

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah kota di Indonesia menjadi masalah aktual seiring dengan semakin meningkatnya tingkat pertumbuhan penduduk yang berdampak pada semakin banyak jumlah sampah yang dihasilkan, yaitu rata-rata 0,5 kg/hari sampah atau 45,6 juta ton/tahun sampah dari jumlah total penduduk Indonesia (Kementrian Lingkungan Hidup, 2015) dan di Tahun 2020 terjadi peningkatan jumlah timbulan sampah penduduk Indonesia hingga mencapai 68,5 juta ton/tahun (Kementrian Lingkungan Hidup, 2020). Beberapa penelitian menganalisis penyebab utama masalah pengelolaan sampah di Indonesia diantaranya karena kurangnya dasar hukum yang tegas, institusi pengelola sampah dan masalah biaya, tingginya jumlah sampah yang dihasilkan, kurangnya usaha dalam melakukan pengomposan, tempat pembuangan sampah yang tidak memadai, tingkat pelayanan pengelolaan sampah masih rendah dan kurangnya pengelolaan TPA dengan sistem yang tepat seperti masih menerapkan sistem *open dumping*, yaitu sampah ditumpuk menggunung tanpa ada lapisan penahan lindi dan saluran lindi (Chaerul *et al.*, 2007; Kardono, 2007; dan Widyatmoko *et al.*, 2001 dalam Putra, 2012).

Indonesia dan negara-negara berkembang menjadikan TPA sebagai penimbunan berbagai jenis sampah yang tidak ditangani sebelumnya, akibatnya TPA dan lindi yang diproduksi mempunyai potensi bahaya, yaitu terjadi pencemaran air tanah dan udara di sekitar TPA. Timbunan sampah menghasilkan cairan yang dikenal dengan lindi (*leachate*). Pada kebanyakan TPA, lindi terbentuk oleh rembesan kadar air dalam sampah maupun oleh sumber-sumber dari luar seperti pengaruh drainase, air hujan dan lain sebagainya yang melalui tumpukan sampah. Lindi mengandung bahan organik dan logam berat yang dapat mempengaruhi sifat-sifat air bawah tanah seperti tingginya konsentrasi total padatan terlarut, konduktivitas elektrik, klorida, COD, nitrat dan sulfat, serta mengandung logam berat (Vasanthi *et al.*, 2008). Salah satu cara agar TPA aman terhadap lingkungan, yaitu dengan mencegah merembesnya lindi ke air

tanah dengan cara dasar dari tempat pembuangan sampah harus dibuat kedap atau tidak tembus air menggunakan lapisan semi kedap (*liner*).

Volume lindi dapat bertambah seiring dengan adanya infiltrasi air hujan ke dalam lapisan penimbunan sampah karena lindi adalah limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil dekomposisi biologis (Diniyanti, 2018). TPA di Indonesia masih belum memiliki *liner* yang tepat untuk menahan masuknya lindi ke dalam tanah. Oleh karena itu, peningkatan teknologi atau sistem *liner* area penimbunan sampah sangat penting untuk meminimalkan adanya infiltrasi di TPA (Li *et al.*, 2016). Jenis material *liner* telah banyak dikembangkan antara lain adalah tanah lempung, geomembran, lapisan geosintetik, maupun gabungan dari material lain (Turan *et al.*, 2009). *Liner* yang dipakai pada *sanitary landfill* di negara maju umumnya menggunakan geosintetik yang mahal. Pada negara berkembang diperlukan penelitian tentang jenis material *liner* yang lebih murah dan memiliki kualitas yang setara. Lempung lokal berjenis bentonit dapat digunakan sebagai *liner*.

Lempung merupakan material yang murah, banyak terdapat di alam dan memiliki nilai permeabilitas (konduktivitas hidraulik) rendah sebesar $<1 \times 10^{-6}$ cm/s, sehingga dapat digunakan sebagai *liner*. Salah satu tanah lempung alami yang digunakan sebagai lapisan semi kedap penahan lindi TPA, yaitu bentonit karena memiliki nilai permeabilitas yang rendah mencapai $1,8 \times 10^{-9}$ m/s (Hakim *et al.*, 2013) tetapi stabilitas gesernya tidak kuat ditunjukkan dengan nilai kuat geser sebesar $0,65 \text{ kg/cm}^2$ sehingga berpotensi mengalami keruntuhan (Widjaja *et al.*, 2016). Karakter tersebut dapat diminimalkan dengan cara menambahkan material pendukung lain pada bentonit untuk menaikkan nilai kuat geser *liner*.

