

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di seluruh dunia, jumlah sampah padat rumah tangga perkotaan terus meningkat. Peningkatan jumlah sampah tersebut adalah dampak dari peningkatan jumlah penduduk, peningkatan pendapatan, perubahan gaya hidup dan perubahan pola konsumsi. Walaupun persepsi dan pengetahuan masyarakat mengenai sampah semakin positif, namun hal itu tidak serta merta merubah paradigma, pola pikir dan perilaku masyarakat dalam minimalisasi sampah secara signifikan, dan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah masih tetap sebagai solusi akhir sampah (Akhtar & Soetjipto, 2014; Fehr, 2006; Mahyudin, 2014).

Pada masa lalu, TPA sampah belum dilengkapi dengan fasilitas dan teknologi pengendalian kualitas lingkungan, sehingga TPA sampah dianggap sebagai sumber pencemaran air tanah, terutama dari limpasan air lindi, dan juga sebagai sumber emisi gas methana, karbon dan zat-zat berbahaya lainnya, dapat berlangsung dalam jangka waktu yang panjang (Mor et al., 2006; Sormunen et al., 2008). Sistem berbasis lahan sangat rentan protes masyarakat. Kondisi tersebut semakin buruk dengan tidak memadainya proses pemilahan dan pengalihan bahan yang masih dapat diguna ulang dan didaur ulang, sehingga dapat mempersingkat umur layan dan membutuhkan pembukaan TPA sampah baru (Chang & Davila, 2007). Hal tersebut merupakan kendala sosial yang serius dan tidak mudah menanganinya (Hadi, 2004).

Dari beberapa konsep pengelolaan sampah yang baik adalah konsep daur ulang, yang didasarkan pada prinsip dasar pengelolaan bahan lestari/berkelanjutan, yaitu memaksimalkan kegunaan material selama mungkin dengan pembuangan hanya sebagai upaya terakhir. Pada prinsipnya, setiap barang dapat didaur ulang, asalkan

cukup usaha dilakukan untuk pemisahan, penanganan dan proses. Dalam perspektif ekonomi, konsep daur ulang dapat dikategorikan baik jika waktu, biaya, dan usaha tidak melebihi batas ambang untuk pemilahan, pemurniaan dan pemrosesan. Selanjutnya, ketidakstabilan pasar di hilir daur ulang juga harus dipertimbangkan (Kinnaman & Takeuchi, 2014; Massarutto, 2012, 2015).

Konsep pengelolaan sampah lainnya adalah pembakaran. Pembakaran menggunakan insinerator dapat mengurangi volume sampah secara signifikan dan hanya menghasilkan abu hasil pembakaran sebanyak 10% dari total volume sampah yang dibakar. Uap panas yang dihasilkan dapat diproses menjadi energi listrik. Uap panas berlebih juga masih dapat dijual sebagai pendapatan tambahan. Pendapatan tambahan lainnya dapat diperoleh dari penjualan logam dan abu insinerator yang telah dipulihkan dari kandungan logam berat dan zat-zat berbahaya lainnya. Abu insinerator yang telah pulih dapat dimanfaatkan sebagai material pelapis jalan atau pengisi beton. Tanigaki (2015) menyebutkan bahwa semakin tinggi biaya pengadaan tanah, maka semakin besar pula keuntungan yang diperoleh dari penjualan abu yang lebih tinggi. Sedangkan komplain terhadap polusi udara dari emisi gas-gas dan debu hasil pembakaran dapat disanggah dengan membandingkan polusi udara yang dihasilkan sistem lain yang menggunakan batubara atau bahan bakar lainnya untuk menghasilkan energi listrik dan uap panas.

Pendapat tentang pengelolaan sampah dengan pembakaran menggunakan insinerator adalah menguntungkan dalam kondisi pasar sebenarnya, namun data riil menunjukkan kegagalan. Hal tersebut disebabkan oleh ketidakstabilan pasar yang dapat mengurangi daya tarik ekonomi (OECD Competition Committee 2013, 2013).

Murphy and McKeogh (2004) sebelumnya juga telah mengatakan bahwa efisiensi pembakaran sampah massal sangat tergantung pada kemungkinan pemanfaatan panas yang dikombinasikan dengan listrik, namun terkadang sulit menemukan pasar untuk produk panas. Antonioli and Massarutto (2012) juga telah memberikan bukti empiris melalui analisa rinci tentang pasar *Refused Derived Fuel* (RDF) dalam 20 tahun terakhir di Italia, bahwa pasar RDF tersebut benar-benar tidak pernah berkembang. Beberapa transaksi terjadi secara bilateral, sementara itu sebagian besar produk RDF berakhir pada insinerator khusus.

Dari aspek ekonomi, Thorneloe (2007) mengisyaratkan bahwa biaya pengelolaan sampah dengan sistem penyebaran di lahan tempat pembuangan akhir sampah adalah lebih rendah dari pengelolaan sampah dengan insinerator. Kepadatan penduduk juga merupakan faktor yang menentukan. Pada daerah yang penduduknya rendah, maka persediaan lahan TPA sampah masih merupakan pilihan yang lebih baik (Barrett & Lawlor, 1997). Pengaturan dan pengelolaan dampak lingkungan dari lahan TPA sampah pasca penutupan juga bagian yang tidak dapat dipisahkan dari sistem pengelolaan TPA sampah yang bertanggungjawab (Scharff et al., 2013). Pada daerah yang padat penduduk, harga lahan terus meningkat cepat, maka untuk memperoleh lokasi lahan TPA sampah baru yang sesuai peraturan akan sulit dan bahkan bisa gagal (Massarutto, 2012).

Dari perspektif lingkungan, pembuangan sampah ke TPA sampah, baik menguburkan maupun membiarkan tanpa pengelolaan sebagaimana mestinya adalah kekeliruan serius, karena sebenarnya dalam sampah-sampah tersebut masih mengandung energi dan bahan yang masih dapat dimanfaatkan (Cobb & Ruckstuhl, 1988; William Hogland et al., 2004). Salah satu cara untuk mendapatkan kembali

bahan tersebut adalah dengan penggalian timbunan sampah. Kegiatan tersebut dikenal sebagai *Landfill Mining* (LFM), yaitu suatu proses untuk mengekstraksi bahan atau sumber daya alam padat lainnya dari bahan sampah yang sebelumnya telah dibuang dengan menguburnya dalam tanah (Krook et al., 2012).

