

Analisis *Biosafety* dan *Biosecurity* Laboratorium Biologi MAN X Jakarta

An Nabilla Nurjannah¹, Maya Srinarti Siregar¹, Nadia Nur Azizah¹, Siti Maesaroh¹, Evi Mulyah¹

¹ UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten

Email: evimulyah@uinjkt.ac.id

ABSTRACT

The implementation of practical activities in the biology laboratory must follow the rules in the laboratory, one of which is the application of biosafety and biosecurity aspects during activities in the laboratory. This study aims to determine the condition of the biology laboratory at MAN X Jakarta and identify the completeness of facilities and infrastructure, especially in the aspects of biosafety and biosecurity. The method used in this study is a quantitative descriptive method through questionnaires, observations, interviews, and documentation. Qualitative data analysis is presented in descriptive form based on the results of the interview. Quantitative analysis is carried out by quantitative calculations in the form of percentages. Based on the results of observations, the condition of the biology laboratory of MAN X Jakarta is included in the complete category with a percentage of 80%, has complete biosafety and biosecurity facilities and infrastructure with a percentage of 66.67%, and very good biosafety and biosecurity management with a percentage of 82%. These results indicate that the biology laboratory of MAN X Jakarta has met biosafety and biosecurity standards.

Keywords: *Biosafety, Biosecurity, Biological Laboratory.*

ABSTRAK

Pelaksanaan kegiatan praktikum di dalam laboratorium biologi harus mengikuti aturan yang ada di dalam laboratorium, salah satunya penerapan aspek-aspek *biosafety* dan *biosecurity* selama beraktivitas di dalam laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi laboratorium biologi di MAN X Jakarta dan mengidentifikasi kelengkapan sarana dan prasarana, terutama pada aspek *biosafety* dan *biosecurity*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif melalui angket, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data secara kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif berdasarkan hasil wawancara. Analisis kuantitatif dilakukan dengan perhitungan kuantitatif dalam bentuk persentase. Berdasarkan hasil observasi, kondisi laboratorium biologi MAN X Jakarta termasuk kategori sangat lengkap dengan persentase 80%, memiliki sarana prasarana *biosafety* dan *biosecurity* yang lengkap dengan persentase 66,67% serta pengelolaan *biosafety* dan *biosecurity* yang sangat baik dengan persentase 82%. Hasil tersebut menunjukkan laboratorium biologi MAN X Jakarta sudah memenuhi standar *biosafety* dan *biosecurity*.

Kata Kunci: *Biosafety, Biosecurity, Laboratorium Biologi.*

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan sebuah tempat kerja berupa ruangan atau kamar dalam melaksanakan kegiatan praktikum atau penelitian yang di dalamnya terdapat infrastruktur, seperti peralatan dan bahan-bahan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan praktik atau penelitian (Agustina *et al.*, 2017). Laboratorium merupakan salah satu prasarana di dalam sekolah untuk memenuhi standar pelaksanaan kegiatan praktikum.

Laboratorium biologi termasuk prasarana yang terdapat pada jenjang pendidikan sekolah menengah atas. Aktivitas di dalam laboratorium biologi mencakup kegiatan praktikum, seperti observasi maupun demonstrasi berkaitan dengan berbagai percobaan ilmiah. Dalam efektivitas dan efisiensi penggunaan laboratorium biologi harus memperhatikan standar kelayakan dan keamanan laboratorium. Pelaksanaan kegiatan penelitian atau praktikum di dalam laboratorium biologi harus mengikuti aturan yang telah ada di dalam laboratorium salah satunya adalah penerapan aspek-aspek *biosafety* dan *biosecurity* selama beraktivitas di dalam laboratorium (Faisal *et al.*, 2023).

Biosafety merupakan teknik penerapan yang bertujuan untuk melindungi dan menjaga keselamatan praktikan dan peneliti serta laboratorium itu sendiri dari terjadinya kecelakaan, paparan zat yang berbahaya dan berpotensi mengakibatkan penyakit (Syahputra, 2017). Prinsip utama yang dipegang dalam aspek *biosafety* dalam laboratorium biologi, yaitu melindungi praktikan atau peneliti dalam laboratorium serta melaksanakan penilaian risiko (*risk assessment*) (Susanti *et al.*, 2019).

Selain memperhatikan aspek *biosafety*, dalam aktivitas laboratorium biologi juga diperlukan penerapan aspek-aspek *biosecurity*. *Biosecurity* merupakan semua kegiatan yang menuju pada bentuk aktivitas perlindungan, pengendalian serta akuntabilitas dari berbagai bahan biologi penting dan berharga di laboratorium yang bertujuan untuk menghindari adanya pencurian dan penyalahgunaan fasilitas di dalam laboratorium serta keamanan aset di laboratorium (Susanti *et al.*, 2019).

Penerapan *biosafety* dapat memberikan lingkungan aman bagi peserta didik yang melakukan kegiatan praktikum di laboratorium (World Health Organization, 2004). Oleh karena itu, penting untuk menerapkan *biosafety* di laboratorium biologi untuk mencegah dan mengurangi banyaknya risiko terjadinya kecelakaan kerja (National Research Council, 2006).

Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium menjadi fokus yang dikaji pada aspek *biosafety* dan *biosecurity* pada laboratorium. Pelaksanaan percobaan di sekolah perlu menerapkan aspek *biosafety* dan *biosecurity*, meliputi pelaksanaan praktikum di sekolah dapat mencakup keamanan dari pengguna maupun alat dan bahan yang digunakan di laboratorium, sarana dan prasarana laboratorium, maupun desain dan manajemen laboratorium yang tepat (Manuaba, 2016).

Berdasarkan latar belakang di atas dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Faisal *et al.*, (2023) bahwa laboratorium biologi di sekolah X belum memenuhi standar *biosafety* dan *biosecurity* terutama pada kelengkapan sarana prasarana sehingga perlu untuk dilakukan penelitian terkait *biosafety* dan *biosecurity* pada laboratorium biologi, maka dapat diketahui bahwa setiap sekolah memiliki kondisi laboratorium yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terkait *biosafety* dan *biosecurity*, dimana penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi laboratorium di MAN X Jakarta dan mengidentifikasi kelengkapan sarana dan prasarana, terutama pada aspek *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium biologi MAN X Jakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu MAN yang terletak di Jakarta pada bulan Juni 2024 menggunakan metode deskriptif kuantitatif melalui angket, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati kondisi laboratorium biologi MAN X Jakarta secara langsung yang mencakup kondisi laboratorium, sarana prasarana, dan pengelolaan *biosafety* dan *biosecurity*. Instrumen observasi terkait sarana dan prasarana serta instrumen wawancara dibuat khususnya pada

aspek *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium sekolah yang mencakup 7 indikator, yaitu komunikasi bahaya, pengontrolan teknik, material berbahaya, peralatan laboratorium, limbah berbahaya, keamanan listrik mekanik dan keamanan umum. Instrumen angket tersebut dibuat dengan merujuk pada dokumen *Laboratory Safety Self-Assessment* yang dibuat oleh Washington State University. Wawancara dilakukan kepada laboran biologi MAN X Jakarta sebagai bentuk afirmasi data yang dihasilkan dari angket maupun observasi.

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif yang bersumber pada hasil wawancara. Analisis kuantitatif dianalisis dari hasil angket dengan perhitungan kuantitatif dalam bentuk persentase. Merujuk pada pendapat Sugiyono (2012), data yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor Sebenarnya}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Tabel 1. Indikator Persentase Sarana dan Prasarana Laboratorium

| Persentase yang Diperoleh | Keterangan |
|---------------------------|----------------------|
| 75%-100% | Sangat Lengkap |
| 50%-74% | Lengkap |
| 25%-49% | Tidak Lengkap |
| 0%-24% | Sangat Tidak Lengkap |

Tabel 2. Indikator Presentase Sarana dan Prasarana Laboratorium

| Persentase yang Diperoleh | Keterangan |
|---------------------------|-------------------|
| 75%-100% | Sangat Baik |
| 50%-74% | Baik |
| 25%-49% | Tidak Baik |
| 0%-24% | Sangat Tidak Baik |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data yang didapatkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium MAN X Jakarta disajikan dalam bentuk deskripsi naratif. Setiap aspek yang termasuk ke dalam *biosafety* dan *biosecurity* dibahas secara terperinci pada tabel 3.

Tabel 3. Informasi Umum Kondisi Laboratorium Biologi MAN X Jakarta

| No. | Kondisi Laboratorium | Ya | Tidak |
|-----|--|----|-------|
| 1. | Memiliki laboratorium IPA Biologi | ✓ | |
| 2. | Kapasitas laboratorium 30 siswa | ✓ | |
| 3. | Ruang persiapan bahan dan alat praktik | ✓ | |
| 4. | Ruang penyimpanan bahan dan alat | ✓ | |
| 5. | Rak penyimpanan tas dan buku | | - |
| 6. | Kondisi ruang yang memadai (penerangan, ventilasi, kebersihan, penataan, keamanan) | ✓ | |
| 7. | Air dan listrik yang memadai | ✓ | |
| 8. | Tempat pengolahan limbah praktik | ✓ | |
| 9. | Alat praktik untuk minimal 20 siswa | ✓ | |
| 10. | Bahan praktik untuk minimal 20 siswa | ✓ | |

| | | |
|-----|---|---|
| 11. | Penanggung Jawab Laboratorium | - |
| 12. | Tenaga laboran | - |
| 13. | Petunjuk pemakaian alat praktikum dan bahan kimia | - |
| 14. | Buku daftar inventaris | √ |
| 15. | Buku daftar pemakaian alat | √ |
| 16. | Modul atau paket materi praktikum | √ |
| 17. | Alokasi dana khusus untuk laboratorium | √ |
| 18. | Tata tertib penggunaan dan kegiatan laboratorium | √ |
| 19. | Jadwal pemakaian laboratorium | √ |
| 20. | Fasilitas penunjang kegiatan di laboratorium | √ |

Berdasarkan data yang disajikan pada tabel 3, hasil observasi menunjukkan bahwa secara umum laboratorium biologi MAN X Jakarta memiliki 16 item dari 20 indikator yang dapat dilihat pada tabel 2. Selain informasi umum, sarana dan prasarana yang meliputi *biosafety* dan *biosecurity* yang tersedia dapat tercatat sebanyak 6 dari 9 indikator yang terdapat pada tabel 3.