Pemanfaatan limbah konstruksi sebagai material utama dalam pembuatan lapisan semi kedap penahan lindi dapat meningkatkan kuat geser tanah sebesar $0,418 \text{ kg/cm}^2$ (Melbouci, 2009). Campuran limbah konstruksi dengan penambahan bentonit dan kapur untuk konstruksi *liner* area penimbunan sampah menunjukkan nilai stabilitas geser tertinggi sebesar 183.3 kN/m^2 yang berarti limbah konstruksi memiliki kuat tekan dan kuat geser yang tinggi sebagai material komposit *liner* area

penimbunan sampah (Pratomo *et al.*, 2019). Berdasarkan kedua penelitian tersebut diketahui bahwa penggunaan bahan limbah seperti sisa material konstruksi yang berasal dari pembangunan atau renovasi bangunan dengan penambahan bentonit berpotensi digunakan sebagai material *liner* area penimbunan sampah.

Material tambahan lainnya yang digunakan sebagai material komposit *liner* area penimbunan sampah pada penelitian ini, yaitu kapur tohor. Kapur tohor lebih efektif sebagai bahan stabilisator tanah dari pada semen karena kapur bereaksi dengan silika dan alumina pada tanah sehingga mengikat tanah menjadi keras dan stabil (Lefond, 1983; Warsiti, 2009). Efek kapur tohor pada tanah adalah mengubah batas cair dan plastis, indeks plastisitas, karakteristik kepadatan dan mengurangi potensi kembang susut (Terzaghi, 1996). *Liner* yang dibuat dengan campuran pasir dan bentonit yang ditambahkan kapur dapat mempertahankan impermeabilitas lebih lama dibandingkan dengan campuran pasir dan bentonit saja (Akcanca *et al.*, 2014). Penambahan kapur sebagai *liner* area penimbunan sampah juga dapat meningkatkan perbaikan karakteristik fisik dan mekanik pada tanah asli dan meningkatkan kekuatan tanah sampai 300% dari kondisi awal (Gogot Setya Budi, 2002; Eko dan Becti Prihatiningsih, 2018).

Penggunaan material tambahan yang juga dapat digunakan sebagai material komposit *liner* area penimbunan sampah adalah abu sekam padi, yaitu biomassa hasil buangan proses produksi padi. Fungsi abu sekam padi pada material komposit *liner* mampu meningkatkan daya serap terhadap polutan kritis seperti logam berat karena abu sekam padi adalah pozolan dengan berbagai kation dan anion yang akan meningkatkan reaksi pertukaran kation menjadi hidrolis reaktif, menurunkan permeabilitas sampai $<1 \times 10^{-9}$ m/s, menurunkan *volumetric shrinkage strain* sampai $<4\%$, serta meningkatkan kuat tekan sampai >200 kN/m² (Eberemu *et al.*, 2012).

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan *liner* dengan material utama limbah konstruksi dan material tambahan berupa bentonit, kapur dan abu sekam padi. Limbah konstruksi dipilih sebagai material utama karena memiliki nilai kuat geser tanah yang tinggi, jumlah yang melimpah dan tersedia terus-menerus karena konstruksi, rekonstruksi dan dekonstruksi bangunan masih terus dilakukan

(Budihardjo, 2018). Limbah konstruksi memiliki kelemahan, yaitu memiliki nilai permeabilitas yang tinggi sehingga dalam penelitian ini digunakan material tambahan, yaitu bentonit karena memiliki nilai permeabilitas yang rendah, kapur yang dapat mengurangi retakan (Pratomo *et al.*, 2019) dan abu sekam padi yang mampu meningkatkan plastisitas serta menyerap polutan (Eberemu *et al.*, 2012).

