

Evaluation of the Feasibility of Temporary Waste Storage at the Integrated Laboratory Center, Syarif Hidayatullah State Islamic University Jakarta

Evaluasi Kelayakan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

Dinda Rama Haribowo¹, Encep Dimiyati², Syeiba Badra Uyunillah^{*3}
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia^{1,2,3}
e-mail: dindarama.haribowo@uinjkt.ac.id¹, encep.dimiyati@uinjkt.ac.id²,
^{*}adraaa.uyunillah19@mhs.uinjkt.ac.id³

Abstract

Temporary Waste Storage as place for storing waste in the Integrated Laboratory Center was established in 2019. This study aims to study and postpone the Temporary Waste Storage for waste from buildings and their management based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number 15 of 2020 and Number 19 of 2021 to make it a more appropriate and sufficient Temporary Waste Storage. The research method is carried out through a qualitative approach. Data collection techniques were carried out using field observation methods, data analysis using SWOT analysis through FGD. The results showed the amount of liquid waste stored was 753,799 liters and solid waste stored was 233.6 kg. The average temperature and humidity in the liquid waste storage room are 29.04°C and 68.47 RH% and in the solid waste storage room 29.17°C and 68.13 RH%. The temporary waste storage management system is in accordance with regulations and standards, the strategy resulting from the SWOT analysis is carried out by improving and adding facilities, as well as making a waste storage schedule to improve the quality of Temporary Waste Storage.

Keywords: *Laboratory, Temporary Storage Place, Waste Management*

Abstrak

Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) sebagai tempat menyimpan limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) didirikan pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengevaluasi Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah dari segi bangunan dan pengelolaannya berdasarkan Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 tahun 2020 dan Nomor 19 tahun 2021 untuk terwujudnya TPS yang lebih layak dan mencukupi. Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan metode observasi lapangan, analisis data menggunakan analisis SWOT melalui FGD. Hasil penelitian menunjukkan jumlah limbah cair yang tersimpan 753,799 liter dan limbah padat yang tersimpan 233,6 kg. Besar rata-rata suhu dan kelembapan di ruang penyimpanan limbah cair 29,04°C dan 68,47 RH%, di ruang penyimpanan limbah padat 29,17°C dan 68,13 RH%. Sistem pengelolaan TPS limbah sudah sesuai regulasi dan standar, strategi hasil analisis SWOT dilakukan dengan memperbaiki dan menambahkan fasilitas, serta membuat jadwal pengangkutan dan pendataan limbah oleh petugas penyimpanan limbah agar meningkatkan kualitas TPS.

Kata kunci: Laboratorium, Pengelolaan Limbah, Tempat Penyimpanan Sementara (TPS)

A. Pendahuluan

Kegiatan penyimpanan limbah adalah kegiatan yang dilakukan oleh produsen limbah untuk menyimpan limbah dengan tujuan menyimpan sementara limbah yang dihasilkannya sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2020.¹ Tempat Penyimpanan Sementara atau disingkat TPS adalah tempat penyimpanan sisa limbah yang berasal dari laboratorium sebelum diangkut atau diserahkan kepada pihak ketiga,² dengan fasilitas dan tata kelola yang baik. Dengan adanya gedung TPS, limbah yang tersimpan aman dan bebas dari pencemaran limbah yang dapat merugikan manusia dan lingkungan sekitar. Limbah adalah suatu zat atau bahan buangan yang dihasilkan dalam proses produksi industri dan rumah tangga (domestik) yang keberadaannya pada waktu dan tempat tertentu tidak diinginkan bagi lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomis.³ Limbah laboratorium adalah limbah yang

¹ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan RI Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun', Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia § (2020).

² Enida Fatmalia et al., 'Pengadaan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Padat Bahan Berbahaya & Beracun (B3) Laboratorium Lingkungan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) Mataram', *COMMUNITY: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 2 (2021): 124–30, <https://doi.org/10.51878/community.v1i2.872>.

³ Suharto, *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara Dan Air*, Ed.1 (Yogyakarta: ANDI, 2011).

dihasilkan dari reaksi berbagai larutan kimia dalam suatu percobaan. Limbah laboratorium mengandung berbagai senyawa organik dan logam.⁴

Limbah laboratorium memiliki berbagai macam sifat yang ada dalam kandungan bahannya. Jika limbah laboratorium dihasilkan lebih sedikit daripada limbah domestik dan industri, dengan adanya kandungan suatu zat yang khas maka perhatian khusus harus diberikan pada pengelolaannya, terutama penyimpanan sementara limbah laboratorium.

Limbah berdasarkan jenisnya digolongkan menjadi tiga bagian yaitu limbah cair, limbah padat dan limbah gas. Limbah cair dapat menimbulkan adanya kekeruhan menyebabkan dampak negatif seperti turunnya daya serap air pada intensitas cahaya karena adanya partikel tersuspensi dalam limbah.⁵ Limbah gas dapat tersebar secara cepat melalui udara sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan manusia. Limbah padat berwujud padat, bersifat diam dan berat limbah padat dapat diukur dalam satuan kilogram. Penghasil limbah padat di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) berasal dari kemasan atau benda padat yang telah habis digunakan serta peralatan laboratorium yang sudah tidak layak pakai, diantaranya alat gelas, alat kaca, wadah kemasan bahan media dan bahan larutan. Limbah padat laboratorium juga menghasilkan beberapa limbah jenis infeksius, seperti kapas, sarung tangan, masker, jarum suntik, syringes.

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium menghasilkan air limbah yang dikenal dengan limbah cair atau efluen, yaitu air suling atau aquades yang telah tercemar dan kualitasnya berbeda dengan air yang tidak tercemar dalam parameter tertentu dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia, organisme dan lingkungan.⁶ Limbah cair yang dihasilkan berupa limbah cair pelarut seperti air suling, alkohol, etanol yang dicampur dengan berbagai larutan. Jika limbah tersebut tidak disimpan di TPS, limbah yang dihasilkan akan menumpuk di ruang laboratorium dapat bersifat *toxic* atau beracun terhadap mikroorganisme karena mengandung logam berat yang berdampak pada kesehatan dan terganggunya kegiatan penelitian maupun praktikum di laboratorium.

⁴ Nina Yohana Arifin Lia Destiarti, 'Pengelolaan Limbah Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Dengan Kombinasi Proses Kimia Dan Biologi', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 6, no. 1 (2 March 2018): 011–020, <https://doi.org/10.26418/jtlb.v6i1.24221>.