Hogland (2002) sebelumnya juga telah menyebutkan bahwa *landfill mining* adalah suatu cara untuk memperoleh kembali sumber daya yang terkubur di lahan TPA sampah dan meminimalkan beban lingkungan yang diakibatkan oleh emisi di lahan TPA sampah. Oleh karena itu, *landfill mining* dapat memperpanjang umur layan, memperbaiki dan memulihkan kondisi lahan TPA sampah (Frändegård et al., 2013; Krook et al., 2012). Selain itu, *landfill mining* juga dapat mengurangi dan mengembalikan dampak buruk lingkungan yang mengancam kesehatan manusia dari pencemaran air lindi dan paparan gas-gas yang dihasilkan lahan TPA sampah (Fisher & Findlay, 1995).

Pada umumnya biaya kegiatan *landfill mining* lebih besar dari pada pendapatan, sehingga kegiatan *landfill mining* tidak layak dilaksanakan tanpa mandat dan tambahan dana dari pemerintah (Hull et al., 2005; Vossen, 2013). Bagi pemerintah daerah, masalah polusi lokal dan pemulihan lahan untuk strategi pembangunan perkotaan di kawasan berpenduduk padat memiliki arti yang lebih penting (Passel et al., 2013). *Landfill mining* bukan saja akan memulihkan lahan TPA sampah, namun secara tidak langsung juga akan dapat menambahkan ketersediaan lahan di perkotaan. Pertimbangan lainnya adalah nilai tanah biasanya melebihi nilai kandungannya (Zee et al., 2004).

Karakteristik sampah di negara maju pada umumnya adalah sampah an-organik dan kering, sehingga mudah dilakukan proses pembakaran, termasuk sampah yang

mengandung logam. Oleh karena itu pula literatur tentang *landfill mining* pada umumnya merupakan hasil review potensi dan kegiatan *landfill mining* yang fokus pada penambangan logam dari timbunan abu insinerator. Sedangkan sampah di negara-negara berkembang seperti Indonesia didominasi oleh sampah organik yang mencapai 70% (Fehr, 2006). Kondisi tersebut dikategorikan sebagai sampah basah dengan kandungan air mencapai 80%, sehingga pengelolaan sampah dengan proses pembakaran adalah tidak mungkin dapat dilakukan, namun secara alamiah seluruh material organik akan terurai menghasilkan gas metana, karbondioksida, air dan menyisakan material halus kehitaman menyerupai tanah, disebut kompos.

Oleh karena itu, tujuan utama penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif penambangan sampah yang unik yang berbeda dengan konsep *landfill mining* negara maju, yaitu *landfill mining* yang didominasi sampah organik. Hasil *landfill mining* dari penelitian ini juga unik dan berbeda, yaitu akan diperoleh massa material organik yang telah terurai yang berupa material halus menyerupai tanah, disebut *compost landfill mining*.

## 1.2 Rumusan Masalah

TPA sampah Gp Jawa Banda Aceh adalah salah satu TPA sampah yang telah melaksanakan sistem *sanitary landfill* sebagaimana amanat UU No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. Pada tahun 2017, sebanyak 184 ton/hari sampah kota Banda Aceh ditangani sangat baik dengan metode penimbunan, pemadatan dan penutupan harian untuk menghilangkan bau dan lalat (DLHK3 Banda Aceh, 2017b).

Permasalahan utama TPA sampah Gp Jawa adalah berada pada lokasi yang salah, yaitu berada dalam kawasan pusat sejarah Aceh, pusat kota, dekat pemukiman, padat penduduk, dataran rendah, rawa, tambak ikan produktif, dekat sungai, dan dekat

pantai, serta memiliki potensi pengembangan ekonomi melalui wisata pantai, wisata religi, wisata budaya, dan kuliner. Permasalahan tersebut semakin serius dengan terbitnya Qanun (Peraturan) Kota Banda Aceh Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Qanun Kota Banda Aceh Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Banda Aceh 2009 – 2029, Pasal 63 Ayat 12 yang menyebutkan bahwa kawasan peruntukan tempat pembuangan akhir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf k, adalah TPA Gampong Jawa (Pemerintah Kota Banda Aceh, 2018).

Terbitnya qanun tersebut telah melegalkan keberadaan dan keberlanjutan operasional TPA sampah Gp. Jawa, walaupun TPA sampah regional Blangbintang telah beroperasi sejak tahun 2016. Oleh karena itu, terbitnya qanun kota tersebut diyakini telah melanggar banyak Undang Undang dan regulasi/peraturan-peraturan, dan bahkan juga telah mengabaikan Undang Undang Dasar 1945, terutama Pasal 28H Ayat 1 bahwa setiap orang berhak mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, dan Pasal 32 Ayat 1 bahwa negara memajukan kebudayaan nasional Indonesia di tengah peradaban dunia, dengan menjamin kebebasan masyarakat dalam memelihara dan mengembangkan nilai-nilai budayanya (Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia, 2011).

Lokasi TPA sampah Gp Jawa berada dalam kawasan pusat sejarah Aceh masa lalu, maka lahan tersebut tidak selayaknya difungsikan lagi sebagai TPA sampah. Oleh karena itu, alangkah bijaknya pemerintah kota Banda Aceh mengkaji ulang dengan sungguh-sungguh akan keberadaan dan keberlangsungan TPA sampah Gp Jawa dan merencanakan perubahan kedua atas Qanun Kota Banda Aceh No. 4 Tahun 2009 dengan menghilangkan pasal yang menyebutkan Gp Jawa sebagai lokasi tempat pembuangan akhir. Kajian *landfill mining* di TPA sampah Gp Jawa diharapkan dapat

menjadi alternatif dan bermanfaat bagi pemerintah kota Banda Aceh dalam meminimalisasi dampak lingkungan dan memulihkan lahan TPA sampah pasca penutupan, sehingga lahan dapat dimanfaatkan kembali, atau juga dapat dimanfaatkan sebagai lahan rekreasi, ataupun lainnya (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Selain manfaat ekonomi dan pemulihan lingkungan, manfaat tidak langsung lainnya dari kegiatan *landfill mining* adalah dapat menghindari hambatan hukum, dampak lingkungan, penerimaan masyarakat, serta dapat menghindari pengeluaran biaya yang besar untuk pertanggungjawaban dan penutupan lahan (Zee et al., 2004). Oleh karena itu, *landfill mining* dapat diadopsi sebagai cara yang layak untuk pemulihan ekologis lahan TPA sampah pasca penutupan (Krook & Baas, 2013; Krook, 2010).