Variasi bentonit yang dipakai, yaitu 25%; 30%; 35%; 40% karena komposit *liner* dengan penambahan bentonit sebesar 25 % mempunyai nilai permeabilitas sebesar $4,278 \times 10^{-7}$ cm/s (Pratomo *et al.*, 2019). Nilai tersebut masih dibawah standar permeabilitas *liner*, yaitu 1×10^{-6} cm/s (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013). Pemilihan bentonit 25%; 30%; 35%; 40% diasumsikan dapat memenuhi standar nilai permeabilitas dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2013 tentang penyelenggaraan sarana dan prasarana persampahan karena semakin besar penambahan bentonit menyebabkan semakin kecil nilai permeabilitas komposit *liner* (Pratomo *et al.*, 2019). Material lain yang ditambahkan pada setiap variasi komposisi material *liner*, yaitu kapur sebesar 1% karena penambahan tersebut telah mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah (Akcanca *et al.*, 2014) dan abu sekam padi sebesar 8% karena penambahan tersebut telah mampu memberikan kondisi yang optimal untuk meningkatkan plastisitas dan menyerap polutan (Eberemu *et al.*, 2012). Massa dari masing-masing material yang digunakan dihitung berdasarkan massa total material komposit *liner*, yaitu sebesar 2,1 kg.

Lindi yang diuji cobakan untuk mengetahui kemampuan permeabilitas *liner* dalam menahan terjadinya infiltrasi pada penelitian ini, yaitu lindi dari TPA Klotok Kota Kediri. TPA Klotok I dibangun pada Tahun 1992 yang terletak di Kelurahan Pojok, Kecamatan Mojojoto, Kota Kediri tepatnya di daerah Gunung Klotok. TPA Klotok I mempunyai luas 2,5 ha dengan kapasitas untuk menampung sampah sebesar 576,35 m³. TPA Klotok I yang saat ini berusia 22 tahun, sejak berdirinya beroperasi dengan sistem *controlled landfill* dan di Tahun 2014 telah menampung 1,38 juta m³ sampah (melebihi kapasitas daya tampung) sehingga kondisinya dapat dikatakan *overload* (Andhika *et al.*, 2015). Lindi TPA Klotok mengandung kadar logam Cd sebesar 0,0034 mg/L (DLHPK, 2018). Oleh karena itu lindi TPA Klotok

dipilih sebagai bahan uji coba kualitas *liner* pada penelitian ini. Diharapkan komposit *liner* yang diteliti dapat menurunkan konsentrasi nilai logam berat sehingga punya potensi untuk diimplementasikan di TPA Klotok Kota Kediri. Dalam satu area TPA Klotok terdapat tiga area penimbunan sampah, kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan terhadap *liner* TPA tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana karakteristik variasi komposit yang berpotensi sebagai *liner* penahan lindi TPA pada penelitian ini?
2. Apa pengaruh penambahan bentonit terhadap nilai permeabilitas komposit *liner* terbaik dalam menahan infiltrasi lindi TPA?
3. Berapa persen penurunan kadar polutan Cd dalam lindi sesudah melewati komposit *liner* terbaik?

1.3 Asumsi Penelitian

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa lapisan semi kedap terbaik dengan menggunakan material limbah konstruksi, bentonit, kapur dan abu sekam padi memiliki permeabilitas yang sesuai dengan standar sehingga dapat diterapkan pada TPA dan mampu menurunkan kadar logam Cd pada lindi TPA.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini, antara lain:

1. Lapisan semi kedap terbaik berpengaruh positif terhadap penurunan kadar logam berat Cd pada lindi.

1.5 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik variasi komposit yang berpotensi sebagai *liner* penahan lindi TPA.

2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan bentonit terhadap kemampuan permeabilitas *liner* dalam menahan infiltrasi lindi TPA.
3. Untuk mengetahui besar penurunan kadar pencemar Cd dalam lindi sesudah melewati komposit *liner* terbaik.

1.6 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah peranan limbah konstruksi dengan penambahan bentonit, kapur dan abu sekam padi sebagai lapisan semi kedap penahan lindi TPA.
2. Memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah konstruksi sebagai alternatif dalam membuat *liner* TPA.
3. Mengembangkan teknologi sistem *liner* TPA dan bahan pendukung dalam menahan infiltrasi lindi kedalam TPA.

1.7 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah menganalisis karakteristik dan kemampuan permeabilitas material limbah konstruksi dengan penambahan bentonit, kapur dan abu sekam padi dalam menahan logam berat Cd pada lindi TPA Klotok, Kota Kediri, Jawa Timur.