

PEMANFAATAN SAMPAH DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) JATIBARANG SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN

Sri Subekti, Adi Sasmito, Bobby Rahman

Universitas Pandanaran

Universitas Islam Sultan Agung

Email: bekti@unpand.ac.id, sasmito308@gmail.com, bobyrahman@unissula.ac.id

Abstrak

Bertambahnya penduduk menyebabkan peningkatan volume sampah setiap tahunnya, mengakibatkan bertambah luas tempat penampungan sampah di TPA. Metode penelitian dengan mengumpulkan data sekunder, studi literatur agar terpenuhi kajian terhadap konsep dalam pemanfaatan sampah menjadi tenaga listrik. Pengelolaan sampah yang berkelanjutan merupakan bentuk tanggung jawab atas konsumsi dan produksi yang dilakukan (SDG's 12). Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak pada ekosistem laut (SDG's 14) Sampah yang tidak dikelola memberikan pengaruh negatif pada ekosistem darat dan tidak dapat di urai di tanah sehingga banyak sampah terutama plastik yang menyumbat saluran air maupun sungai, dapat tertelan oleh hewan (SDG's 15). Pemilahan sampah organik dan anorganik merupakan suatu tahapan sehingga tidak menghambat proses dekomposisi anaerob. Inovasi yang dapat diterapkan adalah dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) dengan memanfaatkan sampah organik sebagai upaya mengurangi emisi gas karbon di lingkungan, perlunya kajian tentang inovasi pengolahan sampah menjadi energi listrik (PSEL) sebagai alternatif pengelolaan sampah.

Kata kunci: Pemanfaatan, sampah, sumber energi baru

Pendahuluan

Sebagai Pertambahan jumlah penduduk pada suatu wilayah diikuti juga dengan peningkatan pertumbuhan tingkat ekonomi, meningkatnya sarana permukiman serta adanya berbagai aktivitas kegiatan sosial masyarakat mengakibatkan penambahan volume sampah setiap harinya. Bertambahnya volume jumlah sampah setiap hari yang dihasilkan mengakibatkan kebutuhan luas lahan sebagai tempat penampungan sampah pada setiap Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Kondisi seperti ini mengakibatkan bertambahnya timbunan sampah yang mengggunung di tempat penampungan sampah sementara. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bahwa volume sampah terbesar pertama yaitu sebesar 37,3% sampah berasal dari kegiatan rumah tangga, kemudian terbesar kedua bersumber dari sampah pasar tradisional sejumlah 16,4%, diikuti sumber sampah dari kawasan sejumlah 15,9% dan sampah lainnya sebanyak 14,6%.

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2021) bahwa Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah terbesar di dunia sedangkan penghasil sampah terbesar berasal dari masyarakat perkotaan. Kondisi tersebut terjadi dikarenakan adanya proses perpindahan penduduk dari desa ke kota atau urbanisasi sehingga mengakibatkan meningkatnya aktivitas masyarakat perkotaan. Sementara itu jika dilihat dari jenis sampah yang dihasilkan bahwa mayoritas berasal dari sampah sisa makanan, sayuran, buah dan plastik. Berbagai kondisi tersebut di atas merupakan komposisi sampah di Indonesia berdasarkan jenis sampah.

Sarana dan prasarana persampahan yang terbatas dapat menimbulkan permasalahan yang semakin kompleks, ditambah masih kurangnya kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah dan banyak dijumpai timbunan sampah di jalan, saluran selokan, sungai dan pada lahan terbuka. Sumber sampah biasanya diperoleh dari sisa sampah rumah tangga, sampah pertanian, sampah dari pasar, sampah perkantoran, sampah rumah sakit, sampah sekolah, sampah industri, sampah konstruksi bangunan gedung, sampah peternakan dan sampah perikanan. Dengan meningkatnya kemajuan suatu daerah, jumlah laju produksi sampah sering kali tidak sebanding dengan proses penanggulangannya sehingga perlu dipikirkan untuk menyelesaikan masalah persampahan. Kondisi ini memberikan pengaruh terhadap berbagai sektor yang berhubungan dengan pemenuhan kebutuhan penduduk, salah satunya adalah penyediaan infrastruktur perkotaan termasuk sarana dan prasarana persampahan.

