

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Operasional sebuah laboratorium dapat berdampak signifikan terhadap lingkungan mulai dari konsumsi sumber daya berupa bahan kimia, air dan energi, peralatan hingga sistem pembuangan. Pernyataan UNEP dan ISWA pada tahun 2002 bahwa laboratorium bersama industri kimia merupakan salah satu sumber limbah jenis reaktif dan berukuran skala menengah dengan jumlah yang dihasilkan antara 100-1000 kg/bulan (Indrasti and Fauzi 2009). Aktivitas laboratorium menurut Nascimento dan Filho (2010) menghasilkan limbah yang sedikit kuantitasnya namun mengandung berbagai jenis bahan kimia dan banyak diantaranya bersifat toksik walaupun diketahui bahwa pembuangan limbah laboratorium tidak terus-menerus. Hal ini karena dalam seluruh aktivitasnya terutama kegiatan pengujian tidak dapat dihindari penggunaan bahan kimia baik ketika pengawetan sampel, preparasi, analisis maupun sisa pakai. Bahkan contoh uji yang datang sebagian besar adalah hasil pembuangan berupa asam yang beracun, logam, pelarut, bahan kimia ataupun produk sintesis dengan kandungan racun yang tidak diketahui. Bahan kimia bersama contoh uji pada proses pengujian akan bereaksi, setelah dilakukan pengukuran dan pencatatan sesuai dengan parameter yang di analisis, akhirnya menjadi limbah karena sudah tidak dipergunakan lagi untuk proses selanjutnya.

Selain penggunaan bahan kimia yang digunakan dalam proses analisis memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan pekerja, keadaan limbah laboratorium yang dihasilkan menimbulkan beban yang tinggi terhadap kinerja lingkungan, mengakibatkan perubahan keseimbangan alami dan berisiko terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Menurut Abou-Elela, dkk. (2007) limbah kimia sangat sulit diolah baik secara kimia maupun melalui proses biologi. Pengelolaan lingkungan dengan *end of pipe treatment* bukan merupakan penyelesaian penanganan limbah yang baik (Purwanto, 2013), karena untuk pembangunan dan pengoperasiannya unit pengolah limbah membutuhkan biaya yang tidak sedikit agar menghasilkan buangan yang memenuhi baku mutu

lingkungan. Beberapa kasus tidak dioperasikannya dengan baik unit pengolah limbah adalah karena faktor biaya. Selain itu unit pengolah limbah akan tetap menghasilkan padatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun sehingga harus mendapat penanganan lebih lanjut. Bahkan pada beberapa kasus limbah kimia tidak mengalami perlakuan sama sekali disebabkan kompleksitas dan toksisitas limbah yang terbentuk (Abou-Elela et al. 2007).

Pergeseran pendekatan pengelolaan lingkungan berupa pencegahan pencemaran dikenal dengan produksi bersih (*cleaner production*) sebagai pola pendekatan pengelolaan yang terfokus pada bahan baku dan *in-process*, dengan mencegah dan mengurangi timbulan limbah langsung dari sumbernya sehingga terjadi peningkatan efisiensi dan produktivitas (Purwanto, 2013). Pendekatan produksi bersih ini dapat mengoptimalkan proses produksi dengan mempertimbangkan lingkungan melalui pencegahan konsumsi sumber daya dan generasi polutan berlebihan akibat inefisiensi dalam sebuah proses produksi (Ozturk, dkk., 2016). Hal senada dari Severo, dkk. (2015) strategi produksi bersih menghasilkan selain konsumsi bahan input yang lebih baik, juga mengurangi konsumsi sumber daya alam seperti air dan energi yang berhubungan positif dengan kelestarian lingkungan. Ozbay dan Demirer (2007) juga mengatakan bahwa metode produksi bersih menawarkan keuntungan finansial dan lingkungan baik skala lokal maupun global dalam daya saing industri dengan penurunan input air proses, penggunaan bahan kimia dan output produk seperti limbah berbahaya dan emisi udara. Strategi produksi bersih juga dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pengelolaan lingkungan dengan tujuan akhir mengurangi emisi gas rumah kaca, terutama emisi CO₂ yang diketahui sebagai penyebab utama perubahan iklim karena pemanasan global (Rahim dan Raman, 2017). Rangkuman laporan manfaat program produksi bersih maupun pencegahan pencemaran dari beberapa organisasi dunia yang bergerak di bidang lingkungan seperti UNIDO dan USEPA serta dari beberapa penulis artikel dan jurnal ilmiah oleh Lopez Silva, dkk (2013) yaitu karena pengurangan timbulan limbah pada sumbernya, maka sekaligus akan mengurangi beberapa biaya terkait pengolahan limbah sehingga dapat meningkatkan profitabilitas. Pengurangan limbah dari