Beberapa literatur menyebutkan bahwa manfaat, biaya dan dampak lingkungan dari *landfill mining* sangat bergantung pada faktor usia lahan, karakteristik material, kedalaman timbunan sampah, tingkat dekomposisi sampah, kandungan bahan berbahaya, metode pengelolaan sampah, perkembangan ekonomi/sosial masyarakat setempat, kondisi iklim, kelembaban udara serta wilayah tempat pembuangan sampah berada (William Hogland, 2002; Krook et al., 2012; Rosendal, 2015; Zee et al., 2004). Oleh karena itu, untuk mengetahui potensi yang terkandung dari suatu lahan TPA sampah, maka analisa karakteristik material gali, baik analisa kuantitatif maupun kualitatif adalah sangat penting dilakukan (Burlakovs et al., 2016; Prechthai et al., 2008).

Sebelum Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah diberlakukan, TPA sampah di Indonesia beroperasi dengan sistem pembuangan terbuka dengan pengelolaan seadanya. Hampir semua jenis sampah dibuang di TPA

sampah, baik sampah rumah tangga, sampah beracun berbahaya rumah tangga (seperti baterai, desinfektan, wadah bekas insektisida, sampah elektronik, dan lain sebagainya), sampah proses industri, maupun sampah rumah sakit, sehingga hasil uji laboratorium akan menentukan manfaat dari *compost landfill mining* sebagai pupuk organik bagi tanaman atau penggunaan lain sebagai tanah penutup sampah di TPA sampah aktif (*biocover*). Tujuan terpenting dari penelitian ini adalah untuk menemukan waktu yang tepat dilakukan *landfill mining* berdasarkan umur timbunan sampah dan jumlah kompos yang diperoleh.

Berdasarkan paparan tersebut, penelitian ini akan mengkaji beberapa masalah sebagaimana disajikan dalam rumusan masalah berikut :

- 1). Bagaimana potensi penutupan TPA sampah Gp Jawa Banda Aceh, ditinjau dari aspek nilai sejarah, aspek regulasi/peraturan, dan aspek degradasi lingkungan?
- 2). Bagaimana analisis perkiraan massa timbunan sampah dan umur timbunan sampah terhadap jumlah *compost landfill mining* yang diperoleh?
- 3). Bagaimana potensi penerapan *landfill mining* di TPA sampah Gp Jawa berdasarkan sumber daya yang tersedia?
- 4). Bagaimana potensi pemanfaatan lahan TPA sampah Gp Jawa dan *compost landfill mining* pasca pemulihan menggunakan metode *landfill mining*?

### **1.3 Orisinitas Penelitian**

Tabel 1-1 menyajikan rangkuman beberapa penelitian terdahulu tentang pemanfaatan material sampah sebagai upaya eksploitasi nilai ekonomi sampah, baik pemilahan untuk bahan baku daur ulang, maupun pemanfaatan tumpukan sampah sebagai sumber energi baru terbarukan. Kedua cara pemanfaatan tersebut bertujuan

untuk meminimalisasi material sampah, sehingga dapat mengurangi beban TPA sampah dan kawasan sekitarnya.

Tabel 1-1 Daftar penelitian terdahulu berhubungan dengan pengelolaan sampah atau pemanfaatan material sampah di TPA sampah

No.	Peneliti, Tahun, Publikasi	Judul Penelitian	Ringkasan Pembahasan
1.	Burlakovs, J., dkk. 2016. Journal of Resources, Conservation and Recycling	Paradigms on landfill mining: From dump site scavenging to ecosystem services revitalization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menelaah masa depan kegiatan penambangan sampah atau <i>landfill mining</i> yang sangat tergantung pada sikap sosial, kebijakan lingkungan dan kebijakan energi.</li> <li>• Permintaan barang bekas sebagai bahan baku daur ulang sudah sangat tinggi saat ini, sehingga Paradigma mengumpulkan barang yang bernilai ekonomi di TPA sampah harus berubah menjadi kegiatan <i>landfill mining</i> yang berteknologi, hal ini juga untuk menghindari dampak negatif yang tersembunyi di TPA sampah terhadap kesehatan manusia (pengumpul barang bekas).</li> <li>• Kegiatan <i>landfill mining</i> berteknologi berpotensi besar mengurangi bahaya lingkungan yang negatif dan beragam.</li> </ul>
2.	Danthurebandara, M., 2015. Journal of Waste Management	Assessment of environmental and economic feasibility of Enhanced Landfill Mining	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Enhanced landfill mining (ELFM)</i> memberikan manfaat ramah lingkungan yang lebih besar dibandingkan dengan landfill yang tidak ada perlakuan.</li> <li>• Proyek ELFM bertujuan untuk meminimalkan beban lingkungan dan memaksimalkan keuntungan ekonomi.</li> <li>• Faktor teknologi, peraturan dan pasar memiliki dampak yang jelas terhadap kelayakan ekonomi ELFM.</li> <li>• Profil lingkungan dan ekonomi ELFM bervariasi antara satu kasus dengan kasus lainnya.</li> </ul>
3.	Frändegård, P., 2015 Journal of Waste Management	Integrating remediation and resource recovery: On the economic conditions of landfill mining	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis potensi ekonomi menggunakan simulasi <i>Monte Carlo</i> dengan mengintegrasikan perbaikan dan pemulihan material/sumberdaya pada proyek <i>landfill mining</i>.</li> <li>• Faktor penting yang mempengaruhi proyek <i>landfill mining</i> diantaranya komposisi material landfill, efisiensi teknologi pemisahan yang digunakan dan harga material laku yang dapat dijual.</li> </ul>