Menurut Undang Undang Nomor 18 Tahun 2018 bahwa pengelolaan sampah mempunyai tujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Hal tersebut perlu dilakukan karena paling lama sesudah lima tahun, sudah tidak diperkenankan lagi pengelolaan TPA sampah dengan proses pembuangan terbuka. Dari peraturan di atas perlunya penerapan pengurangan dan pemanfaatan sampah melalui program 3R yaitu reduce (merubah pola hidup konsumtif), reuse (menggunakan kembali bahan-bahan yang potensial menjadi sampah dan bahan refill) dan recycle (mendaur ulang melalui pembuatan kompos, daur ulang, waste to energy dan lain-lain). Adanya tuntutan bahwa permukiman yang bersih dan sehat dan target akses universal (100% akses untuk sektor persampahan se-Indonesia) yang harus harus dicapai pada akhir tahun 2019, di mana hal ini berdampak pada kebutuhan pelayanan persampahan. Hal tersebut diperkuat dengan Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah Menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.

Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder dan studi literatur dengan harapan terpenuhi kajian terhadap konsep dalam pemanfaatan sampah menjadi tenaga listrik.

Hasil dan Pembahasan

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang merupakan tempat Pemrosesan akhir sampah yang menampung dan menangani sampah Kota Semarang, berlokasi di Jalan Untung Suropati, Kelurahan Kedungpane, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. TPA

Jatibarang mulai didirikan dan beroperasi pada tahun 1991. TPA Jatibarang menerima buangan sampah tidak hanya dari pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, tetapi juga buangan sampah yang diangkut secara mandiri oleh swasta (perusahaan dan/atau industri) dan perorangan dengan mengenakan retribusi. TPA Jatibarang dirancang dengan tujuan untuk dikelola sesuai dengan sistem lahan urug (*sanitary landfill*). Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 menjelaskan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Kemudian pada pasal 2 ayat 1 UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menyatakan bahwa sampah yang dikelola berdasarkan Undang-Undang ini terdiri dari sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga dan sampah spesifik. Dalam SNI 19-2454-2002 yang dimaksud dengan sampah adalah limbah bersifat padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik di mana dianggap sudah tidak berguna dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.

Menurut Damanhuri dan Padmi (2016) pengertian limbah adalah bahan terbuang yang berasal dari proses produksi atau dari pemakaian barang-barang yang di konsumsi. Menurut Juli Slamet Soemirat (2004), sampah adalah segala sesuatu yang tidak lagi dikehendaki dan bersifat padat. Menurut Kodoatie (2005) sampah adalah limbah atau buangan yang bersifat padat, setengah padat yang merupakan hasil sampingan dari kegiatan perkotaan atau siklus kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan.

Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2014 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Sampah di Jawa Tengah, Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah plastik di Indonesia sangatlah banyak jika dibandingkan dengan negara kawasan Asia Tenggara lainnya. Bahkan, pada tahun 2016 sebuah penelitian yang dilakukan oleh *University of Georgia* menghasilkan daftar penyumbang sampah terbesar di lautan. Di mana Indonesia menduduki peringkat kedua di bawah Cina. Beberapa faktor yang melatarbelakangi adalah karena padatnya jumlah penduduk serta pengelolaan sampah yang kurang baik (Alamendah, 2016).

Pengolahan sampah merupakan bagian dari penanganan sampah dan menurut UU No. 18 Tahun 2008 di definisikan sebagai proses perubahan bentuk sampah dengan mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah. Pengolahan sampah merupakan kegiatan yang dimaksudkan untuk mengurangi jumlah sampah, di samping memanfaatkan nilai yang masih terkandung dalam sampah itu sendiri (bahan daur ulang, produk lain dan energi) (Damanhuri dan Padmi, 2008; Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah 2, 2010). Hal ini ditegaskan dalam Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 bahwa dalam pengolahan sampah, selain melalui pemadatan, komposting serta daur ulang dapat melalui daur ulang energi. Pengolahan sampah meliputi proses transformasi fisik berupa pemisahan komponen sampah dan pemadatan untuk mempermudah penyimpanan dan pengangkutan, serta transformasi sampah baik secara kimia maupun biologi (Setiadi, 2015).