Hasil observasi yang dilakukan di MAN X Jakarta juga menunjukkan bahwa terdapat laboratorium yang dikhususkan untuk mata pelajaran biologi. Ruangan laboratorium biologi memiliki ukuran yang cukup luas dengan kapasitas untuk menampung peserta didik sebanyak 36 siswa. Kondisi ruang laboratorium memadai dari segi penerangan, air, listrik, maupun kebersihan. Di dalam laboratorium tidak terdapat rak penyimpanan tas dan buku karena siswa hanya membawa LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) yang berisi panduan kegiatan praktikum dan tas diletakkan di ruang kelas. Jumlah alat-alat dan bahan-bahan praktikum cukup untuk minimal 20 siswa dan tersimpan rapi di tempat penyimpanan.

Menurut (Rahmah *et al.*, 2021) tersedianya tenaga laboran di suatu sekolah untuk membantu guru dalam mengelola dan mempersiapkan kegiatan praktikum menjadi salah satu faktor terkendalanya kegiatan praktikum. Saat ini tidak terdapat tenaga khusus laboran yang mengelola laboratorium biologi di MAN X Jakarta karena kurangnya tenaga kerja yang tersedia sehingga saat ini tugas sebagai laboran serta kepala laboratorium dilakukan oleh guru-guru biologi yang ada di MAN X Jakarta, meski belum terdapat tenaga laboran di laboratorium biologi MAN X Jakarta, kegiatan praktikum tetap berjalan dengan baik dan efektif. Berjalannya kegiatan praktikum dengan baik didukung oleh kualifikasi guru biologi di MAN X Jakarta yang telah mengikuti kegiatan pelatihan Kepala Laboran dari salah satu perguruan tinggi di Indonesia sehingga jika merujuk pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI Nomor 26 Tahun 2008, guru biologi di MAN X Jakarta telah memenuhi kualifikasi sebagai kepala atau teknisi laboratorium di sekolah.

Tabel 4. Sarana dan Prasarana *Biosafety* dan *Biosecurity* Laboratorium MAN X Jakarta

| No. | Jenis Sarana dan Prasarana | Tersedia | Tidak Tersedia |
|---|-----------------------------------|----------|----------------|
| Prasarana Laboratorium | | | |
| 1. | Lemari asam | - | - |
| 2. | Lemari penyimpanan alat praktikum | √ | - |
| 3. | Tempat sampah | √ | - |
| Alat <i>Biosafety</i> dan <i>Biosecurity</i> | | | |
| 1. | APAR (Alat Pemadam Kebakaran) | √ | - |
| 2. | <i>Safety Shower</i> | - | - |
| 3. | Kotak P3K | √ | - |

| | | |
|----|-----------------------|---|
| 4. | <i>Emergency Wash</i> | - |
| 5. | Alat Pelindung Diri | ✓ |
| 6. | Wastafel | ✓ |

Berdasarkan data yang disajikan pada tabel 4, laboratorium biologi tersusun dari berbagai kelengkapan sarana dan prasarana, khususnya sarana dan prasarana terkait *biosafety* dan *biosecurity* yang berfungsi dalam menunjang kualitas aktivitas serta tingkat keamanan pada pelaksanaan praktikum pembelajaran biologi (Yuliarti *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian mengenai sarana dan prasarana terkait *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium biologi MAN X Jakarta terdiri dari APAR (Alat Pemadam Api Ringan), kotak P3K (Pertolongan Pertama pada Kecelakaan), APD (Alat Pelindung Diri), wastafel, lemari penyimpanan alat dan bahan serta tempat sampah. Beberapa jenis sarana dan prasarana yang tidak terdapat di laboratorium biologi MAN X Jakarta, yaitu *safety shower* dan *emergency eyewash*. Roll *et al.*, di dalam (Choi, J. Y. & Byeon, 2021) menjelaskan bahwa *safety shower* dan *emergency eyewash* digunakan sebagai alat yang digunakan saat kondisi darurat jika tubuh terkena zat-zat kimia berbahaya.

Berdasarkan hasil observasi juga menunjukkan bahwa kegiatan yang dilakukan merupakan praktikum sederhana dan tidak banyak menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya. *Safety shower* dan *emergency eyewash* biasanya digunakan pada kawasan pabrik, industri atau laboratorium dengan resiko paparan zat kimia berbahaya yang tinggi. Laboratorium biologi di MAN X Jakarta termasuk pada laboratorium tipe 1, yaitu laboratorium jenjang sekolah dengan resiko paparan zat kimia berbahaya yang tergolong rendah sehingga *safety shower* dan *emergency eyewash* tidak terdapat di laboratorium biologi MAN X Jakarta.