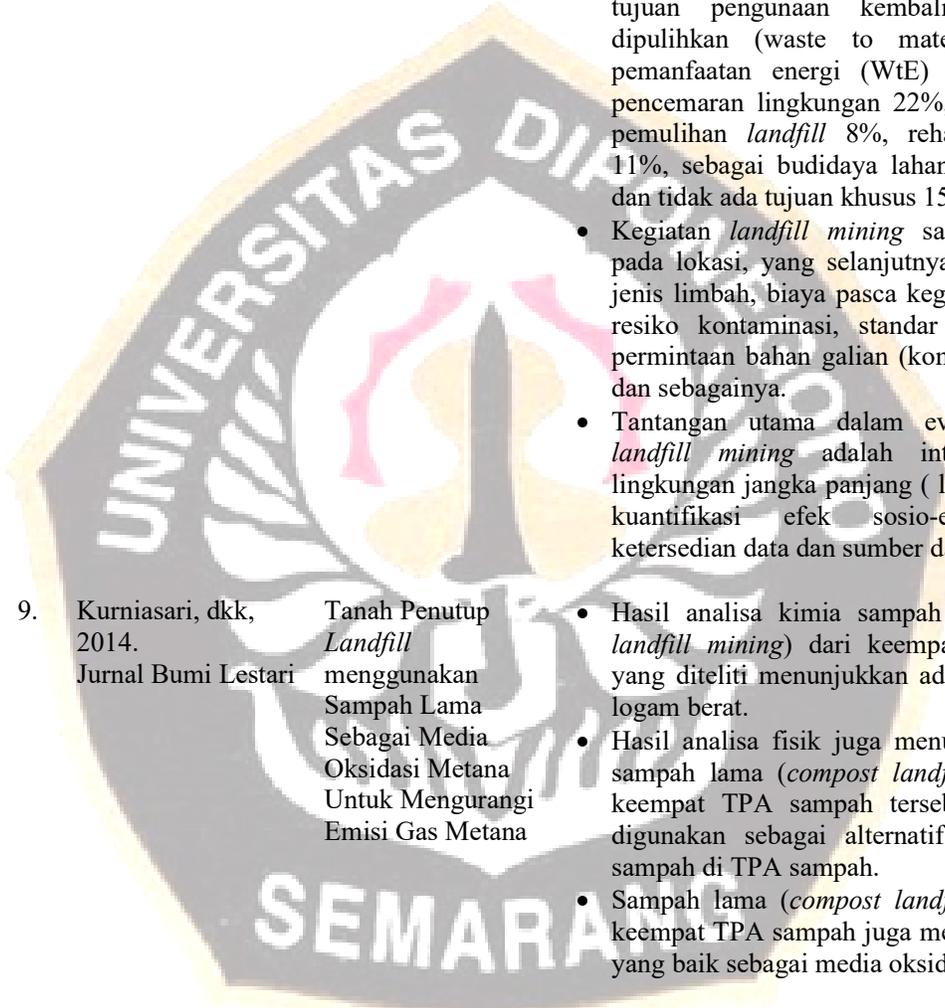
4. Wagner, T. P., & Raymond, T. 2015. *Journal of Waste Management* Landfill mining: Case study of a successful metals recovery project
- Faktor pajak hasil tambang dan pajak pengembalian barang tidak bernilai ke landfill juga merupakan faktor penting dan kendala serius, karena biaya tersebut dapat menghemat setengah dari total biaya proyek *landfill mining*.
  - Studi ini melaporkan bahwa sebuah perusahaan swasta ecomaine yang beroperasi pada pembuangan limbah dan daur ulang non-regional di bagian selatan negara bagian Maine USA. Ecomaine mengoperasikan pabrik pembakaran massal WtE sejak tahun 1998 dengan kapasitas 500 Mt MSW perhari. Volume limbah yang terbakar berkurang hingga 90% dan menjadi abu. Diperkirakan sebanyak 10,5% abu hasil pembakaran mengandung logam besi. Tahun 2004, perusahaan tersebut memasang magnet pasca bakar listrik yang pertama dan berhasil menurunkan konsentrasi logam besi dalam abu pembakaran sebesar 6%. Tahun 2012 dipasang teknologi magnet baru dan berhasil menyisakan logam besi dalam abu pembakaran hanya 0,5-1%.
  - Selanjutnya sebuah perusahaan swasta lain dengan menggunakan teknologi magnet modern dan teknologi magnetic frekwensi arus tinggi menambang logam besi dan non ferrous pada lokasi abu pembakaran WtE Ecomaine yang dikubur pada rentang waktu 1998-2004, dengan kapasitas pengolahan abu 450 Mt per hari. Dalam rentang waktu dari November 2011 sampai Maret 2015, perusahaan tersebut telah berhasil memperoleh logam besi dan logam non-ferrous lainnya sebanyak 34.352 Mt dan telah dijual ke pasar logam sekunder.
  - Logam besi yang dikumpulkan diantaranya kaleng baja, paku, bagian otomotif, pegas kasur dan silinder propana. Sedangkan logam non-ferrous yang dikumpulkan antara lain bagian pipa ledeng, akleng minum aluminium, perlengkapan perak, zorba (serat tembaga, kuningan, perak dan timah), peralatan makan stainless steel, peralatan dapur, lemari, meja dapur, motor listrik dan transformer kecil.
  - Manfaat ekonomi lainnya dari penambangan tersebut adalah menghemat volume timbunan abu Ecomaine, yang mana dalam setiap 27.350 Mt logam memerlukan volume 10.200 m<sup>3</sup> setara dengan 1 m<sup>3</sup> volume abu pembakaran untuk setiap 2,68 Mt logam dan 2,24 kali lebih

- besar kenaikan volume ruang untuk pembuangan sampah bervolume, seperti kaleng minuman, tangki dan saringan minyak.
- Kajian ini juga membuktikan bahwa pemulihan logam pasca timbunan (\$ 158 per Mt logam) lebih mahal dari pada pemulihan logam pasca bakar (\$ 0,19 per Mt logam yang dipulihkan).
5. Tanigaki, N., dkk. 2015. *Journal of Waste Management*
- A case-study of landfill minimization and material recovery via waste co-gasification in a new waste management scheme
- Mengevaluasi teknologi kogasifikasi limbah padat kota (MSW) dan teknologi gasifikasi baru, yaitu teknologi gasifikasi dan peleburan langsung (Direct Melting System/DMS).
  - Sesuai regulasi, abu pembakaran dari kogasifikasi lama tidak boleh didaur ulang karena mengandung logam berat beracun dan harus langsung dikuburkan dalam tanah.
  - Teknologi DMS telah dilengkapi dengan alat yang memproses langsung abu pembakaran menjadi terak dan logam yang berkualitas tinggi dengan sedikit kandungan logam berbahaya dan sesuai regulasi boleh didaur ulang atau dimanfaatkan, seperti untuk bahan campuran konstruksi atau material pelapis bawah jalan.
  - Hal tersebut menunjukkan bahwa teknologi DMS dapat meminimalkan jumlah bahan buangan akhir yang harus dikuburkan, sehingga juga meminimalkan penggunaan lahan penguburan abu sisa yang signifikan.
6. Massarutto, A., 2015. *Journal of Waste Management*
- Economic aspects of thermal treatment of solid waste in a sustainable WM system
- Kajian analisis komprehensif dari beberapa literatur dan survey tentang pemikiran ekonomi terhadap pembakaran limbah dengan insinerator, terutama mengenai analisis biaya keuangan, biaya eksternal dan isu regulasi ekonomi pasar limbah pembakaran.
  - Studi tentang besarnya biaya investasi untuk instalasi insinerator dan pendapatan serta jenis produk yang dijual (WtE) sangat jarang dipublikasikan, seperti nilai jual energi listrik, panas, logam dan abu hasil pembakaran (konsentrasi logam berat atau bahan berbahaya dan beracun lainnya rendah).
  - Eksternalitas yang disebabkan oleh insinerator pada dasarnya disebabkan oleh polusi udara dan abu pembakaran yang mengandung logam berat atau bahan berbahaya dan beracun lainnya.
  - Insinerasi memiliki konsekuensi penting terhadap emisi rumah kaca dan perubahan iklim, namun jika menggunakan bahan bakar

lain untuk menghasilkan listrik dan panas, seperti batubara, gas alam atau minyak bumi, maka emisi yang dihasilkan juga harus dihitung dan dibandingkan dengan konsep WtE sebagai bagian dari manfaat sosial.