sumbernya ini mencakup pengoptimalan pengolahan limbah, daur ulang dan pembuangan serta mengurangi konsumsi bahan baku, air dan energi, bahan berbahaya dan emisi, serta kemungkinan pemulihan kembali materi terbuang. Diluar aspek ekonomi dan lingkungan, peningkatan efisiensi operasi dapat menghasilkan manfaat internal seperti perbaikan kesehatan dan keselamatan kerja, produktivitas, yang berdampak pada kepuasan pribadi dan tingkat ketidakhadiran yang rendah. Sedangkan manfaat eksternal adalah mengurangi kewajiban pada risiko kesehatan bagi penduduk sekitar perusahaan, sehingga meningkatkan citra positif perusahaan, selanjutnya akan meningkatkan pangsa pasar dan memelihara hubungan baik dengan *stake holder*.

Selain memproduksi sampah dan limbah berbahaya sebuah industri kimia adalah salah satu industri yang konsumsi utamanya adalah air (Alkaya dan Demirer, 2015), sehingga berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wang, dkk. (2014) dalam industri kimia ada peluang untuk penghematan konsumsi air dan energi melalui *good housekeeping* dan perubahan teknologi yang menghasilkan peningkatan kinerja lingkungan dan profitabilitas. Pengukuran pelaksanaan pencegahan pencemaran dan minimisasi limbah di industri kimia penghasil *poly sulfonated naphthalene formaldehyde* di Mesir berhasil mengurangi pengolahan limbah secara *end of pipe*, mengurangi konsumsi air dan bahan baku, serta perolehan keuntungan sebesar 5 juta pound Mesir (Abou-Elea, dkk. 2007). Melalui audit produksi bersih dan analisis neraca massa pada proses *zinc electroplating* di Istanbul dengan analisis kelayakan ekonomi dan lingkungan pelaksanaan *closed loop cleaning system* mengurangi konsumsi bahan kimia sebesar 14,7%, pengurangan konsumsi air hingga 80% selama *pre-treatment* logam, mengurangi hingga 62% air bilasan sehingga menurunkan biaya *end of pipe treatment* (Daylan, dkk. 2013) yaitu biaya pengelolaan dan pengolahan limbah. Sedangkan minimisasi penggunaan bahan kimia di proses pencelupan tekstil di Turki dengan melakukan studi bahan kimia dan lembar data keselamatan bahan atau *Material Safety Data Sheet (MSDS)* menemukan 74 dari 291 bahan kimia yang digunakan dapat diganti dengan bahan kimia lain yang lebih baik dalam hal *biodegradable* dan efek toksikologinya (Ozturk, dkk. (2016).

Keberhasilan pengurangan konsumsi air dan energi sehingga mengurangi emisi CO₂ sebesar 69.530 kg CO₂/tahun pada produksi *polyethylene terephthalate* menghemat biaya hingga 104.905 \$/tahun dengan *payback period* hanya 6 bulan dilakukan oleh Alkaya dan Demirer (2015).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lasut (2006) pencegahan pencemaran melalui manajemen bahan kimia di laboratorium PT. Pupuk Kaltim dengan identifikasi MSDS dapat mencegah kontaminasi antar bahan kimia, penurunan persediaan bahan kimia di gudang sebesar 27%, serta pengurangan sebesar 70% timbulan limbah B3. Sedangkan Gunawan (2006) dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab inefisiensi pemakaian air, energi listrik dan klorin di WWTP #48 di PT. Badak NGL Bontang kemudian mengevaluasi peluang peningkatan efisiensi beserta besarnya nilainya sehubungan dengan penerapan produksi bersih memperoleh peluang efisiensi pemakaian air bersih sebesar 996.888.000 L/tahun (Rp 48.847.512/tahun), sedangkan peluang efisiensi energi listrik dan klorin adalah 45.552 - 350.400 KWH (Rp 22.776.000 - 175.200.000/tahun) dan 3285 - 4380 kg/tahun (Rp 76.540.500 - 102.054.000/tahun).