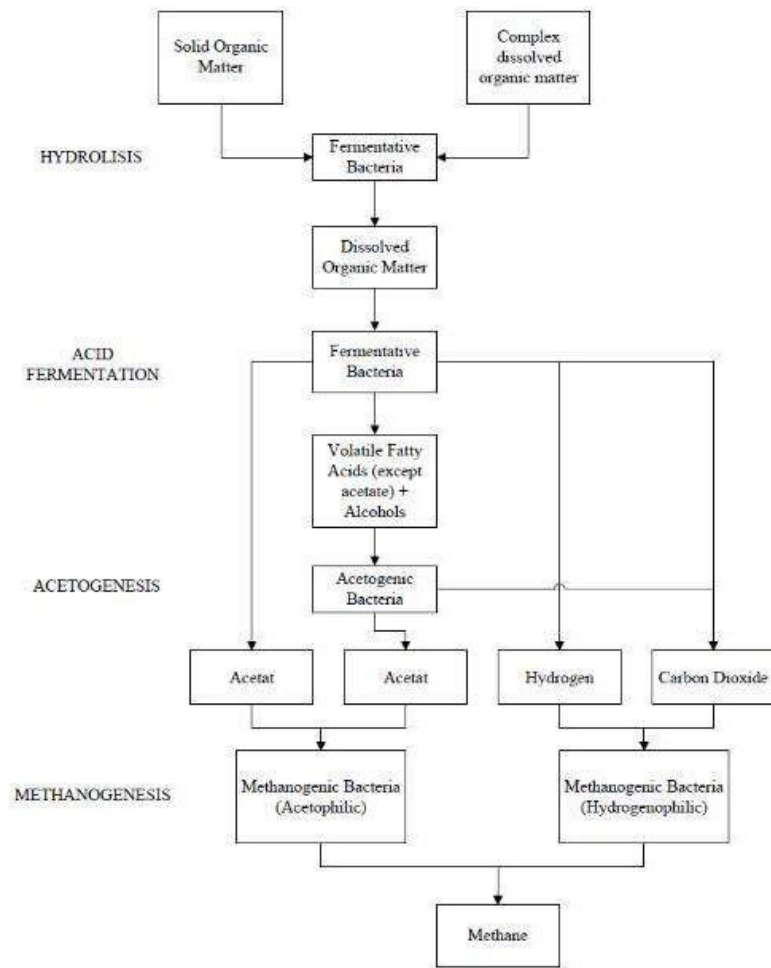
Pengelolaan sampah yang berkelanjutan merupakan salah satu bentuk tanggung jawab atas konsumsi dan produksi yang dilakukan (SDG's 12). Konsumsi yang berlebihan tanpa adanya penerapan pengurangan dan pemanfaatan sampah serta tanpa adanya teknologi pengolahan sampah akan mengakibatkan luasan pembuangan sampah menyempit dan akan banyak pantai yang dipenuhi oleh buangan bahan dan zat berbahaya serta berbagai macam jenis sampah, seperti sisa jaring ikan plastik, puntung rokok dan sedotan plastik, mengingat tiga perempat dari tempat pembuangan terbuka terluas di dunia berada di pantai. Hal ini tentunya akan mempengaruhi ekosistem yang ada di laut

(SDG's 14) selain ekosistem laut, sampah yang tidak dikelola dengan baik akan mempengaruhi ekosistem darat seperti sampah anorganik yang dibuang di daratan tidak dapat di urai di tanah sehingga banyak sampah plastik yang menyumbat saluran air maupun sungai, serta dapat tertelan oleh beberapa hewan (SDG's 15).