⁵ Kurratul Uyun, Ilim Ilim, and Wasinton Simanjuntak, 'Studi Pengaruh Potensial, Waktu Kontak, dan Ph Terhadap Metode Elektrokoagulasi Limbah Cair Restoran Menggunakan Elektroda Fe Dengan Susunan Monopolar dan Dipolar', *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika Dan Aplikasinya* 3, no. 3 (5 January 2016), <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/snsmap/article/view/1612>.

⁶ Lalu Sulman and Jono Irawan, 'Pengelolaan Limbah Kimia Di Laboratorium Kimia PMIPA FKIP UNRAM', *Jurnal Pijar Mipa* 11, no. 2 (1 September 2016), <https://doi.org/10.29303/jpm.v11i2.116>.

Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) didirikan pada tahun 2003 berada disamping gedung Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) selain melayani kegiatan praktikum dan pengujian, juga melayani ujian berbasis online untuk calon mahasiswa baru serta melayani sampel penelitian dari berbagai instansi lain. Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) memiliki sarana gedung bertingkat enam terdiri dari beberapa laboratorium pendidikan, penelitian dan laboratorium pengujian. Pengelolaan limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) mengikuti *Standar Operasional Prosedur* (SOP) yang telah dibuat, terdiri dari penyimpanan limbah, pengolahan limbah, dan pemusnahan sisa sampel uji atau sampel arsip. TPS Limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) didirikan pada tahun 2019 yang berada tepat di belakang gedung Pusat Laboratorium Terpadu (PLT). Bangunan TPS terdiri dari dua ruangan, ruang dengan ukuran yang lebih besar digunakan untuk menyimpan limbah cair karena limbah tersebut lebih banyak dihasilkan dari kegiatan laboratorium dibandingkan dengan limbah padat. Limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan terbagi menjadi dua kategori, yaitu limbah non-B3 dan limbah B3. Penyimpanan limbah non-B3 sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 tahun 2021 Bab III tentang fasilitas penyimpanan dilengkapi menggunakan prosedur tata kelola yang baik agar terhindar dari tumpahnya limbah non-B3 ke media lingkungan.⁷

Kegiatan penyimpanan limbah B3 merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 tahun 2020 yang menyatakan bahwa kegiatan penyimpanan sementara limbah wajib mentaati peraturannya dimulai dari persyaratan, tata cara penyimpanan, pemantauan dan pelaporan limbah B3. Persyaratan penyimpanan sementara limbah terdiri dari tempat, penataan, dan waktu penyimpanan. Tempat penyimpanan seharusnya sesuai dengan prasyarat, seperti lokasi penyimpanan yang jauh dari bencana alam. Syarat lainnya juga disediakan sebagian peralatan apabila terjadi dalam situasi darurat. Adanya fasilitas penyimpanan berupa bangunan TPS, peralatan pelengkap bangunan serta penyimpanan limbah seperti kemasan dan label limbah. Luas ruang penyimpanan limbah sepatutnya sesuai dengan jumlah limbah yang tersimpan, karakteristik dan tipe limbah. Sistem pencahayaan dan ventilasi juga disesuaikan dengan desain bangunan TPS. Limbah yang akan disimpan harus dilakukan pengemasan yang terbuat dari bahan logam atau plastik

⁷ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan RI Nomor 19 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya Dan Beracun', Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia § (2021).

terutama khusus untuk limbah cair. Pengemasan limbah dilengkapi dengan label limbah untuk mengenal karakteristik limbah. Penulisan label limbah terdiri dari identitas limbah, wujud limbah, jumlah limbah dan tanggal limbah yang disimpan. Waktu penyimpanan limbah disesuaikan dengan jumlah dan tipe limbah yang dihasilkan. Jika limbah padat dan limbah cair jenis B3 yang dihasilkan sebanyak 50 kg per hari atau lebih maka lama waktu penyimpanannya 90 hari semenjak limbah dihasilkan, untuk limbah golongan satu dengan banyaknya penyimpanan kurang dari 50 kg per hari waktu penyimpanan selama 180 hari, sedangkan golongan dua waktu penyimpanan selama 365 hari. Untuk limbah padat dan limbah cair jenis non-B3 lama penyimpanan paling lama tiga tahun.⁸

Permasalahan mengenai penyimpanan limbah di TPS Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) masih bersifat fleksibel seiring dengan terbatasnya arahan dari kepala pengelola TPS kepada petugas pengangkut limbah. Sekitar tiga tahun sejak bangunan TPS didirikan, limbah yang tersimpan semakin menumpuk sementara kegiatan praktikum dan penelitian di laboratorium berjalan setiap hari. Penumpukan limbah juga disebabkan karena jadwal pengangkutan limbah ke TPS hanya dilakukan saat mendapat arahan dari kepala pengelola limbah. Lemari penyimpanan limbah menjadi penuh dan sisa limbah yang tersimpan diletakkan didepan lemari mendekati pintu keluar masuk TPS, menyebabkan terdesaknya akses masuk ke TPS. Beberapa kemasan limbah cair yang tutupnya tidak rapat, menyebabkan limbah berceceran. Jika tidak segera dilakukan perbaikan kemasan limbah, maka semakin banyak limbah yang berceceran akan berdampak pada bahaya ruangan TPS. Pemeriksaan dan pengawasan TPS oleh petugas hanya dilakukan saat mendapat arahan saja. Rutinitas pengawasan dan pemeriksaan limbah di TPS perlu dilakukan agar tidak terjadi hal yang membahayakan di ruang penyimpanan limbah yang akan berdampak bagi kesehatan dan lingkungan.⁹

Proses penyimpanan limbah diperlukan tanggung jawab kepala pengelola atas pencatatan masuknya limbah ke TPS dan pembuatan laporan limbah ke pihak yang berwenang di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT). Setiap orang berhak mengetahui ciri dari bangunan TPS limbah dengan adanya penulisan dan simbol secara jelas agar pihak berwenang saja yang dapat masuk ke ruang tersebut. Keutamaan keselamatan kerja merupakan

⁸ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

⁹ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya dan Beracun.

hal yang harus diperhatikan saat berada di dalam ruang TPS limbah, karena limbah yang mengandung zat kimia dapat bereaksi di udara sehingga ruangan menjadi tercemar. Terutama limbah jenis B3 yang mempunyai karakteristik mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif dan beracun sehingga harus dikelola dengan baik dan memerlukan penanganan khusus agar tidak mencemari lingkungan dan membahayakan pekerja.¹⁰ Jika berada dalam waktu yang lama di dalam ruangan, dapat terjadi gangguan kesehatan manusia seperti alergi dan gangguan pernapasan. Efek debu terhadap kesehatan sangat tergantung pada kelarutan zat, komposisi kimia, konsentrasi debu dan ukuran partikel debu.¹¹ Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji TPS limbah dari segi bangunan dan pengelolaannya agar menjadi bahan evaluasi oleh pihak Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) untuk terwujudnya TPS yang lebih layak dan mencukupi.