Seperti yang diungkapkan oleh Lopez dan Badrick (2012) bahwa sebuah laboratorium juga dapat berdampak pada lingkungan melalui berbagai cara sehingga laboratorium mempunyai kewajiban untuk mengurangi konsekuensi lingkungan yang diakibatkan oleh aktivitasnya. Sebagai salah satu penghasil limbah kimia dan emisi dalam kegiatannya, perlu dilakukan sebuah kajian terhadap peluang penerapan produksi bersih di laboratorium lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Laboratorium DLH Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu laboratorium yang menyediakan jasa pelayanan pengambilan contoh uji dan pengujian parameter kualitas lingkungan untuk parameter air bersih, air permukaan, air limbah dan udara serta kerja sama dalam bentuk magang atau praktikum kimia (Lab. DLH, 2017). Pengujian dilakukan terhadap sampel dari berbagai pelanggan diantaranya pabrik kelapa sawit, perhotelan, pengolahan bijih timah (*smelter*), SPBU, PLTD, perusahaan pengolah karet, perusahaan

pengolahan produk perikanan, rumah sakit, *laundry*, instansi pemerintah, lembaga dan praktisi lingkungan, mahasiswa maupun masyarakat umum.

Banyaknya sampel yang masuk dan terus meningkat setiap tahunnya selain berdampak positif dari segi pendapatan, namun di sisi lain menimbulkan dampak negatif dengan meningkatnya kegiatan pengujian yang berbanding lurus dengan jumlah limbah yang dihasilkan. Karenanya pengelolaan limbah cair laboratorium perlu mendapat perhatian dengan tidak hanya mengandalkan pengelolaan secara *end of pipe* terkait kapasitas IPAL tersedia, tinjauan ekonomi pengoperasian serta yang terpenting pengaruhnya terhadap lingkungan.

Dari uraian diatas, pertanyaan dari permasalahan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Dari mana saja generasi limbah pada Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung?
- b. Apa saja alternatif peluang produksi bersih di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung?
- c. Bagaimana potensi kelayakan penerapan produksi bersih melalui aspek teknis, ekonomi dan lingkungan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan yang timbul dari permasalahan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengidentifikasi sumber limbah pada Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- b. Menentukan alternatif-alternatif peluang penerapan produksi bersih di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- c. Menganalisis kelayakan secara teknis, ekonomi dan lingkungan alternatif peluang penerapan industri bersih yang tersedia dilanjutkan dengan menentukan prioritas penerapan produksi bersih di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

1.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

- a. Bagi laboratorium, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dan pertimbangan alternatif dalam pengelolaan limbah laboratorium.
- b. Sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam pengembangan pengelolaan limbah yang ada di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- c. Menjadi salah satu bahan untuk menjaga kepercayaan pelanggan akan citra positif sebagai laboratorium lingkungan yang berkomitmen dalam upaya perlindungan lingkungan.

1.5. Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan produksi bersih dan konsep sejenis produksi bersih pada beberapa industri yang relevan dan menjadi acuan penelitian dirangkum dalam tabel 1.1. Dalam penelitian ini penulis melakukan kajian peluang dan kelayakan penerapan produksi bersih pada aktivitas Laboratorium Lingkungan DLH Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dengan fokus pada menemukan inefisiensi proses dan menemukan peluang-peluang perbaikan melalui prinsip dan tindakan produksi bersih. Identifikasi peluang dan kelayakan produksi bersih dilakukan melalui langkah sistematis dan bersama pihak manajemen laboratorium yaitu pra asesmen dan asesmen, dilanjutkan dengan analisis kelayakan secara teknis, ekonomi dan lingkungan yang menghasilkan rekomendasi tindakan-tindakan produksi bersih dalam upaya meminimalkan limbah dan emisi. Rekomendasi juga meliputi penentuan prioritas penerapan produksi bersih yang terpilih. Penentuan prioritas dilakukan dengan pembobotan hasil analisis kelayakan teknis, ekonomi dan lingkungan dimana urutan jumlah skor akan menentukan urutan prioritas pelaksanaan.

Meskipun telah banyak penelitian tentang produksi bersih seperti pada tabel 1.1 dan mempunyai metode yang mirip, namun penelitian yang dilakukan penulis terfokus pada menemukan inefisiensi dan peluang perbaikan pada aktivitas sebuah laboratorium pada proses pengujian parameter kualitas lingkungan dan kegiatan-kegiatan penunjang pengujian.

Tabel 1.1. Penelitian Terdahulu tentang Produksi Bersih

Penelitian	Hasil
Gunawan, (2006) Peluang penerapan produksi bersih pada sistem pengolahan air limbah domestik WWTP #48 studi kasus PT. Badak NGL, Bontang	Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab inefisiensi pemakaian air, energi listrik dan klorin, mengevaluasi peluang peningkatan efisiensi beserta besaran nilainya sehubungan dengan penerapan produksi bersih, memperoleh peluang efisiensi pemakaian air bersih sebesar 996.888.000 L/tahun (Rp.48.847.512/tahun), sedangkan peluang efisiensi energi listrik dan klorin adalah 45.552 - 350.400 kWh (Rp.22.776.000 – Rp.175.200.000/tahun) dan 3285 - 4380 kg/tahun (Rp.76.540.500 – Rp.102.054.000/tahun).
Lasut, (2006) Implementasi manajemen bahan kimia dan limbah laboratorium kimia (Studi Kasus di Laboratorium PT Pupuk Kaltim, Tbk)	Pencegahan pencemaran melalui manajemen bahan kimia di laboratorium dengan identifikasi dari MSDS dapat mencegah kontaminasi antar bahan kimia, penurunan persediaan bahan kimia di gudang sebesar 27%, serta pengurangan sebesar 70% timbulan limbah B3.
Abou Elela, dkk., (2007) <i>Application of cleaner production technology in chemical industry : a near zero emission.</i>	Implementasi pencegahan pencemaran dan minimisasi limbah pada industri kimia yang memproduksi <i>poly sulfonated naphtalene formaldehyde</i> memperoleh eliminasi pengolahan <i>end of pipe</i> dengan mendaur ulang air yang tertahan pada <i>filter press</i> , daur ulang air pencucian reaktor, mengurangi kuantitas air pada produk dan bahan baku, menghemat ~ L.E 5 juta dengan <i>payback period</i> rendah dengan hitungan hari.
Daylan, dkk., (2013) <i>Hazardous process chemical and water consumption reduction through cleaner production application for a zinc electroplating industry in Istanbul.</i>	Evaluasi memperoleh peluang produksi bersih yaitu pelaksanaan sistem pembersihan dengan <i>loop</i> tertutup mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dengan memanfaatkan larutan pembersih tidak beracun memperoleh penghematan sebesar 14,7% dan penghematan penggunaan air sebanyak 80% pada pra pengolahan logam dan penerapan metode pembilasan untuk seluruh proses elektroplating yang dapat menghemat 62% air sehingga mengurangi biaya pengolahan <i>end of pipe</i> .
Alkaya dan Demirer, (2015) <i>Reducing water and energy consumption in chemical industry by sustainable production approach : a pilot study for polyethylene terephthalate production.</i>	Hasil dari aplikasi produksi bersih yaitu menghemat konsumsi <i>soft cooling water</i> 46,7% dari 151.428 m ³ /tahun, menghemat 117.848 kWh/tahun energi di motor listrik pompa dari sistem perpindahan panas serta pompa untuk menara pendingin. Emisi karbon total perusahaan berkurang 69.530 kg CO ₂ /tahun. Penghematan biaya total 104.905 \$/tahun, dengan <i>payback period</i> 6 bulan.
Ozturk, dkk., (2016) <i>Minimization of water and chemical use in a cotton/polyester fabric dyeing textile mill</i>	Pelaksanaan <i>Best Available Techniques</i> (BAT), berpotensi pengurangan 43-51% konsumsi air, 16-39% konsumsi bahan kimia, 45-52% dalam air limbah debit gabungan, 26-48% pada beban COD, 49% biaya operasional air/air limbah dan 28% bahan kimia. Melalui analisis perkiraan biaya <i>payback period</i> BAT berkisar dari 1 sampai 26 bulan.