tersebut sehingga tidak adanya komponen penilaian terhadap limbah B3 karena limbah B3 adalah limbah yang dapat mempengaruhi kesehatan. Limbah B3 juga dapat mencelakakan manusia secara langsung seperti akibat ledakan yang dapat terjadi dari penggunaan limbah B3,

kebakaran, reaktif, dan korosif, maupun secara tidak langsung seperti toksik akut dan kronis (Putra, Setyowati, & Apriyanto, 2019). Oleh karena itu, SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis, dan SMA Negeri 1 Kasihan tidak menggunakan B3 dan tidak menghasilkan limbah B3, sehingga ketiga SMA tersebut dapat dikategorikan sebagai sekolah dengan kategori sangat baik terhadap peralatan pengelolaan limbah di laboratorium biologi.



Gambar 1. Persentase Peralatan Pengolahan Limbah

Simpulan

Berdasarkan wawancara dan observasi serta dokumentasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pengelolaan limbah laboratorium biologi SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis dan SMA Negeri 1 Kasihan dapat dikategorikan sebagai sekolah dengan kategori sangat baik dalam melakukan pengelolaan limbah laboratorium biologi dengan total persentase penilaian yang diperoleh tidak kurang dari 90%. Penilaian dalam pengelolaan limbah laboratorium biologi hanya pada pengelolaan limbah padat dan pengelolaan limbah cair saja dikarenakan ketiga sekolah tidak menggunakan bahan-bahan yang berbahaya (B3) dalam melaksanakan praktikum, hanya menggunakan reagen-reagen biasa yang tidak berbahaya bagi para siswa. Limbah yang dihasilkan dari praktikum memerlukan pengelolaan khusus, meskipun limbah yang dihasilkan belum termasuk limbah berbahaya.

Ucapan Terima kasih

Kami ucapkan terimakasih kepada SMA Negeri 1 Pleret, SMA Negeri 1 Jetis dan SMA Negeri 1 Kasihan karena telah bersedia sebagai narasumber dan telah memberikan izin untuk pengambilan data wawancara dan observasi untuk digunakan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adilah, M., Setiadi, A. E., & Kahar, A.P. (2021). Analisis Standarisasi Laboratorium Biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 21(2),195-207. <http://dx.doi.org/10.22373/jid.v21i2.5995>
- Agustina, P., & Ningsih, I., W. (2017). Observasi Pelaksanaan Praktikum Biologi di Kelas XI SMA Muhammadiyah 1 Surakarta T.A. 2015/2016 Ditinjau dari Standar Pelaksanaan Praktikum Biologi. *Bioeducation Journal*, 1(1), 34-43.

- <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/bioeducation/article/view/7151/5605>
- Lestari, T. (2016). Pengelolaan Laboratorium IPA di SMA Muhammadiyah 1 Sragen. *Naskah Publikasi Thesis*, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses dari <http://eprints.ums.ac.id/48259/1/NASKAH%20PUBLIKASI.pdf>
- Malia, E. (2020). Peranan Dinas Lingkungan Hidup dalam Pengawasan Penerapan Akuntansi Lingkungan pada Entitas Bisnis di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Akuntansi Universitas Jember*, 17(2), 92-109. <https://doi.org/10.19184/jauj.v17i2.11632>
- Marlan. (2020). Studi Evaluasi Sarana dan Prasarana Laboratorium Kimia SMA Negeri 5 Bengkulu Selatan. *Jurnal Manajer Pendidikan* 14(2), 68-74. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/manajerpendidikan/article/download/12834/6712>
- Nasution, N., & Hasairin, A. (2016). Analisis Sarana dan Pemanfaatan Laboratorium IPA (Biologi) dalam Pembelajaran Biologi Kelas XI di SMA Swasta Nusantara Lubuk Pakam. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 4(4), 31-37. <https://doi.org/10.24114/jpp.v4i4.6642>
- Nurlani, M. (2019). Pengelolaan Lingkungan Hidup Akibat Limbah Industri Ditinjau dari Sektor Hukum, Ekonomi, Sosial, dan Budaya di Indonesia. *Jurnal Thengkyang*, 2(1), 64-84. <http://jurnaltengkiang.ac.id/jurnal/index.php/JurnalTengkiang/article/view/15/8>
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(2), 125-138. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss2.art5>
- Pabbenteng, P., & Alwina, E. (2020). Desain Reaktor Pengolahan Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 15-21. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i1.142>
- Pramestiyawati, T. N. (2019). Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium Klinik di Sumber Limbah. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur yang Diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)*, 28 Agustus 2019, 471-476. <http://ejournal.itats.ac.id/stepplan/article/view/817/689>
- Putra, T. I., Setyowati, N., & Apriyanto, E. (2019). Identifikasi Jenis dan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga: Studi Kasus Kelurahan Pasar Tais Kecamatan Seluma Kabupaten Seluma. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 49-61. <https://doi.org/10.31186/naturalis.8.2.9209>
- Ramadhani, S. P. (2020). Pengelolaan Laboratorium. Depok: Yiesa Rich Foundation.
- Romadhoni, T. E., & Saifuddin, M. F. (2021). Evaluasi Pemanfaatan Laboratorium Biologi SMAN/MAN se-Kecamatan Godean. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 5(1), 59-67. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss1/566>
- Rosdiana, Khuzaemah, E., & Gloria, R. Y. (2016). Analisis Daya Dukung Laboratorium IPA-Biologi dalam Menunjang Pelaksanaan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) pada Pembelajaran Biologi di MA Nurul Hikmah Haurgeulis. *Scientiae Educatia: Jurnal Sains dan Pendidikan Sains*, 5(1), 78-89. <https://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/sceducatia/article/view/1269/947>
- Sari, Y. S. (2019). Mengolah COD pada Limbah Laboratorium. *Jurnal Komunitas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 22-31. <https://doi.org/10.31334/jks.v2i1.289>
- Simatupang, A. C., & Sitompul, A. F. (2018). Analisis Sarana dan Prasarana Laboratorium Biologi dan Pelaksanaan Kegiatan Praktikum Biologi dalam

- Mendukung Pembelajaran Biologi Kelas XI. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 6(2), 109–115. <https://doi.org/10.24114/jpp.v6i2.10148>
- Simbolon, E. (2018). Peran Dinas Lingkungan Hidup dalam Pengendalian Pencemaran Sebagai Akibat Limbah Rumah Pematangan Hewan di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sulman, L., & Irawan, J. (2016). Pengelolaan Limbah Kimia di Laboratorium Kimia PMIPA FKIP Unram. *Jurnal Pijar Mipa*, 11(2), 135–141. <https://doi.org/10.29303/jpm.v11i2.116>
- Widoyoko, E. P. (2016). Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Yohana, N., Arifin, & Destiarti, N. (2018). Pengolahan Limbah Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik dengan Kombinasi Proses Kimia dan Biologi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v6i1.2422>