Menurut UU NO 18 Tahun 2008 definisi pengelolaan sampah adalah kegiatan sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Semua sampah dapat dikelola baik secara *reduce*, *reuse* dan *recycle*. Tentunya mendesak pihak industri untuk menggunakan bahan kimia *recycle*, harganya menjadi mahal. metode *reduce* tidak akan mengurangi sampah melainkan hanya menunda siklus nya saja. Pengelolaan sampah pada dasarnya mencakup lima aspek. Lima aspek itu adalah mencegah pada sumbernya (*pollution prevention*), mengurangi jumlah sampah (*waste minimation*), mendaur ulang (*recycling*), mengolah yang tidak dapat di daur ulang (*treatment*) dan membuang (*disposal*).

Proses dekomposisi sampah yang terjadi di TPA secara umum adalah *fakultatif*, yaitu melibatkan kondisi *aerobik* dan *anaerobik*. Selama keberadaan oksigen, bakteri *aerobik* melakukan *oksidasi* terhadap material sampah, dan ketika kandungan oksigen habis, proses yang terjadi berubah menjadi proses *anaerob* yang menghasilkan *biogas*. Ketika proses dekomposisi sudah berakhir, sampah dalam TPA dikatakan sebagai materi yang telah stabil. TPA dikatakan stabil ketika lindi sudah tidak mengandung polutan yang berbahaya, produksi gas dapat diabaikan, dan telah terjadi penurunan timbunan sampah (Borglin *et al.* 2004 dalam Priyambada, 2019).

Menurut data dari Kementerian ESDM (2019), pada tahun 2018 jumlah permintaan energi di Indonesia masih didominasi minyak bumi. Dalam skenario proyeksi yang sudah dilakukan bahwa hingga tahun 2050, permintaan terhadap energi minyak bumi berimbang dengan permintaan energi listrik di mana keduanya mendominasi, baik itu pada sektor industri (ada sekitar 80% termasuk yang dihasilkan dari konsumsi gas dan minyak bumi), komersial (60-70%), maupun rumah tangga (60%). Permintaan jenis EBT masih tergolong sangat sedikit, sekitar 3-5% pada tahun 2018. Sementara pada grafik penyediaan energi, penyediaan EBT diharapkan mulai berimbang dengan penyediaan gas bumi, tetapi penyediaan energi listrik masih didominasi dari konsumsi batu bara. Dalam konteks EBT (Energi Baru dan Ter barukan) yang digunakan untuk memproduksi listrik masih didominasi oleh pemakaian energi dari panas bumi, disusul air, dan biodiesel. Pemanfaatan sampah untuk dijadikan sumber EBT masih kalah dengan pemanfaatan biomasa (langsung dari kotoran hewan) pada tahun 2020, dan proyeksi pada 2050, EBT bergantung pada pemanfaatan tenaga surya dan biomasa.



Gambar 1 Diagram Proses Dekomposisi Anaerobik pada TPA
Sumber: Priyambada (2019)

Kegiatan yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan TPA adalah produksi yang dihasilkan yaitu timbulnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK), hal ini dikarenakan proses dekomposisi anaerob sampah organik (Pecorini et al., 2017). Dengan produksi dan komposisi sampah di Indonesia diperkirakan menghasilkan emisi GRK 88 Mton CO₂e dengan rerata pertumbuhan 4% pada kurun 2000-2012. Emisi GRK dari pengelolaan sampah akan tumbuh 6,3% sehingga mencapai 296 MTon CO₂e pada tahun 2030. (KLHK, 2016).

Kegiatan pengelolaan sampah merupakan tujuan pembangunan berkelanjutan pada SDGs pilar ke 12 yaitu konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Meraih pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan berarti kita harus menyadari pentingnya pengurangan jejak ekologi dengan mengubah cara kita memproduksi dan mengkonsumsi makanan dan sumber daya lainnya. Konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab menjamin pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan di jelaskan bahwa pada tahun 2030, secara substansi mengurangi produksi limbah melalui pencegahan, pengurangan, daur ulang dan penggunaan kembali.