Metode

Penelitian evaluasi ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk memperoleh data tentang pembangunan dan pengelolaan TPS limbah. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan metode observasi lapangan untuk mendapatkan total jumlah limbah yang tersimpan di TPS, juga untuk mengukur parameter suhu dan kelembapan di kedua ruang TPS limbah padat dan limbah cair. Teknik analisis data menggunakan analisis SWOT melalui *Focus Group Discussion* (FGD).

FGD merupakan suatu metode untuk memperoleh informasi dari kegiatan pengalaman interaktif sosial yang terjadi selama diskusi dengan penyedia informasi yang relevan.¹² Analisis SWOT merupakan metode perencanaan berdasar strategi untuk menentukan nilai kekuatan (*Strength*), kelemahan (*Weakness*), peluang (*Opportunity*) dan ancaman (*Threat*) yang muncul dalam pembangunan dan pengelolaan TPS Limbah.¹³ FGD menggunakan wawancara semi struktur yang dipimpin oleh moderator untuk memimpin jalannya diskusi agar tercapai kumpulan informasi mengenai TPS limbah. Diskusi dilakukan kepada kepala dan staff penanggung jawab TPS limbah. Informasi yang diperoleh dari FGD

¹⁰ Risza Wisdayana, Frebhika Sri Puji Pangesti, and Ade Ariesmayana, 'Redesain Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 Di Workshop PT. Purna Baja Harsco', *Jurnal Serambi Engineering* 7, no. 2 (26 April 2022), <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.4203>.

¹¹ Djadmiko dan Riswan Dwi, *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja* (Yogyakarta: CV Budi Utama, 2016).

¹² Pascale Lehoux, Blake Poland, and Genevieve Daudelin, 'Focus Group Research and "the Patient's View"', *Social Science & Medicine* (1982) 63, no. 8 (October 2006): 2091–2104, <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.05.016>.

¹³ Rangkuti dan Freddy, *Analisis Swot Teknik Membedah Kasus Bisnis*, ed. PT Gramedia Pustaka Utama (Jakarta, 2015).

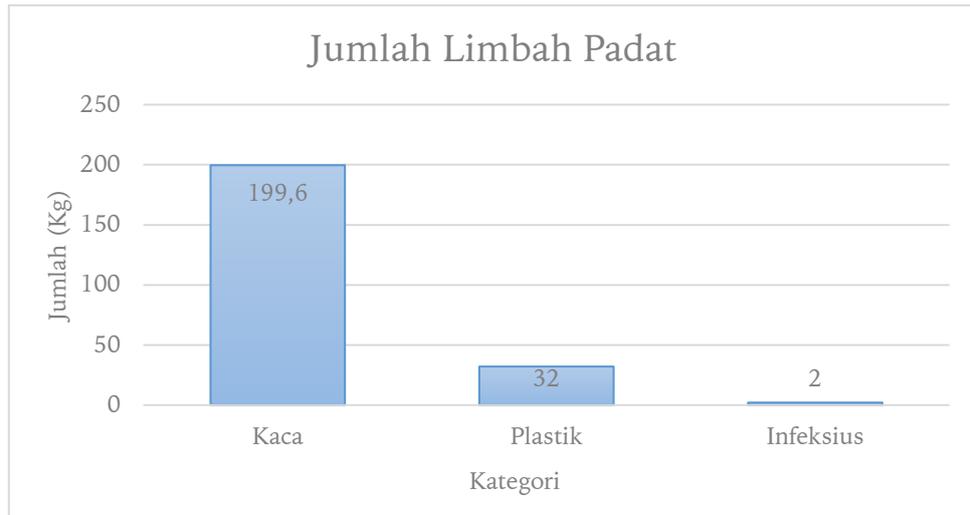
dituangkan ke analisis SWOT dalam bentuk matriks. Analisis data jumlah limbah yang tersimpan, besaran suhu dan kelembapan disajikan dalam bentuk grafik. Penyajian data matriks SWOT dalam bentuk tabel yang mudah dipahami. Data hasil matriks SWOT dijabarkan dan disesuaikan setiap kriteria penyimpanan limbah di TPS berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 15 tahun 2020 serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 tahun 2021 Bab III.

Analisis SWOT merupakan prosedur yang tepat untuk mengkaji beberapa kegiatan dalam pengelolaan penyimpanan limbah sesuai dengan regulasi yang berlaku. Matriks SWOT menghasilkan empat kategori kemungkinan alternatif strategis. Strategi *Strength-Opportunities* (SO) adalah strategi yang menggunakan kekuatan untuk menangkap peluang yang ada. Strategi *Strengths-Threats* (ST) adalah strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman. Strategi *Weaknesses-Opportunities* (WO) adalah strategi yang memanfaatkan peluang dengan meminimalkan kelemahan yang ada. Strategi *Weaknesses-Threats* (WT) adalah strategi yang berbasis aktivitas defensif yang dirancang untuk meminimalkan kelemahan yang ada dan menghindari ancaman.¹⁴ Tahap akhir didapatkan kesimpulan berdasarkan informasi yang diperoleh dari analisis data.

B. Hasil penelitian dan Pembahasan

Penyimpanan limbah di TPS tersimpan berdasarkan jenis dan golongan limbah. Ruang TPS limbah padat terdiri dari limbah padat plastik, kaca dan infeksius. Ruang TPS limbah cair terdiri dari limbah cair B3, non-B3, dan infeksius. Limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan bersumber dari setiap kegiatan praktikum, pengujian, dan penelitian laboratorium. Semua ruangan di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) menghasilkan limbah padat. Penghasil limbah cair paling banyak terdapat di ruang laboratorium kimia dan biologi karena setiap kegiatannya membutuhkan bahan atau zat kimia larutan. Banyaknya limbah dalam kemasan seharusnya disesuaikan dengan kapasitas ruang TPS. Jumlah limbah padat dan limbah cair diketahui dari hasil observasi melalui perhitungan dari setiap kemasan limbah. Limbah padat diukur menggunakan alat timbangan dengan satuan kilogram (Kg) dari setiap kategori limbah. Limbah cair diukur dengan melihat volume dari wadah kemasan dikurangi dengan banyaknya limbah cair pada setiap kemasan tersebut.