Tabel 5. Pengelolaan *Biosafety* dan *Biosecurity* Laboratorium MAN X Jakarta

| No. | Pertanyaan | Ya | Tidak | T/S |
|--------------------------|---|----|-------|-----|
| Komunikasi Bahaya | | | | |
| 1. | Apakah informan Signage Laboratorium seperti tanda peringatan dan keselamatan, tanda petunjuk, maupun tanda informasi diperbarui dalam 12 bulan terakhir? | | ✓ | |
| 2. | Apakah dilakukan rencana kebersihan kimia atau Chemical Hygiene Plan (CHP) atau diperbarui dalam 12 bulan terakhir? | ✓ | | |
| 3. | Apakah laboran mengetahui dan meninjau terkait manual keselamatan laboratorium atau Lab Safety Manual (LSM) | ✓ | | |
| 4. | Apakah inventarisasi bahan kimia laboratorium telah diselesaikan atau diperbarui dalam 12 bulan terakhir? | ✓ | | |
| 5. | Apakah terdapat Standard Operating Procedures (SOPs) untuk aktivitas yang menggunakan bahan kimia atau bahan fisik berbahaya? | ✓ | | |
| 6. | Apakah dilakukan pengukuran potensi bahaya untuk meminimalisasi resiko paparan terhadap zat-zat berbahaya? | ✓ | | |
| 7. | Apakah laboran telah mengikuti pelatihan terkait sertifikasi bahaya? | ✓ | | |
| 8. | Apakah dokumen SDS (Safety Data Sheets) yang berisi informasi tentang bahan kimia yang digunakan di dalam laboratorium dapat diakses oleh seluruh penghuni sekolah? | ✓ | | |
| 9. | Apakah kegiatan praktikum di laboratorium menghasilkan limbah B3 | ✓ | | |
| 10. | Apakah laboran telah mengikuti pelatihan pengendalian limbah B3 | ✓ | | |
| 11. | Apakah lemari penyimpanan bahan kimia diberi label sesuai dengan jenis bahan kimia yang akan disimpan (seperti korosif, mudah terbakar, dll) | | | ✓ |

- | | | | |
|-----|--|---|---|
| 12. | Apakah semua wadah bahan kimia (termasuk botol dan botol semprot) diberi label yang terlihat jelas dan sesuai dengan isi maupun bahaya utamanya? | ✓ | |
| 13. | Apakah lemari es atau freezer di laboratorium diberi label “aman” atau “tidak aman” untuk penyimpanan bahan mudah terbakar? | | ✓ |
| 14. | Apakah label tanda-tanda bahaya dipasang di pintu masuk atau di area laboratorium? | ✓ | |

Pengontrolan Teknik

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | Apakah lemari asam terawat dengan baik dan tidak digunakan untuk penyimpanan bahan kimia secara jangka panjang? | ✓ |
| 2. | Apakah lemari asam memiliki alarm yang dapat didengar? | ✓ |
| 3. | Apakah pengguna mengetahui cara memantau aliran udara melalui lemari asam? | ✓ |
| 4. | Apakah lemari asam telah dikalibrasi dalam 12 bulan terakhir? | ✓ |

Material Berbahaya

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1. | Apakah wadah, perlengkapan, dan bahan kimia disimpan jauh dari tepi bangku ataupun rak? | ✓ | |
| 2. | Apakah wadah bahan kimia dalam kondisi baik (tidak berkarat atau bocor)? | ✓ | |
| 3. | Apakah wadah berisi bahan berbahaya tidak disimpan di lantai? | ✓ | |
| 4. | Apakah bahan kimia dengan yang sesuai jenisnya disimpan dengan benar (misal bahan asam terpisah dari bahan basa)? | ✓ | |
| 5. | Apakah bahan yang mudah terbakar tidak disimpan bersama bahan atau peralatan yang mudah terbakar dan menghasilkan panas? | ✓ | |
| 6. | Apakah bahan kimia yang reaktif terhadap air dipisahkan dari potensi paparan terhadap sumber air? | ✓ | |
| 7. | Apakah makanan tidak disimpan di dalam lemari es yang mengandung bahan berbahaya? | | ✓ |
| 8. | Apakah makanan dan minuman dikonsumsi atau disimpan jauh dari bahan kimia berbahaya? | ✓ | |

Peralatan Laboratorium

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1. | Apakah terdapat fasilitas pencucian darurat (<i>eyewash/safety showers</i>) dapat digunakan? | | ✓ |
| 2. | Apakah laboran mengetahui Lokasi dan cara pengoperasian fasilitas pencucian darurat? | ✓ | |
| 3. | Apakah terdapat alat pemadam kebakaran dan lokasinya ditandai dengan jelas? | ✓ | |
| 4. | Apakah alat pemadam kebakaran telah diperiksa dalam setahun terakhir? | ✓ | |
| 5. | Apakah alat pemadam kebakaran dapat diakses dengan mudah? | ✓ | |
| 6. | Apakah benda tajam disimpan dengan aman? | ✓ | |

Limbah Berbahaya

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1. | Apakah terdapat wadah untuk pembuangan limbah benda tajam? | ✓ | |
| 2. | Apakah terdapat wadah limbah laboratorium dan diberi label dengan jelas? | ✓ | |
| 3. | Apakah wadah limbah laboratorium disimpan dalam kondisi baik dan tertutup jika tidak digunakan? | | ✓ |
| 4. | Apakah pembuangan sampah dilakukan secara teratur? | ✓ | |

| | | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| 5. | Apakah wadah sampah biasa terbebas dari jenis sampah limbah berbahaya? | ✓ | |
| Keamanan Listrik Mekanik | | | |
| 1. | Apakah akses panel Listrik memiliki jarak minimal 36 inchi ke depan? | ✓ | |
| 2. | Apakah steker, kabel, dan stop kontak dalam kondisi baik? | ✓ | |
| 3. | Apakah kabel tidak berada pada sekitar jalan setapak? | ✓ | |
| 4. | Apakah semua kabel pada mesin dalam kondisi baik dan tidak rusak (terbuka atau terkoyak)? | ✓ | |
| Keamanan Umum | | | |
| 1. | Apakah pintu keluar ataupun selasar tidak terdapat penghalang dan terhindar dari bahaya terpeleset atau tersandung? | ✓ | |
| 2. | Apakah pintu laboratorium ditutup saat meninggalkan laboratorium? | ✓ | |
| 3. | Apakah terdapat kotak P3K yang terisi dengan baik dan dapat mudah diakses? | ✓ | |
| 4. | Apakah laboran telah dilatih untuk menangani tumpahan bahan kimia berbahaya? | ✓ | |
| 5. | Apakah meja kerja atau area bersih lainnya di dekat atau di dalam laboratorium terbebas dari bahan penelitian berbahaya? | ✓ | |
| 6. | Apakah tempat kerja (bangku laboratorium, kursi, dll) bersih dan dalam kondisi baik? | ✓ | |
| 7. | Apakah terdapat informasi kontak darurat pada dinding laboratorium? | | ✓ |
| 8. | Apakah penyimpanan benda di atas kepala terbatas pada bahan ringan dan tidak berbahaya sehingga meminimalkan resiko barang jatuh saat dikeluarkan? | ✓ | |
| 9. | Apakah bahan-bahan kimia, peralatan, bahan pecah belah, dan perlengkapan yang tidak digunakan secara rutin disimpan di tempat selain tempat kerja? | ✓ | |
| 10. | Apakah ruang kaki di bawah bangku dan meja tidak digunakan untuk penyimpanan alat atau bahan? | ✓ | |
| 11. | Apakah kelebihan material disimpan dengan rapi dan aman sehingga memudahkan akses dan mengurangi potensi terjatuh, roboh, terguling, atau menyebar? | ✓ | |

Keterangan: T/S : Tidak Tersedia

Biosafety dan *Biosecurity* dalam sebuah laboratorium tidak hanya mencakup pada sarana dan prasarana di dalam laboratorium, tetapi juga menekankan pada proses penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di laboratorium. Hasil wawancara yang telah dilakukan terkait *biosafety* dan *biosecurity* di MAN X Jakarta diperoleh bahwa pengelolaan *biosafety* dan *biosecurity* meliputi komunikasi bahaya, pengontrolan teknik, material berbahaya, peralatan laboratorium, limbah berbahaya, keamanan listrik mekanik dan keamanan umum yang terdiri atas 52 pertanyaan menunjukkan bahwa 41 pertanyaan dijawab dengan jawaban “Ya”, 6 jawaban dijawab “Tidak”, dan 5 jawaban dijawab “Tidak Tersedia” dapat dilihat pada tabel 5.

Kualitas penerapan *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium biologi juga dapat dianalisis melalui pengelolaan laboratorium (laboran) di sekolah meliputi beberapa aspek, yaitu komunikasi bahaya, pengontrolan teknik, material berbahaya, peralatan laboratorium, limbah berbahaya, keamanan listrik mekanik dan keamanan umum (Washington State University, 2020). Aspek *biosafety* dan *biosecurity* terkait informasi *signage laboratorium*, seperti tanda peringatan dan keselamatan serta tanda petunjuk di MAN X Jakarta belum ditemukan, namun informasi terkait *signage*

laboratorium selalu disampaikan oleh pihak laboran secara verbal kepada siswa sebelum kegiatan praktikum berlangsung.

Pihak laboran telah mengetahui dan meninjau terkait manual keselamatan laboratorium atau *Lab Safety Manual* (LSM) serta ditemukan adanya *Standard Operating Procedures* (SOPs) untuk aktivitas yang menggunakan bahan kimia atau bahan fisik berbahaya yang bertujuan dalam mengoptimalkan keselamatan dan kesehatan kerja serta efisiensi dan efektivitas operasional di laboratorium.

Berdasarkan aspek pengontrolan teknik tertuju pada pengoperasian lemari asam yang ada di laboratorium. Akan tetapi, pada MAN X Jakarta khususnya laboratorium biologi tidak ditemukan lemari asam. Ridasta (2020) menjelaskan bahwa lemari asam digunakan untuk mengambil larutan atau reagen dengan sifat asam kuat yang berpotensi tinggi untuk menimbulkan berbagai macam bahaya jika terpapar pada tubuh manusia. Kegiatan praktikum biologi yang dilaksanakan di laboratorium biologi MAN X Jakarta tidak banyak menggunakan bahan-bahan kimia dengan konsentrasi asam yang tinggi sehingga bahan-bahan praktikum terutama yang bersifat asam dengan konsentrasi yang rendah disimpan pada lemari penyimpanan bahan-bahan praktikum yang tersedia.

Aspek material berbahaya di laboratorium biologi MAN X Jakarta, wadah untuk bahan-bahan kimia memiliki kondisi yang baik dan letak penyimpanannya ditempatkan jauh dari tepi bangku ataupun rak. Bahan-bahan kimia disimpan di dalam lemari penyimpanan berdasarkan jenisnya, seperti mudah atau tidaknya bahan tersebut untuk terbakar serta bahan-bahan kimia yang bersifat reaktif. Adanya perhatian dalam penyimpanan ini merupakan salah satu bentuk dari optimalisasi *biosafety* dan *biosecurity* yang dimiliki laboratorium biologi MAN X Jakarta.

Aspek lainnya yang diperlukan dalam penerapan *biosafety* dan *biosecurity* laboratorium, yaitu kelengkapan serta penyimpanan peralatan dalam mendukung keamanan dan keselamatan yang terdapat di laboratorium biologi. Penyimpanan peralatan di dalam laboratorium adalah bentuk antisipasi untuk menghindari kerusakan peralatan yang dapat mengurangi optimalisasi kegiatan di laboratorium serta menghindari adanya kecelakaan yang bersumber dari peralatan dalam kondisi buruk (Jufriyah *et al.*, 2019). Pada MAN X Jakarta ditemukan adanya fasilitas yang mendukung penerapan *biosafety* dan *biosecurity* berupa alat pencucian berupa wastafel, Alat Pemadam Kebakaran Ringan (APAR) diletakkan pada posisi yang mudah ditemukan dan terlihat jelas serta penyimpanan peralatan benda tajam pada tempat yang aman.

Kegiatan praktikum biologi yang dilaksanakan di MAN X Jakarta juga menghasilkan limbah berjenis B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Limbah B3 yang dihasilkan dikumpulkan pada satu wadah dan diberi label dengan jelas. Pembuangan sampah di MAN X Jakarta dilakukan secara teratur pada sore hari tepatnya setelah kegiatan praktikum telah selesai dilaksanakan. Pengumpulan dan pengelolaan sampah dilakukan oleh tenaga kebersihan di sekolah yang dihasilkan dari laboratorium biologi di MAN X Jakarta serta dipisahkan berdasarkan jenis sampahnya sehingga wadah yang digunakan untuk menyimpan sampah biasa terbebas dari jenis limbah B3.

Listrik termasuk ke dalam fasilitas laboratorium yang sangat penting keberadaannya karena kegiatan-kegiatan yang dilakukan di dalam laboratorium tidak terlepas dari penggunaannya. Farikha *et al.*, 2021 menyebutkan bahwa listrik dalam laboratorium termasuk fasilitas umum yang berguna sebagai keperluan lampu, kegiatan praktikum, dan lainnya yang harus terpasang dengan aman sehingga pemasangan kabel listrik harus dipastikan terpasang sesuai dengan ketentuannya.

Kondisi keamanan listrik yang ada di laboratorium MAN X Jakarta dapat dijelaskan bahwa terdapat panel listrik yang terpasang dengan akses minimal berjarak 36 inchi. Adanya jarak akses tersebut bertujuan untuk mengurangi potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh panel, seperti kebakaran atau sengatan listrik. Sebagai komponen listrik, panel listrik saling berhubungan dengan steker, kabel, dan stop kontak. Hal ini dapat dijelaskan bahwa komponen listrik yang dimiliki laboratorium biologi MAN X Jakarta tersedia dalam kondisi yang baik sehingga kegiatan praktikum yang berlangsung dapat dipastikan aman. Selain itu, posisi pemasangan dan letak kabel sudah sesuai

dengan ketentuan, yakni tidak berada pada jalan setapak dan kabel dipastikan dalam kondisi yang baik tanpa ada yang terbuka atau terkoyak.

Biosafety dan *biosecurity* di laboratorium tidak terlepas dari aspek keamanan umum yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas di laboratorium dengan aman dan nyaman (Trasmini *et al.*, 2021). Kondisi keamanan umum yang terdapat di MAN X Jakarta terdiri dari berbagai fasilitas yang mendukung diantaranya, yaitu adanya pintu keluar yang tidak berpenghalang sehingga saat siswa melakukan kegiatan praktikum di dalam laboratorium dapat menghindari bahaya terpeleset atau tersandung. Selain itu, dengan tidak adanya penghalang pada pintu dapat memudahkan akses untuk segera keluar dari laboratorium jika terjadi keadaan darurat, meskipun tidak ditemukan penghalang pada pintu laboratorium biologi, tetapi selama kegiatan praktikum berlangsung di dalam laboratorium pintu selalu dipastikan dalam keadaan tertutup.