Beberapa keluaran Kebijakan dan Strategi Nasional (JAKSTRANAS) yaitu 30% pengurangan sampah pada tahun 2025 dengan upaya antara lain:

1. Penurunan rata-rata sampah yang dihasilkan per kapita
2. Penurunan jumlah timbulan sampah di sumber
3. Penurunan jumlah sampah terbuang ke lingkungan

Pengurangan sampah 70% penanganan sampah 2025 dilakukan dengan beberapa upaya yaitu

1. Peningkatan jumlah sampah yang di daur ulang dan menjadi sumber energi
2. Penurunan jumlah sampah ditimbun di TPA
3. Penurunan sampah terbuang ke lingkungan

Inovasi pengolahan sampah di sumbernya dapat dilakukan dengan melakukan pemilahan sampah organik dan anorganik. Sampah organik diolah menjadi kompos padat dan kompos cair, eco enzyme, pemeliharaan Magot. Sampah plastik diolah menjadi barang kerajinan ada juga sampah plastik dijual ke bank sampah. Sampah yang tidak diolah di sumbernya yang volume jauh lebih banyak diangkut ke TPS. Ciri fisik dari eco-enzyme adalah berwarna kuning cokelat kegelapan dengan aroma segar karena merupakan hasil dari fermentasi yang sempurna ditandai dengan memiliki aroma yang kuat berupa segar dan asam (Mahdia et al., 2022).

Menyediakan lahan bagi pengelola TPS sebagai tempat untuk mengelola sampah merupakan satu alternatif untuk mengurangi masalah sampah di TPA. Alternatif yang paling baik adalah menyelesaikan masalah sampah di sumbernya oleh penghasil sampah, sehingga se minimal mungkin residu sampah yang diangkut ke TPS dan ke TPA.

Menurut data Kementerian ESDM (2019) pada tahun 2018 jumlah permintaan energi di Indonesia masih didominasi oleh permintaan minyak bumi. Dalam skenario proyeksi hingga 2050, permintaan terhadap energi minyak bumi berimbang dengan permintaan energi listrik di mana keduanya mendominasi, baik di sektor industri (ada sekitar 80% termasuk yang dihasilkan dari konsumsi gas dan minyak bumi), komersial (60-70%), maupun rumah tangga (60%). Permintaan jenis EBT masih tergolong sangat sedikit, sekitar 3-5% pada tahun 2018. Sementara pada grafik penyediaan energi, penyediaan EBT diharapkan mulai berimbang dengan penyediaan gas bumi, tetapi penyediaan energi listrik masih didominasi dari konsumsi batu bara. Dalam konteks EBT (Energi Baru dan Ter barukan) yang digunakan untuk memproduksi listrik masih didominasi oleh pemakaian energi dari panas bumi, disusul air, dan biodiesel. Pemanfaatan sampah untuk dijadikan sumber EBT masih kalah dengan pemanfaatan biomasa (langsung dari kotoran hewan) pada tahun 2020, dan proyeksi pada 2050, EBT bergantung pada pemanfaatan tenaga surya dan biomasa.

Aktivitas anaerobik atau fermentasi yang berasal dari bahan organik dari bahan makhluk hidup diantaranya kotoran, limbah domestik, sampah biodegradable atau setiap limbah yang organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik akan menghasilkan gas yang disebut dengan biogas. Komposisi dan kandungan unsur biogas berbeda-beda tergantung dengan asal proses anaerobik. Gas yang dihasilkan dari sampah organik pada area landfill kurang lebih mengandung 50% gas metana. Untuk sistem *controlled landfill* dapat menghasilkan biogas dengan 55-75% gas metana (CH₄), kandungan unsur biogas dari proses anaerobik.

Gas metana (CH₄) yang merupakan komponen utama biogas merupakan bahan bakar yang berguna, itu sebabnya biogas dapat dipergunakan untuk keperluan

penerangan, memasak, menggerakkan mesin. Menurut Ana (2008), komposisi terbesar biogas yang dihasilkan dari fermentasi adalah gas metana (CH_4) dan gas karbon dioksida (CO_2) dengan nilai komposisinya seperti pada tabel di atas.