- Masalah utama insinerasi adalah hanya pada beberapa dimensi eksternalitas yang dirasakan secara langsung, seperti lasekap, kebisingan dan bau. Sedangkan dimensi kesehatan manusia hanya merupakan keyakinan pribadi yang dipengaruhi oleh persepsi sosial terhadap emisi rumah kaca dan pemanasan global.
- Penilaian eksternalitas lain adalah penilaian yang disebabkan oleh teknik manajemen MSW yang bersaing, seperti penggunaan teknologi, metodologi, masalah dan regulasi yang berbeda.
- Meskipun dengan biaya yang lebih tinggi, insinerasi memberikan dampak lingkungan yang jauh lebih baik dari pada solusi berbasis lahan. Dengan biaya yang sama, perlakuan abu dan terak dapat memperbaiki kualitas lingkungan.
- Chang dan Davila (2007) mencapai kesimpulan yang sama, bahwa sistem pengelolaan limbah berbasis lahan (walaupun biaya lahan sangat rendah saat persediaan lahan) sangat rentan dengan permasalahan. Mereka merekomendasikan strategi terpadu yang mengkombinasikan pengolahan kompos, daur ulang materia dan WtE yang seimbang.

7. Beaven, R. P., dkk., 2014. *Journal of Waste management* A new economic instrument for financing accelerated landfill aftercare
- Penimbunan MSW akan menyebabkan polusi dalam waktu yang lama.
  - Kajian ini juga menelaah dan mengusulkan instrumen ekonomi untuk menyelesaikan pemulihan lahan pasca penutupan, diantaranya pengurangan pajak penghasilan atau pengurangan pajak barang untuk pemulihan limbah, yang diharapkan termotivasinya operator dan mendorong tindakan pemulihan, seperti resirkulasi air lindi, aerasi in situ, dan lain-lain.
8. Ortner, M. E., dkk., 2014. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* Landfill mining: objectives and assessment challenges
- *Landfill mining* didefinisikan sebagai proses pembongkaran *landfill* dengan tujuan untuk memulihkan limbah yang tidak diolah sebelumnya untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya, seperti sebagai bahan baku skunder atau bahan bakar berbasis bahan bakar pengganti (*refused derived fuel/RDF*).

- 
- Penggunaan kembali bahan (daur ulang bahan) galian selalu menjadi tujuan utama kegiatan *landfill mining*, mulai dari penambangan kompos hingga pemisahan logam.
  - Tujuan lainnya adalah sebagai pemulihan lingkungan, pemulihan volume *landfill*, rehabilitasi atau penggunaan ulang *landfill*.
  - Pengelompokan tujuan kegiatan *landfill mining* dari 60 proyek yang diteliti menggambarkan tujuan penggunaan kembali bahan yang dipulihkan (waste to material/WtM) dan pemanfaatan energi (WtE) sebanyak 20%, pencemaran lingkungan 22%, ekonomi 16%, pemulihan *landfill* 8%, rehabilitasi *landfill* 11%, sebagai budidaya lahan/hutan kota 7% dan tidak ada tujuan khusus 15%.
  - Kegiatan *landfill mining* sangat tergantung pada lokasi, yang selanjutnya mempengaruhi jenis limbah, biaya pasca kegiatan/penutupan, resiko kontaminasi, standar teknis *landfill*, permintaan bahan galian (kompos, abu inert), dan sebagainya.
  - Tantangan utama dalam evaluasi kegiatan *landfill mining* adalah integrasi dampak lingkungan jangka panjang ( lebih 100 tahun), kuantifikasi efek sosio-ekonomi serta ketersediaan data dan sumber data.
9. Kurniasari, dkk, 2014. *Jurnal Bumi Lestari* Tanah Penutup *Landfill* menggunakan Sampah Lama Sebagai Media Oksidasi Metana Untuk Mengurangi Emisi Gas Metana
- Hasil analisa kimia sampah lama (*compost landfill mining*) dari keempat TPA sampah yang diteliti menunjukkan adanya kandungan logam berat.
  - Hasil analisa fisik juga menunjukkan bahwa sampah lama (*compost landfill mining*) dari keempat TPA sampah tersebut adalah baik digunakan sebagai alternatif tanah penutup sampah di TPA sampah.
  - Sampah lama (*compost landfill mining*) dari keempat TPA sampah juga menunjukkan hasil yang baik sebagai media oksidasi metana.
10. Silas, J., dkk., 2014. Simposium Nasional RAPI XIII, UMS, Surabaya Revitalisasi Eks TPA Keputih Menjadi Taman Kota Untuk Mendukung Surabaya Menuju *Eco-City*
- Menganalisa kelayakan pemanfaatan TPA sampah Keputih Surabaya sebagai taman kota dari sisi regulasi, tata ruang, kondisi lahan, kondisi lingkungan sekitar, serta kondisi sosial dan budaya masyarakat sekitar.
  - Penataan taman harus berorientasi masyarakat cerdas, yang bukan saja lebih mengutamakan faktor keindahan dan kesejukan, akan tetapi taman juga harus memberikan ruang bagi setiap pengunjung untuk bisa mengaktualisasikan

- dirinya masing-masing tanpa mengganggu tatanan taman.
- Prinsip penataan harus cerdas, manusiawi, meningkatkan kualitas lingkungan serta harus mampu mendukung visi kota Surabaya menuju kota ekologis (*eco-city*).
11. Jones, P. T., dkk., 2013. *Journal of Cleaner Production*
- Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review
- Kajian ini membahas kesenjangan kegiatan *landfill mining* masa lalu yang tidak fokus pada pemulihan sumber daya, dengan memperkenalkan konsep pertambangan *landfill* yang disempurnakan (ELFM).
  - ELFM didefinisikan sebagai pengkondisian, penggalian dan integrasi aliran material yang aman bersertifikat, baik aliran material maupun energi, dengan menggunakan transformasi yang inovatif, menghormati kriteria sosial dan ekologi yang ketat.
  - Penilaian dampak lingkungan dari ELFM harus diperluas dalam lingkup (*scope*) dan waktu.
  - Potensi ELFM juga disoroti dalam hal kenaikan iklim, namun bagi ELFM untuk mencapai potensi penuh diperlukan keputusan terhadap kebijakan strategis dan sistem pendukung yang disesuaikan, termasuk insentif gabungan untuk daur ulang material, pemanfaatan energi, penciptaan lapangan kerja dan restorasi alam.
12. Quaghebur, M., dkk., 2013. *Journal of Cleaner Production*
- Characterization of landfilled materials: screening of the enhanced landfill mining potential
- Salah satu tantangan dari teknologi pertambangan *landfill* yang disempurnakan adalah pengembangan pabrik pemisah yang memungkinkan perolehan kembali sumber daya secara maksimal.
  - Lahan yang berbeda memiliki potensi yang berbeda.
  - Faktor-faktor seperti umur lahan, jenis lahan, meteorologi, kondisi hidrologi dan wilayah/negara akan berdampak pada potensi bahan (jenis bahan) yang tersimpan dalam lahan.
  - Hasil kajian juga menunjukkan bahwa tidak ada indikasi nilai kalori dari limbah plastik dipengaruhi oleh degradasi plastik selama penyimpanan.
  - Karena telah ada regulasi yang ketat, maka lapisan tanah terakhir yang diisi MSW pada rentang waktu 1995-2000, fraksi halus nya bisa langsung digunakan sebagai pupuk tanah atau kompos tanpa perlakuan lebih lanjut karena konsentrasi logam dalam fraksi tersebut berada di bawah nilai batas.

13. Frändegård, P., dkk., 2013. Journal of Cleaner Production

A novel approach for environmental evaluation of landfill mining

- Sedangkan untuk lapisan awal/lebih tua, konsentrasi logamnya melebihi nilai batas kompos, sehingga diperlukan pemurnian terlebih dahulu jika dipergunakan untuk kompos.
- Untuk material berbahan plastik, kertas/kardus, kayu dan tekstil merupakan material yang dapat didaur ulang, namun dalam kasus ini, material-material tersebut masih sangat kotor, sehingga tidak memungkinkan menghasilkan produk yang berkualitas baik. Oleh karena itu, material-material tersebut lebih baik sebagai bahan baku energi (WtE).
- Sedangkan untuk logam, kaca, keramik, batu dan iner lainnya, masih memungkinkan sebagai bahan baku daur ulang, jika material-material tersebut dipisahkan dan dibersihkan secara memadai.
- Penambangan landfill dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun setiap keputusan tentang cara yang diambil tetap memiliki konsekuensi terhadap lingkungan, sehingga tetap menimbulkan ketidakpastian.
- Secara luas, ketidakpastian tersebut dibagi menjadi dua jenis, yaitu ketidakpastian skenario dan ketidakpastian parameter.
- Ketidakpastian skenario terdiri dari ketidakpastian yang diperkenalkan dengan asumsi dan pilihan yang berbeda untuk membangun skenario yang berbeda yang sangat bergantung pada wilayah/negara tempat penambangan *landfill* yang akan dilakukan.
- Sedangkan ketidakpastian parameter terkait dengan bagaimana proses individual dapat bervariasi, karena parameter tersebut berhubungan dengan nilai sebenarnya, misalnya banyaknya bahan tertentu dalam bahan galian atau berapa banyak bahan tertentu tersebut dapat dipisahkan atau berapa jarak antara *landfill* dan fasilitas pemisah (semuanya dapat bervariasi).
- Untuk menganalisis ketidakpastian, maka harus dikumpulkan data yang kredibel mengenai jenis lahan, umur lahan, luas lahan, komposisi material yang terkandung dan teknologi pemisah/pemurnian serta model transportasi yang akan digunakan.

14. Mahmudin, I., dan Trihadiningrum, Y., 2013. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIX, Program Studi MMT-ITS, Surabaya. Potensi Ekonomi Timbunan Sampah di TPA Ngipik Kabupaten Gresik
- Mengkaji komposisi material yang terkandung di TPA sampah.
  - Mengkaji nilai ekonomi material yang terkandung di TPA sampah berdasarkan volume dan harga masing-masing komponen..
  - 97,5% sampah tertimbun dapat dimanfaatkan sebagai produk daur ulang, yang mana sebanyak 41,40% sebagai bahan baku kompos, 52,2% sebagai bahan baku *refused derived fuels*.
15. Wahyono, S., 2011. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Pengolahan sampah organik dan aspek sanitasi
- Menelaah teknologi pengolahan sampah organik, diantaranya *sanitary landfill*, incinerasi, teknologi pengomposan, briket, biogas dan makanan ternak.
  - Pemilihan teknologi harus bersifat tepat guna, sederhana, mudah dioperasikan dan produk bernilai komersial.
16. Himawanto, D. A., 2010. *Jurnal Teknik Industri* Pengolahan Sampah Kota Terseleksi Menjadi *Refused Derived Fuel* Sebagai Bahan Bakar Padat Alternatif
- Potensi limbah padat kota sebagai bahan baku *refused derived fuel* (RDF) melalui proses termokimia (*pyrolysis*) dan menghasilkan briket/*char*.
  - Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *pyrolysis* memberikan dampak terhadap peningkatan nilai sampel pemanasan, dan juga menunjukkan bahwa hasil proses *pyrolysis* memberikan suhu pengapian lebih rendah dari briket *char* yang menggunakan proses pembakaran.
  - *Briket char* hasil *pyrolysis* lebih mudah terbakar dan lebih awet dalam pembakaran.
17. Handono Mulyo, 2010. Thesis - IPB Model Pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Secara Berkelanjutan di TPA Cipayung Kota Depok – Jawa Barat
- Menganalisa strategi kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan TPA Cipayung.
  - Mendesain alternatif kebijakan pengelolaan TPA Cipayung dengan analisis AHP.
  - Menganalisis simulasi model sistem dinamik menggunakan software *stella* versi 8.
18. Suprihatin, N. S. I., & Romli, M., 2008. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Melalui Pengomposan Sampah
- Komposisi sampah organik di Jabotabek tergolong tinggi, mencapai 60-65%.
  - Pada proses penguraian sampah organik yang berlangsung secara aerobik maka tidak akan menghasilkan gas metana, bahkan akan menghasilkan kompos sebagai produk yang stabil dan ramah lingkungan.

- Dari 1,9 ton sampah dapat dihasilkan 1 ton kompos.
  - Dalam setiap satu ton kompos, dapat menghindari emisi gas metana sebesar 0,21-0,29 ton, yang setara dengan 5-7 ton gas karbondioksida.
19. Indrarto, A.M., 2007. Disertasi - UNS
- Pengaruh Kematangan Sampah Terhadap Produksi Gas Metana di TPA Putri Cempo Mojosongo
- Emisi gas metana dipengaruhi oleh kematangan dan pH sampah.
  - Suhu sampah dipengaruhi oleh kematangan dan ketebalan sampah.
- 

Dari Tabel 1-1 dapat dirangkumkan bahwa sebagian besar kajian berupa telaah dari beberapa literatur yang membahas tentang potensi penambangan sampah di eks TPA sampah (*landfill mining/LFM*) atau pun penyempurnaan teknik/teknologi penambangan (*enhanced landfill mining/ELFM*). *Landfill mining* di negara-negara maju umumnya dilakukan pada timbunan abu hasil pembakaran sampah untuk menghasilkan energi listrik. Timbunan abu mengandung logam besi dan logam non-ferrous lainnya, karena sampah yang mengandung logam besi dan logam non-ferrous ikut dibakar bersama sampah lainnya. Sumber sampah pun beragam, baik sampah domestik, sampah proses industri maupun sampah produk industri. Abu hasil pembakaran berpotensi mengandung logam besi dan logam non-ferrous lainnya. Abu tersebut pun berpotensi mengandung logam berat atau bahan berbahaya dan beracun, sehingga pada beberapa negara yang sangat ketat peraturan tentang limbah sangat melarang abu hasil insinerasi untuk diproses dan dimanfaatkan untuk kepentingan lain. Abu tersebut harus dikubur dan ditutupi dengan tanah atau bahan kedap air lainnya.

Potensi pasar terhadap logam besi dan logam non-ferrous untuk bahan baku daur ulang sangat besar dan demikian pula kandungan logam besi dan logam non-ferrous

lainnya yang terkandung dalam timbunan abu hasil insinerasi juga sangat besar. Potensi tersebut telah menarik para ahli untuk mengkaji, menganalisis dan mengembangkan teknologi *landfill mining* untuk pemisahan logam besi dan logam non-ferrous lainnya dalam timbunan abu hasil insinerasi. Kajian tersebut juga berdasarkan nilai ekonomis, dampak terhadap lingkungan, dampak sosial, dan sebagainya.

Burlakovs (2016) menyerukan perubahan paradigma dari kegiatan pengumpulan barang bekas secara manual di TPA sampah dengan penambangan yang menggunakan teknologi untuk memperoleh material-material yang bernilai ekonomi. Perubahan paradigma tersebut atas pertimbangan potensi gangguan kesehatan terhadap pengumpul, dapat memperbaiki kualitas lingkungan dan juga adanya permintaan pasar terhadap bahan daur ulang yang tinggi.

Beaven (2014), Frändegård (2013) dan Massarutto (2015) juga telah melakukan kajian literatur tentang kelayakan ekonomi dan lingkungan. Frändegård memfokuskan kajian mengenai ketidakpastian tentang cara yang diambil untuk memutuskan penambangan landfill, karena setiap cara tetap memiliki konsekuensi terhadap lingkungan. Untuk menganalisis ketidakpastian tersebut, maka harus dikumpulkan data yang kredibel mengenai jenis lahan, umur lahan, luas lahan, komposisi material yang terkandung dan teknologi pemisah/pemurnian serta model transportasi yang akan digunakan. Beaven fokus kepada keterlibatan instrumen ekonomi, seperti pajak penghasilan atau pajak pengadaan barang/teknologi, untuk memotivasi dan mendorong operator limbah bertindak untuk pemulihan lingkungan, seperti resirkulasi air lindi, aerasi, dan lain sebagainya. Sedangkan Massaruto menekankan kajian pada

biaya eksternalitas dan isu regulasi ekonomi pasar limbah (seperti abu dan logam hasil *landfill mining*).

Sekain daripada itu, Ortner (2014) melakukan survey terhadap 60 proyek *landfill mining* untuk mengetahui tujuan utama proyek. Hasil survey menggambarkan bahwa hanya 20% dari 60 proyek *landfill mining* yang bertujuan untuk pemulihan material dan pemanfaatan energi, 22% untuk pencemaran lingkungan, 16% untuk ekonomi, 8% untuk pemulihan TPA, 11% untuk rehabilitasi TPA, 7% untuk budidaya lahan/hutan kota dan 15% tidak ada tujuan khusus.

Danthurebandara (2015), Frändegård (2015), Jones (2013), dan Quaghebeur (2013) menelaah tentang penyempurnaan teknik/teknologi penambangan (*enhanced landfill mining/ELFM*) untuk memperoleh hasil yang lebih baik, efisien dan ekonomis. Quaghebeur mengemukakan bahwa salah satu tantangan dari teknologi pertambangan landfill yang disempurnakan adalah pengembangan pabrik pemisah yang memungkinkan perolehan kembali sumber daya secara maksimal. Jones melaporkan bahwa potensi ELFM disoroti dalam hal kenaikan iklim, namun bagi ELFM untuk mencapai potensi penuh diperlukan keputusan terhadap kebijakan strategis dan sistem pendukung yang disesuaikan, termasuk insentif gabungan untuk daur ulang material, pemanfaatan energi, penciptaan lapangan kerja dan restorasi alam. Sedangkan Danthurebandara menyoroti bahwa kelayakan ekonomi ELFM sangat tergantung pada faktor teknologi, peraturan dan pasar. Selanjutnya Frändegård menambahkan bahwa keuntungan proyek *landfill mining* sangat tergantung pada komposisi material di TPA sampah, efisiensi teknologi yang digunakan, harga material di pasar dan pajak (baik pajak penghasilan barang tambang maupun pajak pengembalian residu ke TPA sampah).

Wagner and Raymond (2015) melaporkan kajian pada penambangan abu hasil pembakaran insinerator yang mengandung 10,5% material logam besi dan logam non-ferrous lainnya. Dalam rentang waktu November 2011 – Maret 2015 telah berhasil diperoleh 34.352 Mt logam besi dan logam non-ferrous lainnya, dan juga telah dijual kepasar logam sekunder.

Karena regulasi ketat beberapa negara yang tidak mengizinkan pemrosesan lebih lanjut abu pembakaran insinerator yang dikhawatirkan mengandung logam berat atau bahan berbahaya dan beracun, maka Tanigaki (2015) melakukan kajian untuk mengevaluasi teknologi gasifikasi lama dengan teknologi gasifikasi baru yang dilengkapi dengan alat peleburan langsung (*Direct Melting System/DMS*). Tanigaki menyarankan agar abu hasil gasifikasi/insinerasi langsung diproses untuk memisahkan logam yang lebur dalam abu, sehingga abu tersebut dapat dimanfaatkan untuk campuran beton atau bahan pelapis jalan, karena sudah tidak mengandung bahan berbahaya lagi. Proses tersebut menyebabkan tidak ada material sampah yang harus dikuburkan dalam tanah, termasuk abu hasil pembakaran (konsep *zero waste*).

Semua kajian yang diuraikan di atas adalah kajian *landfill mining* terhadap abu hasil pembakaran insinerator di negara-negara maju. Hal tersebut karena sebagian besar sampah di negara maju adalah sampah an-organik dan kering. Kenyataan tersebut berbanding terbalik dengan kondisi persampahan di Indonesia, yang komposisi utamanya adalah sampah organik. Dampak dari tingginya komponen organik dalam sampah di Indonesia, maka banyak penelitian yang mengkaji efek, pemanfaatan dan dampak terbentuknya gas methana (Indarto, 2007; Suprihatin et al., 2008).

Sebelum Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah disahkan, pengelolaan sampah di Indonesia masih seadanya dan TPA sampah masih menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*). Prihatin akan kondisi yang demikian, beberapa peneliti mencoba mengkaji sistem pengelolaan sampah, diantaranya kajian dilakukan oleh Handono (2010).

Kekhawatiran akan semakin meningkatnya jumlah sampah serta rendahnya kesadaran masyarakat dan swasta melakukan upaya daur ulang dan penggunaan kembali barang-barang, juga telah memotivasi para peneliti untuk mengkaji potensi material yang terkandung dalam tumpukan sampah di TPA sampah, diantaranya Suprihatin (2008) yang mengkaji dampak pengomposan terhadap pengurangan sampah. Himawanto (2010) fokus terhadap potensi limbah padat kota sebagai bahan baku *refused derived fuel* (RDF) melalui proses termokimia (*pyrolysis*) dan menghasilkan briket/*char*. Selanjutnya Wahyono (2012) menelaah teknologi pengolahan sampah organik, diantaranya *sanitary landfill*, insinerasi, teknologi pengomposan, briket, biogas dan makanan ternak.

Dampak lain dari timbunan sampah organik dalam waktu lama adalah terurainya sampah-sampah tersebut menjadi material halus menyerupai tanah, disebut *kompos*. Mahmudin and Trihadiningrum (2013) melaporkan potensi material yang terkandung di eks TPA sampah, yang mana sebanyak 41,40% dari total timbunan sampah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos, 52,2% sebagai bahan baku *refused derived fuels*, sedangkan sisanya sebagai residu. Jika kompos dari TPA sampah tersebut mengandung logam berat atau bahan beracun dan berbahaya, maka kompos tersebut tidak dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, namun dapat dimanfaatkan sebagai material penutup sampah, disebut *biocover* (Kurniasari et al., 2014; Silas et al., 2014).

Dari paparan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa orisinalitas penelitian ini adalah konsep *landfill mining* yang berbeda seperti di negara maju, yaitu *landfill mining* di TPA sampah yang didominasi sampah organik dengan kandungan air yang tinggi. Hasil *landfill mining* dari penelitian ini juga berbeda, yaitu akan diperoleh massa material organik yang telah terurai yang berupa material halus menyerupai tanah, disebut *compost landfill mining*.

Walaupun Mahmudin and Trihadiningrum (2013) telah melaporkan bahwa sejumlah kompos dapat diperoleh dari timbunan sampah, namun penelitian tersebut hanya fokus pada potensi ekonomi yang terkandung dalam timbunan sampah tersebut. Hal yang sama juga telah dilaporkan oleh Kurniasari (2014) bahwa *compost landfill mining* dapat digunakan sebagai tanah penutup sampah di TPA sampah. Kedua penelitian tersebut tidak meneliti pengaruh umur timbunan sampah terhadap kuantitas dan kualitas *compost landfill mining* yang diperoleh. Sedangkan penelitian ini menitikberatkan pada mengkaji pengaruh umur timbunan sampah terhadap jumlah *compost landfill mining* yang diperoleh, serta analisa potensi *landfill mining* untuk pemulihan TPA sampah berdasarkan sumber daya yang tersedia.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan umum dan tujuan khusus penelitian sebagai berikut:

##### **1.4.1 Tujuan Umum**

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menemukan waktu yang tepat dilakukan *landfill mining* berdasarkan umur timbunan sampah dan jumlah kompos

yang diperoleh, dan juga untuk mendapatkan karakteristik fisika, kimia dan biologi *compost landfill mining* TPA sampah Gp Jawa Banda Aceh.

#### 1.4.2 Tujuan Khusus

Agar tujuan umum dapat tercapai, maka ada beberapa tujuan khusus yang direncanakan, diantaranya :

- 1). Mengkaji potensi penutupan TPA sampah Gp Jawa, ditinjau dari aspek nilai sejarah, aspek regulasi/peraturan, dan aspek degradasi lingkungan.
- 2). Menganalisa perkiraan jumlah massa timbunan sampah dan umur timbunan sampah terhadap jumlah *compost landfill mining* yang diperoleh.
- 3). Mengkaji potensi penerapan *landfill mining* di TPA sampah Gp Jawa berdasarkan sumber daya yang tersedia.
- 4). Menganalisa potensi pemanfaatan lahan TPA sampah Gp Jawa pasca pemulihan dan potensi pemanfaatan *compost landfill mining* yang diperoleh.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Temuan-temuan yang dihasilkan dalam penelitian ini, diharapkan :

1. Dapat memberikan kontribusi keilmuan dan menambah khasanah intelektual bidang Ilmu Lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan pemulihan lahan TPA sampah dan dampaknya terhadap perbaikan kualitas lingkungan, kesehatan masyarakat, sosial, budaya, estetika dan pengembalian nilai ekonomis kawasan sekitarnya.
2. Dapat menjadi masukan/pertimbangan masyarakat dan pemerintah terhadap dampak keberadaan TPA sampah dalam kawasan pemukiman, terutama

degradasi lingkungan, kesehatan masyarakat, sosial, budaya, estetika dan ekonomi kawasan sekitarnya.

3. Dapat menjadi masukan dan bahan pertimbangan bagi pemerintah terhadap potensi *landfill mining* untuk pemulihan dan pemanfaatan lahan TPA sampah dalam kota.