Fasilitas penunjang penerapan *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium biologi MAN X Jakarta lainnya, yaitu adanya kotak P3K dengan isi yang lengkap, tempat kerja seperti kursi laboratorium dengan kondisi bersih dan baik serta ruang kaki di bawah bangku dan meja tidak digunakan untuk penyimpanan alat atau bahan, sementara untuk fasilitas informasi kontak darurat belum ditemukan di laboratorium MAN X Jakarta. Hal ini diantisipasi dengan pengawasan oleh pihak laboran selama kegiatan praktikum berlangsung. Selain itu, sekolah berada pada letak yang strategis karena bersebelahan dengan puskesmas sehingga ketika terjadi kecelakaan kerja yang bersifat darurat dapat dimobilisasi dengan cepat untuk mendapatkan penanganan lebih lanjut.

Aspek keamanan umum laboratorium biologi di MAN X Jakarta, penyimpanan benda di atas kepala hanya terbatas pada bahan ringan dan tidak berbahaya sehingga meminimalkan resiko jatuhnya barang saat dikeluarkan. Untuk mendukung *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium ini ditemukan pengkondisian meja kerja yang harus bersih dan kosong sebelum kegiatan praktikum dimulai, sedangkan alat maupun bahan yang akan digunakan diletakkan pada meja persiapan. Apabila adanya kelebihan bahan yang digunakan selama praktikum dilakukan penyimpanan dengan baik dan aman. Penyimpanan kelebihan material ini merupakan bentuk *biosafety* dan *biosecurity* untuk meningkatkan keamanan umum laboratorium yang lebih baik serta mengurangi potensi berbahaya terjadi, seperti potensi terjatuh, tumpah, terguling, atau menyebar.

Hasil wawancara terhadap guru biologi selaku laboran di MAN X Jakarta mengenai pengelolaan laboratorium, ditemukan berbagai upaya yang telah dilaksanakan dalam mendukung efisiensi pengelolaan laboratorium, yaitu diantaranya laboran telah melakukan perancangan untuk kegiatan praktikum di setiap awal semester sebelum tahun ajaran baru dimulai. Dalam perancangan kegiatan praktikum di laboratorium biologi ini dilakukan oleh seluruh guru biologi di MAN X Jakarta serta persatuan guru biologi seluruh Jakarta. Proses perencanaan kegiatan praktikum ini dilakukan melalui kegiatan diskusi antar guru biologi satu sama lain, kemudian pada tahap perancangan ini juga dilakukan evaluasi kegiatan pembelajaran disemester sebelumnya untuk menentukan metode dalam rancangan kegiatan pembelajaran yang lebih efektif.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pihak guru selaku laboran, terdapat beberapa aspek yang menunjukkan penerapan *Biosafety* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta. Hasil wawancara mengenai penerapan *biosafety* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta menunjukkan bahwa laboratorium memiliki fasilitas Alat Pelindung Diri (APD) yang terdiri dari jas laboratorium, sarung tangan latex, dan masker. Selain itu, juga ditemukan kelengkapan pertolongan pertama, seperti obat penawar atau pengobatan yang disediakan saat terjadi kecelakaan kerja pada kotak P3K. Aspek *biosafety* lainnya di dalam laboratorium biologi, yaitu yang sangat penting adalah kemampuan laboran dalam menangani kecelakaan serta kemahiran dalam menangani pekerjaan dengan mikroorganisme yang digunakan (Susanti *et al.*, 2019). Hal ini disampaikan oleh guru biologi selaku laboran di MAN X Jakarta yang telah mengikuti diklat Kepala Laboratorium dan sudah tersertifikasi.

Pengolahan atau penanganan limbah B3 atau limbah bahan habis pakai di laboratorium merupakan bagian dari manajemen *biosafety* laboratorium Biologi MAN X Jakarta, dimana limbah B3

yang dihasilkan setiap kegiatan praktikum dikumpulkan pada wadah terpisah, kemudian akan dikelola setiap harinya oleh penjaga kebersihan di MAN X Jakarta. Penanganan limbah laboratorium Biologi MAN X Jakarta telah melakukan pemisahan limbah berdasarkan faktor risikonya. Sementara itu, tidak ditemukan adanya catatan laporan kecelakaan di laboratorium dikarenakan selama ini tidak pernah terjadi kecelakaan kerja di laboratorium sekolah MAN X Jakarta.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pihak guru biologi selaku laboran, terdapat beberapa aspek yang menunjukkan penerapan *biosecurity* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta. Hasil wawancara mengenai penerapan *biosecurity* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta mencakup beberapa aspek, yaitu kendali akses pintu laboratorium yang meliputi kendali akses umum, kendali akses pegawai laboratorium, hingga kendali akses tamu kelompok. Penerapan *biosecurity* aspek kendali akses laboratorium Biologi MAN X Jakarta ini ditemukan adanya pencatatan daftar kunjungan identitas yang berkunjung ke dalam laboratorium oleh pihak laboran. Selain itu, setiap pengunjung laboratorium seperti tamu perorangan atau kelompok yang akan berkunjung ke laboratorium biologi di MAN X Jakarta harus izin terlebih dahulu ke pihak laboran dalam hal ini guru biologi MAN X Jakarta serta mengisi daftar hadir kunjungan.

Bentuk penerapan *biosecurity* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta juga ditemukan berupa adanya batasan kendali akses tamu perorangan atau kelompok yang berkunjung ke laboratorium, batasan akses tersebut mengacu pada konfirmasi izin yang dilakukan oleh tamu terhadap pihak laboran, selain penerapan kendali pintu akses laboratorium juga ditemukan bentuk penerapan *biosecurity* di laboratorium Biologi MAN X Jakarta, yaitu terdapat aturan sanksi pelanggaran, seperti apabila siswa yang diberi peringatan secara lisan atau sanksi lanjutan jika tetap melanggar. Selain siswa atau praktikan, sanksi dari aturan yang terdapat di laboratorium ini juga berlaku bagi tamu ketika berada di dalam laboratorium, hal ini bertujuan dalam optimalisasi *biosecurity* di dalam laboratorium biologi MAN X Jakarta.

Tabel 6. Persentase Kelengkapan Pengelolaan Laboratorium, *Biosafety*, dan *Biosecurity* MAN X Jakarta

| Hasil | Persentase | Keterangan |
|--|------------|----------------|
| Kondisi umum laboratorium | 80% | Sangat lengkap |
| Sarana dan Prasarana <i>Biosafety</i> dan <i>Biosecurity</i> | 66,67% | Lengkap |
| Pengelolaan <i>Biosafety</i> dan <i>Biosecurity</i> | 82% | Sangat Baik |

Berdasarkan data kelengkapan informasi umum kondisi laboratorium memiliki persentase 80% termasuk kategori sangat lengkap, sarana dan prasarana *biosafety* dan *biosecurity* MAN X Jakarta memiliki persentase sebesar 66,67% termasuk kategori lengkap, dan pengelolaan *biosafety* dan *biosecurity* memiliki persentase sebesar 82% termasuk kategori sangat baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, kondisi laboratorium biologi MAN X Jakarta termasuk kategori sangat lengkap dengan persentase 80%, memiliki sarana prasarana *biosafety* dan *biosecurity* yang lengkap dengan persentase 66,67% serta pengelolaan *biosafety* dan *biosecurity* yang sangat baik dengan persentase 82%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, P., Saputra, A., Qonitat, L. M., Utami, R. D., & Yohana. (2017). Kesesuaian Laboratorium Biologi sebagai Penunjang Pembelajaran Biologi di SMA Muhammadiyah se-Surakarta dengan Standar Laboratorium Biologi. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 559–564.
- Choi, J. Y. & Byeon, S. H. (2021). Risk Assessment and Deployment for Safety Showers and Eyewash

- Stations in the Process Plant Industry. *Int J Environ Res Public Health*, 18(16), 8707.
- Faisal, M., Ayu Lestari, D., Pita Loka, F., Sausannuri, I., Permatasari, I., Fiodora, A., Fuad Saifuddin, M., & Dyah Puspitasari, E. (2023). *Biosafety and Biosecurity Analysis of High School Biology Laboratories in Sleman Regency. Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 7(1), 33–41.
- Farikha, Y., Hidayat, S., & Tauhidah, D. (2021). Analisis Kelengkapan Fasilitas, Sarana, Dan Prasarana Laboratorium Biologi Di Sma Negeri Se-Kabupaten Grobogan. *Sinkesjar*, 1(1), 743–751.
- Jufriyah, Mar'ah Isna, & Isharyudono Kelik. (2019). Pemeliharaan Dan Penyimpanan Peralatan Laboratorium Kimia. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(1), 1–7.
- Manuaba, I. . A. P. (2016). Prosedur Penggunaan Alat Perlindungan Diri dan Biosafety Level 1 dan 2. *DOAJ Directory of Open Access Journals*, 6(1).
- National Research Council. (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. The National Academies Press.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 26 tentang Standar Tenaga Laboratorium Sekolah/Madrasah. (2008). Jakarta: Depdiknas.
- Rahmah, N., Iswadi, I., Asiah, A., Hasanuddin, H., & Syafrianti, D. (2021). Analisis Kendala Praktikum Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Biodik*, 7(2), 169–178.
- Ridasta, B. A. (2020). Penilaian Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Kimia. *HIGEIA Journal of Public Health Research and Development*, 4(1), 64–75.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susanti, I., Subangkit, Hariastuti, N. I., Ikawati, H. D., Setiawaty, V., & Heriyanto, B. (2019). *Biorisiko Laboratorium Institusi*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB).
- Syahputra, G. (2017). Biosafety dan biosecurity: upaya untuk aman bekerja di laboratorium. *BioTrends*, 8(1), 34–38.
- Trasmini, S. W., Sunarto, D., & Ariyanti, N. A. (2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja Di Laboratorium Biologi. *Syntax Idea*, 3(12), 2768–2773.
- Washington State University. *Laboratory Safety Self-Assessment*. 2020.
- World Health Organization. (2004). *Laboratory Biosafety Manual (3rd ed)*. World Health Organization.
- Yuliarti, S., Rohiat, & Juarsa, O. (2017). Manajemen Sarana dan Prasarana Laboratorium Kimia di SMA Negeri 2 Bengkulu Selatan. *Manajer Pendidikan*, 11(6), 530–536.