Menurut Sri Wahyuni (2011), jumlah energi yang terdapat dalam biogas tergantung pada konsentrasi metana. Semakin tinggi kandungan metana, maka semakin besar kandungan energi (nilai kalori) biogas, sebaliknya, semakin kecil kandungan metana, semakin kecil nilai kalori. Selain itu, kualitas biogas juga dapat ditingkatkan dengan cara menghilangkan hidrogen sulfur, kandungan air, dan karbon dioksida. Pasalnya, hidrogen sulfur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi. Jika biogas mengandung senyawa ini, maka gas yang ditimbulkan menjadi berbahaya. Sementara itu, kandungan air dalam biogas dapat menurunkan keaktifan dari biogas serta dapat menimbulkan korosif. Kandungan hidrogen sulfur, air dan karbon dioksida dapat dihilangkan dengan menggunakan alat atau bahan desulfurisasi, yang dibutuhkan untuk menyalakan generator tanpa terkena korosi.

Gas *landfill* atau LFG merupakan gas yang dihasilkan oleh mikroba pada saat bahan organik mengalami proses fermentasi dalam suatu keadaan anaerobik yang sesuai baik dari segi suhu, kelembaban, dan keasaman. Produksi gas dari *sanitary landfill* melalui proses *anaerobik* terdiri dari beberapa jenis dengan presentasi dan volume yang sangat bervariasi (Amelya, 2015), LFG dapat terjadi akibat penguraian material organik yang terdapat pada tempat pembuangan akhir. Sebagian besar kandungan dari gas landfill adalah metana dan karbon dioksida (Mannfredi dkk, 2009).

Tabel 1 Persentase Gas Penyusun LFG

No	Gas Penyusun LFG	Rumus Kimia	Persentase Kandungan
1	Metana	CH_4	40 – 60 %
2	Karbon dioksida	CO_2	25 – 50 %
3	Nitrogen	N_2	3 – 15%
4	Oksigen	O_2	0 – 4%
5	Hidrogen	H_2	0 – 1 %
6	Argon	Ar	0 – 4%
7	Hidrogen sulfide	H_2S	0-200 ppm
8	Klorin	Cl	0-200 ppm
9	Fluorine	F	0-200 ppm

Sumber: (Garcilasso, 2011)

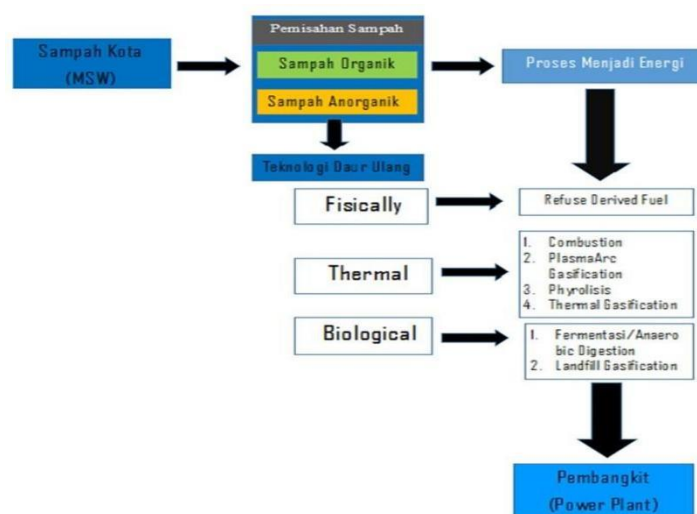
Tabel di atas menunjukkan bahwa persentase gas penyusun LFG, terlihat bahwa kandungan gas terbesar yang terdapat pada LFG adalah metana sebesar 45 – 60 % kandungan karbon dioksida sebesar 25 – 50 %. Baik gas metana maupun karbon dioksida memiliki peran dalam peningkatan pemanasan suhu bumi dan dikategorikan sebagai gas rumah kaca (GRK). Landfill gas yang dihasilkan pada tempat pembuangan akhir akan berbahaya apabila tidak dikelola dan dikendalikan dengan baik. Kandungan gas metana pada LFG merupakan gas yang mudah terbakar sehingga resiko terjadi ledakan disekitar lokasi TPA sangat tinggi. Landfill Gas atau LFG merupakan gas yang dihasilkan oleh mikroba pada saat bahan organik mengalami proses fermentasi dalam suatu keadaan anaerobik yang sesuai baik dari segi suhu, kelembaban, dan keasaman. LFG dapat terjadi