¹⁴ Maciej Serda et al., 'Pengembangan Wisata di Kabupaten Buru Menggunakan Analisis Swot', ed. G. Balint et al., *Jurnal Sosial Humaniora Terapan* 7, no. 1 (2019): 343–54, <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>.



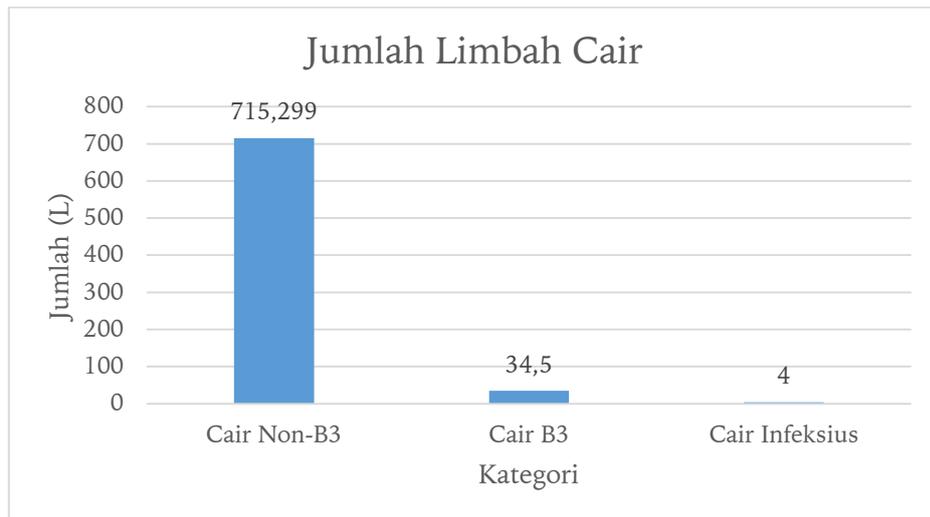
Grafik 1. Jumlah Limbah Padat di TPS

Berdasarkan grafik 1, limbah padat kaca yang tersimpan sebanyak 199,6 kg, limbah padat plastik sebanyak 32 kg dan limbah padat infeksius sebanyak 2 kg. Total limbah padat yang tersimpan di TPS sebanyak 233,6 kg. Limbah padat yang paling banyak tersimpan di TPS adalah limbah padat kaca. Sebagai bahan baku pembuatan suatu barang, kaca merupakan alat yang sering digunakan dalam laboratorium ketika melakukan eksperimen dan penelitian khusus. Peralatan kaca yang umum digunakan antara lain tabung reaksi, corong gelas, pengaduk kaca, gelas ukur, gelas kimia, dan labu erlenmeyer.¹⁵

Peralatan kaca yang bersifat mudah pecah dan masih adanya sisa bahan kimia saat proses pencucian sehingga alat tersebut sudah tidak layak digunakan. Jika peralatan kaca yang sudah dicuci tetapi masih adanya noda atau bercak dari bahan kimia maka perlu untuk dilakukan sterilisasi. Namun, jika noda tersebut tidak dapat dihilangkan, maka perlu dibuang karena akan berpengaruh terhadap proses kegiatan pengujian laboratorium. Khusus kemasan limbah padat infeksius disimpan dengan rapat dan diletakkan sedikit berjauhan dari limbah padat kaca dan plastik. Limbah padat infeksius dimasukkan ke dalam kardus berwarna kuning dilengkapi dengan simbol bahan berbahaya yang terletak didepan kardus agar lebih mudah untuk memilah limbah ketika diserahkan kepada pihak ketiga, karena pengelolaan lebih lanjut untuk limbah infeksius berbeda dengan limbah padat dan plastik. Untuk kemasan limbah padat kaca dan plastik menggunakan kardus pada umumnya dan dibiarkan terbuka. Seharusnya, kemasan limbah padat sama seperti kemasan limbah cair tertutup rapat.

¹⁵ Itsnaini Rahmawati et al., 'Pemanfaatan Limbah Kaca Lampusebagai Media Peralatan Praktikum Untuk Pembelajaran Kimia', *Pelita - Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, no. 1 (2010), <https://journal.uny.ac.id/index.php/pelita/article/view/4292>.

Kemasan limbah padat jika dibiarkan terbuka dapat mudah berjatuh dan menyebabkan aroma ruangan limbah yang menyengat. Khusus limbah padat kaca juga diletakkan di rak paling bawah agar terhindar dari hal yang tidak diinginkan, seperti serpihan limbah kaca yang jatuh mengakibatkan luka dan mudah terkontaminasi jika seseorang bersentuhan dengan limbah kaca tersebut.

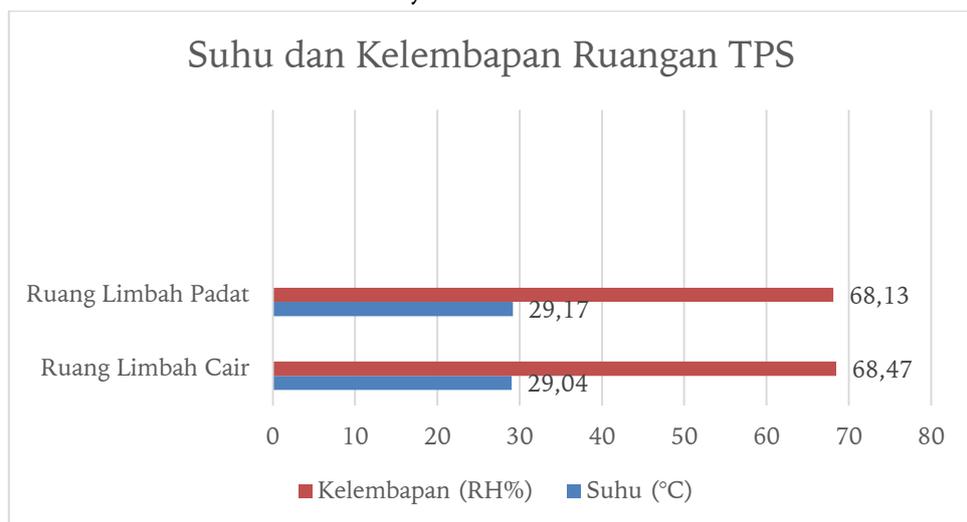


Grafik 2. Jumlah Limbah Cair di TPS

Berdasarkan grafik 2, jumlah limbah cair non-B3 yang tersimpan sebesar 715,299 liter, limbah cair B3 sebesar 34,5 liter, dan limbah cair infeksius sebesar 4 liter. Jumlah keseluruhan limbah cair yang tersimpan sebesar 753,799 liter. Penyimpanan yang paling banyak terdapat pada limbah cair non-B3 karena sebagian besar kegiatan laboratorium menggunakan bahan cair non-B3 sebagai bahan dasar untuk mencampurkan bahan lain yang berbentuk padatan maupun cairan. Khusus limbah cair B3 dan infeksius diletakkan pada rak paling bawah dan wajib disertai dengan simbol bahan berbahaya dan beracun agar mencegah pencemaran ruangan jika limbah tersebut mengalami kebocoran. Penghasil limbah infeksius paling sedikit karena kegiatan laboratorium yang memerlukan bahan infeksius jarang dilakukan. Limbah cair yang tersimpan di TPS menyimpan jumlah lebih banyak dibandingkan limbah padat, karena setiap kegiatan laboratorium memerlukan bahan sekali pakai untuk pengujian, penelitian maupun praktikum. Sedangkan untuk limbah padat ada yang dapat digunakan kembali melalui proses pencucian seperti peralatan sehingga limbah yang dihasilkan lebih sedikit. Waktu penyimpanan limbah dengan jumlah limbah cair dan padat ditunjukkan pada grafik 2, sehingga menurut Peraturan Menteri dan Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2021, umur simpan maksimum adalah 90 hari sejak limbah dihasilkan, dan kemudian

limbah tersebut dilanjutkan pengelolaannya oleh pihak ketiga atau diekspor.¹⁶

Kondisi ruangan di TPS Limbah seperti suhu dan kelembapan harus sesuai dengan standar baku mutu parameter fisik untuk menjamin kualitas udara ruangan. Suhu udara adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur, panas, dan dingin yang diukur dengan termometer.¹⁷ Kelembapan adalah perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah air maksimum yang dapat ditampung oleh udara pada suhu yang sama, dinyatakan dalam persen (%). Kelembapan yang relatif rendah (< 40%) menyebabkan pengeringan membran mukosa, sedangkan kelembapan yang tinggi (> 70%) meningkatkan pertumbuhan mikroba.¹⁸ Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan setiap siang hari di kedua ruang TPS menggunakan alat anemometer digital. Perhitungan hasil pengukuran suhu dan kelembapan dengan perlakuan tiga kali selama tujuh hari kemudian di jumlah dan didapatkan rata-rata besaran nilainya.



Grafik 3. Presentase Parameter di Ruangan TPS

Berdasarkan grafik 3, rata-rata nilai suhu dan kelembapan di TPS limbah cair dan limbah padat, mendapatkan nilai yang tidak berbeda jauh diantara kedua ruang TPS. Suhu di ruang limbah cair sebesar 29,04°C dan limbah padat sebesar 29,17°C. Ruang TPS Limbah padat menempati suhu paling tinggi karena ruang tersebut langsung terpapar cahaya matahari, sedangkan ruang limbah cair berada di bawah kanopi pohon yang

¹⁶ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya dan Beracun.

¹⁷ Sugeng P. Harianto, Gunardi Djoko Winarno, and Trio Santoso, *Klimatologi Pertanian, Pusaka Media* (Lampung: Pusaka Media, 2019).

¹⁸ Cahyatri Rupisianing Candrasari and J. Mukono, 'Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas Iia Kabupaten Sidoarjo', *Kesehatan Lingkungan* 7, no. 1 (2013): 21–25.

terlindungi dari paparan langsung cahaya matahari. Kanopi merupakan kumpulan dari beberapa tajuk atau teduhan yang dapat mempengaruhi suhu, kelembapan, serta intensitas cahaya matahari yang dapat ditangkal oleh rindangnya teduhan.¹⁹ Kelembapan pada ruang limbah cair di TPS sebesar 68,5 RH% dan ruang limbah padat sebesar 68,1 RH%. Kelembapan berbanding terbalik dengan suhu. Pada saat kelembapan tinggi maka suhu ruang limbah cair di TPS menjadi rendah, dan sebaliknya saat kelembapan rendah suhu ruang limbah padat di TPS meningkat.²⁰ Sesuai dengan persyaratan penyimpanan limbah, suhu ruang TPS limbah padat dan limbah cair masih memenuhi syarat baku mutu dengan maksimal suhu ruang TPS limbah sebesar 38°C. Jika suhu ruang TPS limbah melebihi batas baku mutu, maka limbah tidak diperbolehkan disimpan di ruang TPS karena dapat mengakibatkan limbah menguap khususnya limbah cair, sehingga ruang TPS limbah dapat mudah terbakar jika suhu ruang sangat panas. Dengan keberadaan kanopi berupa pohon-pohon yang tertanam di sekitar bangunan TPS limbah, kedua ruang TPS dapat terlindungi dari cahaya matahari langsung dan akan terasa lebih teduh sehingga dapat membantu rendahnya suhu ruangan TPS jika berada di siang hari.

Identifikasi masalah dalam penilaian TPS limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) dapat mengidentifikasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) serta mengkaji faktor eksternal (peluang dan ancaman) TPS limbah. Faktor internal (kekuatan) yang ada di TPS limbah mendukung pengelolaan limbah pada TPS.²¹ Faktor eksternal dapat ditentukan melalui hasil observasi dan beberapa faktor yang mendukung dari pandangan luar untuk mengkaji TPS di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT). Dari hasil FGD yang sudah dilakukan dapat ditentukan kesimpulan faktor kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman. Setelah diketahui faktor internal dan eksternal berdasarkan hasil analisis SWOT selanjutnya dirumuskan beberapa strategi yang tepat untuk evaluasi TPS Limbah yang tercantum melalui matriks.²²

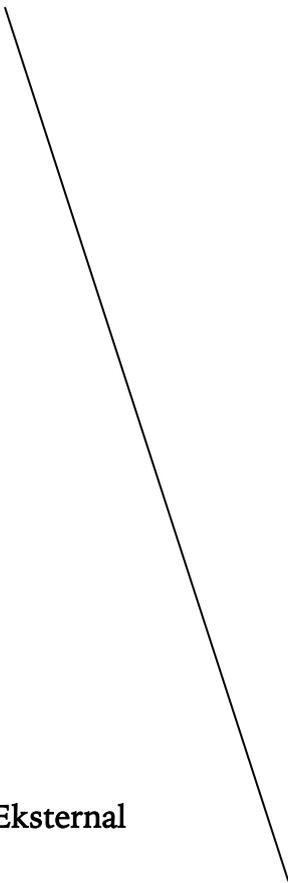
¹⁹ Ismi Saroh and Krisdianto, 'Manfaat Ekologis Kanopi Pohon Terhadap Iklim Mikro Di Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan', 30 March 2021, <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jhm/article/view/10040>.

²⁰ Ari Rahayuningtyas and Seri Intan Kuala, 'Pengaruh Suhu dan Kelembapan Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengering Tipe Rak)', *ETHOS: Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, no. 0 (1 January 2016): 99–104, <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1663>.

²¹ Herlina Widyastuti, Demes Nurmayanti, and SB Eko Warno, 'Evaluasi Pengelolaan Sampah Medis di Rumah Sakit Muhammadiyah Tuban Tahun 2018', *GEMA LINGKUNGAN KESEHATAN* 16, no. 3 (1 December 2018), <https://doi.org/10.36568/kesling.v16i3.891>.

²² Rizka Firdayanti, Darjati, and Fitri Rokhmalia, 'Pengelolaan Sampah di TPI Lekok Kabupaten Pasuruan Tahun 2020', *GEMA LINGKUNGAN KESEHATAN* 19, no. 1 (1 February 2021), <https://doi.org/10.36568/kesling.v19i1.1263>.

Tabel 1. Analisis SWOT TPS Limbah

<p>Internal</p>  <p>Eksternal</p>	<p>Kekuatan (<i>Strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya anggaran untuk pembuatan TPS. 2. Adanya dukungan dari kepala Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) dan kepala bagian Tata Usaha Keuangan. 3. Adanya bangunan TPS Limbah. 4. Adanya penumpukan limbah cair dan limbah padat di Pusat laboratorium Terpadu (PLT). 5. Adanya peraturan <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) tentang pengelolaan limbah terutama penyimpanan limbah. 6. Terdapatnya jumlah sumber daya manusia yang memadai untuk mengelola limbah ke TPS. 	<p>Kelemahan (<i>Weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Belum adanya kebijakan pengelolaan limbah ke TPS. 2. Adanya penumpukan limbah selama dua tahun limbah tersimpan di TPS. 3. Pengangkutan limbah dari tempat limbah berasal ke TPS belum dikelola dengan baik sebagaimana mestinya. 4. Belum ada spesifikasi petugas operator yang menangani limbah di TPS.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Peluang (<i>Opportunities</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya kebijakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2021 Bab III tentang penyimpanan limbah non-B3. 2. Adanya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2020 tentang penyimpanan limbah B3. 3. Adanya penjadwalan pengangkutan limbah dari asal limbah ke TPS. 4. Adanya fasilitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebagai pengelola pihak ketiga untuk limbah cair setelah limbah tersebut tersimpan di TPS. 	<p>Strategi S-O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat perencanaan yang tepat untuk pengelolaan limbah ke TPS. 2. Menyediakan sarana dan prasarana di ruang TPS sesuai dengan regulasi yang berlaku. 3. Terjalin kerja sama dalam pengumpulan limbah ke TPS dari berbagai petugas kebersihan ruang laboratorium dengan petugas TPS limbah. 	<p>Strategi W-O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menetapkan prosedur standar bagi petugas pengelolaan limbah di TPS. 2. Mengembangkan peraturan tentang pengangkutan dan kapasitas penyimpanan limbah di TPS. 3. Membuat penetapan jadwal secara rutin terkait pengangkutan limbah ke TPS dan pengangkutan limbah ke pengelola pihak ketiga.
<p>Ancaman (<i>Threat</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak adanya limbah baterai sebagai limbah padat B3 yang tersimpan di TPS. 2. Sistem ventilasi hanya berada di pintu kedua ruang TPS. 3. Terdapat beberapa kemasan limbah cair belum 	<p>Strategi S-T</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menambahkan fasilitas yang kurang dan belum tersedia di TPS sesuai dengan ketentuan yang berlaku. 2. Perlu adanya pencatatan dalam bentuk <i>log book</i> limbah B3 dan non-B3. 	<p>Strategi W-T</p> <p>A. Meningkatkan kualitas dan kapabilitas sumber daya manusia dalam menangani limbah yang tersimpan di TPS.</p> <p>B. Memperketat pelaksanaan pengangkutan, pemilahan dan pengemasan limbah</p>

<p>tertutup rapat dan masih mengalami kebocoran.</p> <p>4. Penyimpanan limbah cair sudah melebihi kapasitas ruang TPS limbah cair.</p> <p>5. Belum adanya peralatan penanggulangan keadaan darurat di kedua ruang TPS.</p>		ke TPS.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------

Berdasarkan tabel 1, desain dan konstruksi bangunan TPS Limbah di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) telah mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Atap ruangan TPS dibangun dari bahan yang tidak mudah terbakar. Tetapi, untuk ukuran luas di ruang TPS limbah padat dan limbah cair belum disesuaikan dengan jumlah limbah yang tersimpan. Perlu adanya penjadwalan pengangkutan limbah ke TPS secara rutin dan tercatat dalam *logbook* agar limbah yang tersimpan tidak terjadi penumpukan dan segera diserahkan oleh pengelola pihak ketiga. Lokasi TPS Limbah berada tepat di belakang gedung Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) untuk memudahkan petugas mengangkut limbah dari asal limbah di ruang laboratorium ke ruang TPS limbah dan lokasi tersebut jarang terjadi bencana alam. Proses pengumpulan limbah ke TPS diperlukan kerja sama antar petugas kebersihan ruang laboratorium dengan petugas TPS limbah untuk mengurangi terjadinya penumpukan limbah dengan menetapkan jadwal pengumpulan limbah serta peraturan alur pengumpulan limbah. Jarak antara bangunan TPS limbah dengan bangunan lainnya cukup berjauhan karena limbah yang tersimpan mengandung bahan berbahaya, terutama limbah cair. Jika TPS limbah berada dalam keadaan darurat seperti kebocoran limbah, bangunan lainnya tetap aman dan cairan limbah tidak masuk ke bangunan lainnya. Diperlukan adanya penambahan sistem ventilasi pada kedua ruang TPS limbah, karena beberapa limbah padat dan limbah cair yang tersimpan mengandung jenis B3 yang mempunyai sifat mudah menguap dan mudah terbakar sehingga memerlukan sirkulasi yang baik.

Beberapa fasilitas yang telah disediakan di TPS limbah yaitu adanya rak penyimpanan, kemasan limbah dalam bentuk kardus untuk limbah padat dan dalam bentuk jeriken untuk limbah cair, adanya alat kebersihan

seperti sapu dan pengki, adanya alat penerangan seperti lampu, namun alat penerangan ini masih dalam tahap perbaikan agar dapat berfungsi dengan baik. Kemasan limbah dapat membantu penutupan limbah untuk menambah nilai kerapian ruang TPS dan memudahkan petugas limbah sehingga dapat mengurangi kontak langsung antara manusia dengan mikroorganisme yang menempel pada limbah tersebut. Penyimpanan limbah dalam kemasan jika tidak disimpan berdasarkan jenis dan golongan limbah akan berpengaruh terhadap penyebaran infeksi pada petugas limbah ataupun masyarakat sekitar. Dengan adanya fasilitas yang memadai dapat mencegah bahaya bagi orang yang tidak berkepentingan. Keberadaan hewan serangga berpotensi menjadi vektor penyebaran penyakit jika terjadi kontak terhadap limbah. Penyimpanan limbah dengan jangka waktu yang lama mengakibatkan mikroorganisme berkembang biak, karena itu perlu adanya pemeriksaan dan pengawasan oleh petugas limbah.

Dari segi pengelolaannya, beberapa limbah padat jenis B3 seperti baterai, kabel, lampu yang berasal dari Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) hanya tersimpan di tempat asal limbah dan belum dikelola dengan baik untuk penyimpanannya ke TPS limbah. Baterai merupakan limbah padat jenis B3 karena mengandung logam berat seperti merkuri, mangan, lithium yang dapat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Jika tidak dikelola dengan baik, logam tersebut dapat masuk ke dalam tubuh manusia dan mengakibatkan rasa mual, kerusakan ginjal hingga terjadi kematian.²³ Petugas mengangkut limbah berdasarkan jenisnya, yaitu limbah padat dan limbah cair. Proses pengangkutan limbah menggunakan kereta dorong atau *trolley* agar memudahkan petugas jika limbah yang akan disimpan dalam jumlah banyak. Petugas memakai alat pelindung diri terdiri dari sarung tangan dan masker saat mengangkut limbah agar tidak terkontaminasi bahan limbah yang berbahaya. Masker yang digunakan petugas saat berada di TPS ialah masker respirator karena mempunyai serat karbon sebagai filter untuk menyaring zat yang berbahaya dan beracun sehingga aman jika berada di ruang TPS, khususnya pada ruang TPS limbah cair yang mengandung lebih banyak zat beracun.

Penataan limbah disesuaikan dengan ukuran kemasan limbah, dari ukuran terkecil berada pada rak penyimpanan paling atas hingga ukuran kemasan terbesar berada di rak penyimpanan paling bawah. Hal tersebut memudahkan petugas untuk mengangkut limbah ke pengelola pihak ketiga. Beberapa kemasan limbah cair yang bocor, dapat diperbaiki dengan

²³ Firman Hadi Santoso and Nico Halomoan, 'Kajian Pengelolaan Limbah Baterai Sekali Pakai Dari Kegiatan Rumah Tangga di Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat', *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)* 8, no. 1 (1 March 2022), <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.13032>.

mengganti tutup kemasan yang baru dan dipastikan botol kemasan telah tertutup rapat. Jika suatu saat terjadi keadaan darurat, maka perlu adanya APAR (Alat Pemadam Api Ringan) karena limbah yang tersimpan mengandung bahan berbahaya yang dapat memudahkan terjadinya kebakaran di ruang TPS limbah. Untuk dapat membedakan limbah kategori B3 dan non B3 di ruang TPS limbah cair dan limbah padat, dilengkapi dengan label identitas limbah sesuai dengan regulasi yang berlaku. Agar TPS limbah dapat diketahui keberadaannya oleh masyarakat sekitar kampus, maka perlu ditambahkan simbol dan penulisan didepan pintu TPS limbah, karena hanya orang yang berkepentingan saja yang dapat masuk ke ruang TPS limbah. Pintu ruang TPS limbah padat dan limbah cair dibiarkan tidak terkunci agar memudahkan petugas dan pengelola TPS limbah untuk melakukan pekerjaan penyimpanan limbah dan pengawasannya.

Berdasarkan deskripsi dan strategi SWOT secara keseluruhan, prosedur tata kelola penyimpanan limbah ke TPS masih dalam tahap perencanaan. Untuk petugas penyimpanan limbah agar dapat melaksanakan pengangkutan limbah secara rutin dan menyeluruh dari asal limbah ke TPS. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.²⁴ Label limbah digunakan untuk memberikan informasi tentang asal limbah, identitas limbah dan kuantifikasi limbah dalam kemasan. Untuk pengelolaan lebih lanjut, format label limbah non B3 mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2021 dan berbeda dengan format label limbah B3. Dengan kelengkapan data limbah berupa simbol dan label yang terdapat pada kemasan, dapat memberikan informasi kepada petugas limbah, kepala pengelola limbah dan masyarakat sekitar mengenai sifat dan bahaya limbah jika sedang melakukan kegiatan di ruang TPS. Jika terjadi permasalahan dalam pengelolaan limbah di TPS, adanya simbol dan label dapat menanggulangi masalah agar limbah yang tersimpan dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Beberapa strategi dalam mengevaluasi TPS di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) dapat dilakukan dengan membuat kebijakan yang tepat oleh pihak pengelola TPS kepada petugas penyimpanan limbah. Selain itu diperlukan pencatatan pemasukan limbah yang tersimpan di TPS agar menghindari terjadinya penumpukan limbah dan memastikan semua limbah yang berasal dari laboratorium tersimpan di TPS. Beberapa fasilitas di kedua ruang TPS tersebut memerlukan perbaikan sesuai ketentuan yang berlaku untuk memastikan limbah yang disimpan aman, bebas dari

²⁴ Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup, 'PermenLH No.14: Simbol Dan Label Limbah Berbahaya Dan Beracun' (2013).

kebocoran dan dalam keadaan baik selama penyimpanan sebelum dilanjutkan dengan pengelolaan limbah ke pihak ketiga.

C. Simpulan

Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) jika dilihat dari segi bangunan telah sesuai standar berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 tahun 2021 Bab III tentang penyimpanan limbah non-B3 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 tahun 2020 tentang penyimpanan limbah B3. Lokasi bangunan TPS sudah terpisah dengan bangunan utama Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), namun perlu dilakukan penambahan ventilasi agar sirkulasi udara lebih baik. Pengelolaan limbah TPS di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) sudah cukup baik dalam proses mengidentifikasi limbah berdasarkan sifat dan kategori, namun perlu dilakukan kegiatan pengangkutan limbah dari asal limbah serta pengangkutan limbah ke pihak ketiga secara terjadwal dan rutin sehingga tidak terjadi penumpukan limbah di TPS. Diperlukan tambahan *log book* untuk mendata semua jenis limbah yang berasal dari Pusat Laboratorium Terpadu (PLT).

Daftar Pustaka

- Candrasari, Cahyatri Rupisianing, and J. Mukono. 'Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas Iia Kabupaten Sidoarjo'. *Kesehatan Lingkungan* 7, no. 1 (2013): 21–25.
- Destiarti, Nina Yohana Arifin Lia. 'Pengelolaan Limbah Labortorium Lingkungan Fakultas Teknik Dengan Kombinasi Proses Kimia Dan Biologi'. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 6, no. 1 (2 March 2018): 011–020. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v6i1.24221>.
- Dwi, Djadmiko dan Riswan. *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: CV Budi Utama, 2016.
- Fatmalia, Enida, Dini Yuliansari, Taufik Abdullah, and Tina Melinda. 'Pengadaan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Padat Bahan Berbahaya & Beracun (B3) Laboratorium Lingkungan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) Mataram'. *COMMUNITY: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 2 (2021): 124–30. <https://doi.org/10.51878/community.v1i2.872>.
- Firdayanti, Rizka, Darjati, and Fitri Rokhmalia. 'Pengelolaan Sampah di TPI Lekok Kabupaten Pasuruan Tahun 2020'. *GEMA LINGKUNGAN*

- KESEHATAN* 19, no. 1 (1 February 2021).
<https://doi.org/10.36568/kesling.v19i1.1263>.
- Freddy, Rangkuti dan. *Analisis Swot Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Edited by PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 2015.
- Harianto, Sugeng P., Gunardi Djoko Winarno, and Trio Santoso. *Klimatologi Pertanian. Pusaka Media*. Lampung: Pusaka Media, 2019.
- Lehoux, Pascale, Blake Poland, and Genevieve Daudelin. 'Focus Group Research and "the Patient's View"'. *Social Science & Medicine (1982)* 63, no. 8 (October 2006): 2091–2104.
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.05.016>.
- Maciej Serda, Fernando Gertum Becker, Michelle Cleary, R M Team, Helge Holtermann, Disclaimer The, National Agenda, et al. 'Pengembangan Wisata di Kabupaten Buru Menggunakan Analisis Swot'. Edited by G. Balint, B. Antala, C. Carty, J-M. A. Mabieme, I. B. Amar, and A. Kaplanova. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan* 7, no. 1 (2019): 343–54.
<https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>.
- Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup. PermenLH No.14: Simbol dan Label Limbah Berbahaya dan Beracun (2013).
- Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia § (2020).
- Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya dan Beracun, Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia § (2021).
- Rahayuningtyas, Ari, and Seri Intan Kuala. 'Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus : Pengering Tipe Rak)'. *ETHOS: Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, no. 0 (1 January 2016): 99–104. <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1663>.
- Rahmawati, Itsnaini, Yuni Nurfiana, Izzatin Kamala, Arif Hidayat, and dan Friyatmoko W. K. 'Pemanfaatan Limbah Kaca Lampusebagai Media Peralatan Praktikum Untuk Pembelajaran Kimia'. *Pelita - Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, no. 1 (2010).
<https://journal.uny.ac.id/index.php/pelita/article/view/4292>.
- Santoso, Firman Hadi, and Nico Halomoan. 'Kajian Pengelolaan Limbah Baterai Sekali Pakai Dari Kegiatan Rumah Tangga di Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat'. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)* 8, no. 1 (1 March 2022). <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.13032>.

- Saroh, Ismi, and Krisdianto. 'Manfaat Ekologis Kanopi Pohon Terhadap Iklim Mikro Di Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan', 30 March 2021. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jhm/article/view/10040>.
- Suharto. *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara Dan Air*. Ed.1. Yogyakarta: ANDI, 2011.
- Sulman, Lalu, and Jono Irawan. 'Pengelolaan Limbah Kimia Di Laboratorium Kimia PMIPA FKIP UNRAM'. *Jurnal Pijar Mipa* 11, no. 2 (1 September 2016). <https://doi.org/10.29303/jpm.v11i2.116>.
- Uyun, Kurratul, Ilim Ilim, and Wasinton Simanjuntak. 'Studi Pengaruh Potensial, Waktu Kontak, dan Ph Terhadap Metode Elektrokoagulasi Limbah Cair Restoran Menggunakan Elektroda Fe Dengan Susunan Monopolar dan Dipolar'. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika Dan Aplikasinya* 3, no. 3 (5 January 2016). <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/snsmap/article/view/1612>.
- Widyastuti, Herlina, Demes Nurmayanti, and SB Eko Warno. 'Evaluasi Pengelolaan Sampah Medis di Rumah Sakit Muhammadiyah Tuban Tahun 2018'. *Gema Lingkungan Kesehatan* 16, no. 3 (1 December 2018). <https://doi.org/10.36568/kesling.v16i3.891>.
- Wisdayana, Risza, Frebhika Sri Puji Pangesti, and Ade Ariesmayana. 'Redesain Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 Di Workshop PT. Purna Baja Harsco'. *Jurnal Serambi Engineering* 7, no. 2 (26 April 2022). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.4203>.