akibat penguraian material organik yang terdapat pada tempat pembuangan akhir. Sebagian besar kandungan dari gas landfill adalah metana dan karbon dioksida (S.Mannfredi dkk, 2009). Metana adalah salah satu bahan bakar yang penting dalam pembangkitan listrik, dengan cara membakarnya dalam gas turbin atau pemanas uap. Jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, pembakaran metana menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang lebih sedikit untuk setiap satuan panas yang dihasilkan. Metana dalam bentuk gas alam terkompresi digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dan telah terbukti juga sebagai bahan bakar yang lebih ramah lingkungan daripada bahan bakar fosil lain macam bensin dan diesel (Clayton, 2008).

Sampah organik di TPA yang menerapkan sanitary landfill disebut memulai proses dekomposisinya secara anaerob ketika sampah sudah ditimbun rapat dengan penutup tanah sehingga tidak memungkinkan adanya udara luar atau oksigen yang masuk. Gas metana akan terbentuk setelah rentang waktu 6-12 bulan TPA ditutup atau sampah dalam kondisi anaerob (Hapsari, 2020). Permodelan yang dilakukan oleh Hapsari (2020) dalam penelitian estimasi produksi gas metana mengasumsikan TPA yang dioperasikan secara sanitary landfill menangkap lebih kurang 75% *Land Fill Gas* dari total Land Fill Gas yang dihasilkan, sementara TPA open dumping mampu menangkap 30% konsentrasi Land Fill Gas dari total Land Fill Gas yang dihasilkan.

Menurut Thorneloe et al. (2000), data produksi CH₄ lebih banyak dikumpulkan di bawah kondisi laboratorium daripada kondisi lapangan. Hal ini dikarenakan, data laboratorium tidak selalu dapat dibandingkan dengan percobaan di lapangan. Sebagai contoh, kelembaban, ukuran partikel dan temperatur tidak sama, diantara studi yang telah dilakukan. Perkiraan secara akurat tentang pembentukan Metana di tempat pembuangan sampah membutuhkan beberapa pertimbangan faktor tidak hanya potensi biogas, tetapi juga mempertimbangkan faktor lain (Permessur & Surrop, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah atau sering disebut PLTSa merupakan jenis pembangkit energi listrik dengan menggunakan sampah sebagai bahan utama. Selain menghasilkan energi listrik, PLTSa berperan dalam mengurangi jumlah sampah yang ada di masyarakat. Sehingga PLTSa merupakan salah satu upaya penanggulangan pencemaran lingkungan yang sangat bermanfaat di masyarakat. Berikut adalah alur pemanfaatan sampah secara umum untuk pembangkitan energi listrik:



Sumber : <http://tutoriallingkungan.blogspot.co.id>
Gambar 2 Gambaran Umum Proses PLTSa

Gambar di atas menunjukkan bahwa teknologi yang digunakan dalam proses pengelolaan sampah kemudian dikonversikan menjadi energi listrik dengan mekanisme fisika, mekanisme panas serta secara biologi.

Ada beberapa macam teknologi pemanfaatan sampah menjadi energi listrik antara lain:

- a. Pembakaran
- b. *Gasifikasi*
- c. *Biogas*

Ketiga teknologi ini berada dalam proses pengkonversian sampah menjadi energi dan cara penanganan sampahnya.

Secara sederhana tahapan proses aliran energi pada sistem pembangkit listrik tenaga sampah diawali dari energi yang bersumber dari biomasa. Biomasa selanjutnya diubah menjadi energi dalam bentuk gas melalui proses anaerob dalam sistem landfill. Satu ton biomasa dapat menghasilkan 235 m³ dalam waktu 400 hari dengan nilai kalor 6,13.107 J/kg (Sorensen, 2007). Setelah melewati filter, nilai kalor per m³ gas bertambah. Hal ini dikarenakan adanya reduksi gas CO₂ sebanyak 20% per m³ biogas yang masuk ke sistem filter. Setelah melewati proses pemanasan awal dengan heat exchanger, biogas hasil purifikasi selanjutnya digunakan sebagai bahan bakar generator mesin HCCI. Generator mesin HCCI memiliki efisiensi lebih dari 40%. Lebih kurang 60% dari energi yang hilang diantaranya terikut gas buang yang kemudian dimanfaatkan untuk sumber panas pada sistem heat exchanger untuk preheating biogas.

Keberadaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah dinilai sebagai bagian program pemerintah dalam rangka mewujudkan Gerakan Indonesia Bersih. Program Gerakan Indonesia Bersih merupakan salah satu Gerakan Revolusi Mental yang tercantum dalam Inpres Nomor 12 Tahun 2016. Adapun pembangunan PLTSA didasarkan atas Perpres Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.

Kesimpulan

Pemilahan sampah organik dan anorganik sehingga tidak menghambat proses dekomposisi anaerob. Inovasi yang dapat diterapkan adalah dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) dengan memanfaatkan sampah organik sebagai upaya mengurangi emisi gas karbon di lingkungan. Adanya kajian tentang inovasi pengolahan sampah menjadi energi listrik (PSEL) sebagai alternatif pengelolaan sampah.

Bibliografi

Amelya, 2015 Amelia, G. 2015. Uji Berbagai Limbah Padat Organik Sebagai Media Perbanyakan Massal Jamur *Metarhizium* sp Secara in Vitro. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.

Alamendah. (2016). *Indonesia Ranking Dua Penyumbang Sampah Plastik di Laut*. Dipetik Februari 10, 2022, dari alamendah.org: <https://alamendah.org/2016/01/21/indonesia-ranking-2-penyumbang-sampah-plastik-di-laut/>

- Damanhuri dan Padmi, 2016 Pengelolaan Sampah Terpadu, Penerbit ITB Bandung
- Garcilasso, V. e. (2011). Electric Energy Generation from Landfill Biogas Case Study and Barriers.
- Hapsari, 2020 Making An Ecobrick as an Effort to Grow an Eco-Friendly School in SMP PGRI 30 Jakarta in Order to Support the Adiwiyata School Program. Jurnal Literatus
- Mahdia et al., 2022 dkk. Analisis Keefektifan Ekoenzim sebagai Pembersih Kandang Ayam dari Limbah Buah Jeruk (Citrus sp.). Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan; 10(1): 42–46.
- Pujotomo, 2017, Pengelolaan Emisi Gas Landfill (Biogas) Sebagai Energi Terbarukan, Jurnal Ilmiah Sutet.
- Pecorini I, B. D. (2017). Biofiltration prototypes for methane oxidation in landfill aftercare and abatement of NMVOCs and odorous compounds. Procedia Environmental Science, Engineering and Management
- Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
- Priyambada,. Pengomposan dengan Menggunakan Lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kertas dan Sampah Domestik Organik. Teknik – Vol. 28 No. 2, 158-166. ISSN 0852- 1697.
- S.Mannfredi dkk, 2009. Pengkajian lingkungan teknologi penimbunan sampah padat melalui pemodelan LCA
- Sri Wahyuni 2011 Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah. PT Argro Media Pustaka Jakarta
- Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. 2019. Indonesia Energy Outlook 2019. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Studi Pra-Kelayakan Pemanfaatan Gas TPA Jatibarang menjadi Listrik. Semarang: ESP3 DANIDA 2015
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah