

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu)

Menurut Purnaini (2011) Dalam perencanaan TPST dilengkapi beberapa fasilitas yang terdiri dari wadah komunal, area pemilahan dan area komposting dan juga dilengkapi dengan fasilitas penunjang lain seperti saluran drainase, air bersih, listrik, barrier (pagar tanaman hidup) dan gudang penyimpanan bahan daur ulang maupun produk kompos serta blodigertter (opsional).

Kegiatan yang direncanakan di TPST adalah sebagai berikut:

a. Daur ulang sampah anorganik

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam daur ulang sampah adalah:

1. Sampah yang dapat didaur ulang meliputi kertas, plastik dan logam yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan untuk mendapatkan kualitas bahan daur ulang yang baik. Pemilahan sebaiknya dilakukan sejak dari sumbernya.
2. Pemasaran produk daur ulang dapat dilakukan melalui kerja sama dengan pihak lapak atau langsung dengan industri pemakai.
3. Daur ulang sampah B3 rumah tangga (baterai, lampu neon) dikumpulkan untuk diproses lebih lanjut sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku (PP No. 18 tahun 1999 tentang pengelolaan sampah B3).
4. Daur ulang kemasan plastik (air mineral, minuman kemasan, mie instan dan lain-lain) sebaiknya dimanfaatkan untuk barang-barang kerajinan atau bahan baku lain.

b. Pengolahan Sampah Organik

Pengolahan sampah organik dilakukan dengan mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kompos adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan kompos dapat menggunakan metode open windrow.

2. Dilakukan analisis kualitas terhadap produk kompos secara acak dengan parameter antara lain warna, C/N rasio, kadar N, P, K dan logam berat.
3. Pemasaran produk kompos dapat bekerja sama dengan pihak koperasi dan dinas, atau yang lain

Menurut Azmiah (2014) Kegiatan pokok yang dilakukan di TPST adalah sebagai berikut :

- a. Pengolahan sampah lebih lanjut
- b. Pemisahan dan pengolahan langsung komponen sampah
- c. Peningkatan mutu produk

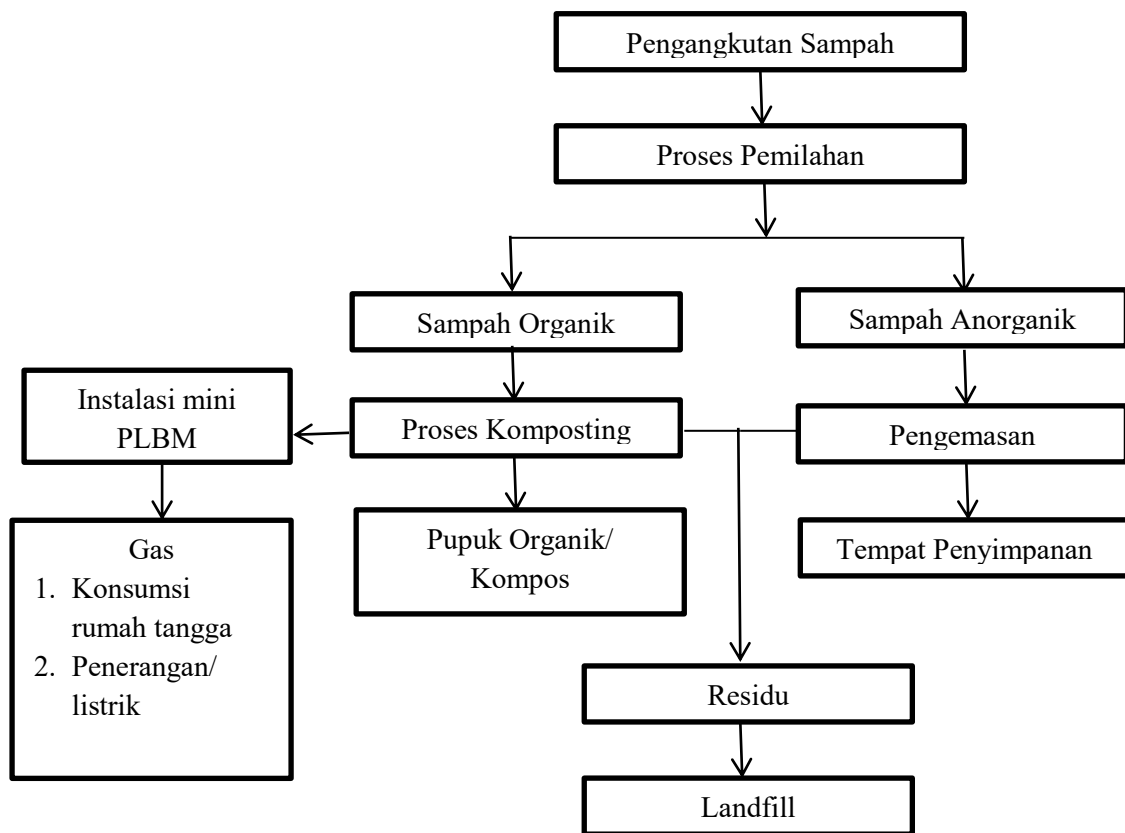
Dalam perencanaan TPST, terdapat beberapa zona yang memiliki fungsi yang berbeda-beda. Adapun zona-zona tersebut yaitu:

- a. Zona penerimaan dan pemilahan sampah
Zona ini berfungsi untuk menerima dan memilah-milah sampah yang masuk ke areal TPST, sampah yang masuk di pilah sesuai jenisnya untuk masuk ke proses selanjutnya.
- b. Zona komposting
Zona ini terbagi menjadi 2 areal utama, yaitu pencacahan dan pematangan.
 - Lahan pencacahan : Setelah di lakukan pemilahan terhadap sampah yang akan di komposkan, sampah masuk ke area pencacahan. Di sini sampah akan di seragamkan ukuranya agar memudahkan proses terbentuknya kompos.
 - Lahan pematangan : Lahan yang digunakan untuk proses pematangan kompos.
- c. Gudang

Untuk penyimpanan material daur ulang yang telah terpilah.

Dalam Penelitian Artiani (2015) Bangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu di lingkungan STT-PLN terbagi menjadi 4 (empat) komponen utama, yaitu :

1. Area penerimaan sampah, Area ini terletak dekat dengan lahan/bangunan pemilahan untuk memudahkan proses penurunan dan pengangkutan sampah.
2. Tempat pemilahan sampah, Tempat pemilahan ini adalah bangunan semi tertutup yang beratap. Dikatakan semi tertutup karena tidak semua sisinya tertutup dengan tembok. Bangunan pemilahan ini mendapatkan perhatian yang cukup besar mengingat pemilahan ini berguna untuk mendapatkan sebanyak mungkin sampah yang bisa dimanfaatkan kembali untuk proses lebih lanjut.
3. Tempat pengemasan dan penyimpanan sampah kering, Bangunan pengemasan dan penyimpanan sampah kering adalah tempat pengemasan dan tempat sementara sampah kering yang telah dikemas atau didaur ulang yang nantinya akan dijual ke bandar lapak atau pabrik yang menerima bahan hasil daur ulang sampah.
4. Tempat pengolahan sampah basah (pengomposan) dan instalasi mini pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBM), Pengolahan sampah basah pada Tempat Pengolahan Sampah Terpadu ini adalah dengan proses komposting. Pada proses komposting ini, peran mikroorganisme sangat besar, dimana mikroorganisme yang ada dalam sampah mendapatkan makanan dari sampah itu sendiri. Kondisi lingkungan berpengaruh bagi mikroorganisme dalam proses komposting terutama kadar air dan pengaturan aerasi. Reaktor digester yang digunakan dalam proses komposting akan menghasilkan pupuk organik dan instalasi mini pembangkit listrik tenaga biomassa sebagai tempat transformasi dari sampah menjadi energi listrik.



Gambar 2.1 Diagram Alir Pengelolaan Sampah

Sumber : (Nur Lailis Aprilia, 2018)

2.2 Sampah

Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia berbentuk padat yang karena konsentrasi dan volumenya sehingga membutuhkan pengelolaan yang khusus. (UU No. 18 Tahun 2008). Sampah merupakan semua buangan yang berbentuk padat maupun semipadat yang dihasilkan dari kegiatan manusia maupun hewan, dimana keberadaannya sudah tidak digunakan dan dimanfaatkan lagi. (Tchobanoglous, 1993). Sampah juga dapat didefinisikan sebagai bahan yang sudah tidak dapat digunakan lagi sehingga dikatakan sudah tidak bernilai dan berharga (Astriani, 2009 dalam Chamdra, 2015)

2.2.1 Sumber Sampah

Menurut Sumantri (2010), Penggolongan atau pembagian sampah menurut sumbernya, dibagi menjadi empat, yaitu:

1. Pemukiman penduduk.

Sampah pemukiman penduduk merupakan sampah yang dihasilkan oleh setiap anggota keluarga yang berada dalam satu tempat. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya adalah sisa makanan, sayuran, sampah kering (rubbish), dan lain- lain.

2. Tempat umum dan tempat perdagangan.

Sampah tempat umum merupakan sampah yang dihasilkan di tempat-tempat umum, seperti terminal, stasiun, pasar, dan lain- lain. Jenis sampah yang dihasilkan berupa sisa-sisa makanan (garbage), sampah daun, sampah kering, sampah sisa bahan bangunan, sampah khusus, dan juga sampah B3.

3. Sarana pelayanan masyarakat. Sampah yang dihasilkan dari sarana layanan masyarakat, seperti jalan umum, tempat pelayanan kesehatan (misalnya, rumah sakit dan puskesmas), kompleks militer, gedung pertemuan, pantai, dan sarana pemerintah yang lain. Pada tempat- tempat ini yang dihasilkan adalah sampah kering.

4. Industri

Sampah yang dihasilkan dari sisa produksi maupun karyawan. Sampah yang dihasilkan dari industri biasanya sampah basah, sampah kering, sisa-sisa bangunan, sampah khusus, dan sampah berbahaya.

5. Pertanian.

Sampah yang dihasilkan dari sector pertanian seperti, kebun, ladang, ataupun sawah. Sampah yang dihasilkan berupa sampah pertanian, pupuk, maupun bahan kimia pembasmi hama tanaman.

2.2.2 Komposisi Sampah

Menurut (Damanhuri, 2010) Komposisi sampah dilihat berdasarkan sifat atau karakteristiknya. Komposisi sampah dibagi menjadi empat, yaitu:

1. Sampah Basah (Garbage) merupakan sampah yang mudah terurai oleh mikroorganisme dan bersifat degradable, seperti sampah daun- daun kering, sisa- sisa makanan, buah- buahan, sayuran, dan lain- lain
2. Sampah Kering (Rubbish) merupakan sampah yang sulit terurai oleh mikroorganisme dan bersifat undegradable. Contoh sampah jenis ini antara lain:
 - a. Sampah Kering Logam, seperti kaleng dan besi usang.
 - b. Sampah Kering Non Logam, terdiri dari sampah yang mudah terbakar (combustible rubbish) dan sampah yang sulit terbakar (noncombustible rubbish). Sampah yang mudah terbakar misalnya kain, kertas, karton dan kayu. Sedangkan sampah yang sulit terbakar misalnya pecahan kaca, botol dan gelas.
3. Sampah Lembut yaitu sampah yang berupa partikel-partikel kecil dan dapat mengganggu pernapasan dan mata. Misalnya debu, debu pabrik maupun tenun, abu kayu, serbuk gergaji, abu sekam, dan insinerator .
4. Sampah Bahan Beracun Berbahaya (B3), yaitu sampah yang karena komposisi dan jumlahnya berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Misalnya sampah rumah sakit, pestisida, racun, kaleng bekas penyemprot nyamuk dan parfum, batu baterai serta sampah nuklir, dan lain - lain.

2.2.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah merupakan banyaknya sampah yang ukur dalam satuan berat atau volume. Tetapi di Indonesia pengukuran timbulan sampah menggunakan satuan volume. Dalam memprediksi timbulan sampah dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Damanhuri, 2010) :

$$Q_n = Q_t(1 + C_s)^n$$

$$\text{Dengan : } C_s = \left[\frac{(1 + \frac{C_i + C_p + C_{qn}}{3})}{(1 + P)} \right]$$

Dimana :

Q_n : timbulan sampah pada n tahun mendatang

Q_t : timbulan sampah pada tahun awal perhitungan

- C_s : peningkatan/ pertumbuhan kota
 C_i : laju pertumbuhan sektor industri
 C_p : laju pertumbuhan sektor pertanian
 C_{qn} : laju peningkatan pendapatan per kapita
 P : Laju pertumbuhan penduduk

Menurut Petunjuk Teknis TPS 3 R (2017), menyebutkan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi timbulan dan komposisi sampah, yaitu :

1. Kategori kota
2. Sumber sampah
3. Jumlah penduduk, yakni apabila jumlah penduduk mengalami peningkatan, maka timbulan sampah juga akan meningkat;
4. Keadaan sosial ekonomi, semakin tinggi keadaan sosial maupun ekonomi seseorang, maka akan semakin tinggi pula timbulan sampah perkapita yang dihasilkan;
5. Kemajuan teknologi, dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat juga akan menambah jumlah dan kualitas sampah

Besarnya timbulan sampah dipengaruhi oleh kategori kota. Pada kota besar timbulan sampah yang dihasilkan akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya. Berikut ini adalah klasifikasi timbulan sampah kota dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Timbulan Sampah Kota

No	Klasifikasi kota	Jumlah penduduk (Jiwa)	Timbulan sampah (l/o/h)	Timbulan sampah (kg/o/h)
1	Metropolitan	1.000.000 - 2.500.000		
2	Besar	500.000 – 1.000.000		
3	Sedang	100.000 – 500.000	2,75 – 3,25	0,70 – 0,80
4	Kecil	< 100.000	2,5 – 2,75	0,625-0,70

Sumber : Dirjen Cipta Karya, 2017

2.3 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah merupakan suatu kegiatan pengendalian timbulan sampah secara teknis maupun non teknis (Maulany, 2015). Pengelolaan sampah

menurut Undang - Undang Nomor 18 Tahun 2008 ini dilakukan melalui penanganan dan pengurangan sampah. Sedangkan dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 Tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga bahwa pengurangan sampah dilakukan semaksimal mungkin dari sumbernya yang dikenal dengan sistem Reduce, Reuse dan Recycle (3R). Konsep pengelolaan sampah 3R (Buku Pedoman 3R dalam Purnaini, 2011) adalah:

a. Reduce (Pengurangan Volume)

Reduce merupakan upaya pengurangan timbulan sampah yang dihasilkan di sumber (penghasil sampah). Upaya pengurangan sampah di sumber dapat dilakukan dengan cara merubah pola konsumsi, yaitu merubah kebiasaan menghasilkan banyak sampah menjadi lebih sedikit sampah

b. Reuse (Penggunaan Kembali)

Reuse merupakan kegiatan penggunaan kembali bahan maupun barang agar tidak menjadi sampah, seperti menggunakan kertas bolak balik, menggunakan kembali botol bekas minuman untuk tempat air, dan lain-lain. Contoh bahanbahan yang dapat digunakan lagi adalah kertas, plastik, gelas, logam, dan lain-lain.

c. Recycle (Daur Ulang)

Recycle merupakan kegiatan daur ulang sampah agar menjadi sesuatu yang bermanfaat. Seperti mengolah plastik bekas menjadi bijih plastik untuk dicetak menjadi ember, pot bunga, dan lain- lain. Dan mengolah kertas bekas menjadi bubur kertas untuk kembali dicetak menjadi kertas yang berkualitas rendah.

Pengelolaan sampah bertujuan untuk mengurangi dan memanfaatkan sampah mulai dari sumber penghasil sampah, sehingga nantinya dapat mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA. Sejalan dengan hal tersebut, Kementrian Pekerjaan Umum melalui Sub Direktorat Persampahan menetapkan program nasional dalam menangani sampah perkotaan. Garis besar program nasional dalam menangani sampah perkotaan adalah sebagai berikut dijelaskan dalam Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Rencana Program Penanganan Sampah Perkotaan

No	Jenis Kota	Rencana program penanganan sampah perkotaan
1	Kota Kecil	TPST 3R = 50% timbulan sampah TPA Sampah = 50% timbulan sampah
2	Kota sedang	TPST 3R = 50% timbulan sampah TPA Sampah = 50% timbulan sampah
3	Kota Besar	TPST 3R = 25% timbulan sampah TPST = 25% timbulan sampah TPA Sampah = 50% timbulan sampah
4	Kota Metropolitan	TPST 3R = 25% timbulan sampah TPST = 25% timbulan sampah TPA Sampah = 50% timbulan sampah

Sumber : Sub Direktorat Persampahan, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014

2.4 Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R

Menurut Petunjuk Teknis TPS 3 R (2017), TPS 3 R merupakan tempat untuk kegiatan pengelolaan sampah, yang dimulai dari pengumpulan sampah, pemilahan sampah, penggunaan ulang sampah, pendauran ulang sampah, serta pengolahan yang dilakukan di suatu kawasan tertentu.

Dalam Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPS) 3R, dilakukan kegiatan pengolahan sampah organik maupun anorganik yang bertujuan untuk mengurangi jumlah timbulan sampah. Berikut adalah jenis- jenis pengolahan di TPS 3R secara umum :

2.4.1 Pengolahan Sampah Organik

Sampah organik domestik adalah sampah yang berasal dari aktivitas permukiman antara lain sisa makanan, daun, buah- buahan, sisa sayuran. salah satu teknologi pengolahan sampah organik adalah diolah menjadi pupuk organik (pupuk kompos). Kompos adalah bahan organik mentah yang telah mengalami proses dekomposisi secara alami. Kompos ibarat multi-vitamin untuk tanah pertanian. Kompos akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat. Kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah (Sundari, 2009)

Pengomposan adalah dekomposisi terkontrol dari bahan organik menjadi bahan organik yang stabil dan sehat sehingga dapat digunakan sebagai soil conditioner dalam pertanian (Termorshuizen et.al., 2004 dalam Priadi 2014). Proses pengomposan secara alami memerlukan waktu yang lama (6-12 bulan), tetapi dengan penambahan bioaktivator yang berupa konsorsium mikroba, proses ini dapat dipersingkat (Budihardjo, 2006 dalam Priadi 2014).

Tabel 2.3 Spesifikasi Kompos dari sampah Organik Domestik

No	Parameter	Satuan	Min	Max	No	Parameter	Satuan	Min	Max
1	Kadar Air	%	°C	50	17	Cobalt	Mg/kg	*	34
2	Temperatur			Suhu air tanah	18	Chromium	Mg/kg	*	210
3	Warna			Kehitaman	19	Tembaga	Mg/kg	*	100
4	Bau			Berbau tanah	20	Merkuri	Mg/kg	*	0,8
5	Ukuran Partikel	mm	0,55	25	21	Nikel	Mg/kg	*	63
6	Kemampuan ikat air	%	58		22	Timbal	Mg/kg	*	150
7	pH		6,8	7,49	23	Selenium	Mg/kg	*	2
8	Bahan asing	%	*	1,5	24	Seng (Zn)	Mg/kg	*	500
	Unsur Makro					Unsur Lain			
9	Bahan Organik	%	27	58	25	Calsium	%	*	25,5
10	Nitrogen	%	0,4		26	Magnesium	%	*	0,6
11	Karbon	%	9,8	32	27	Besi	%	*	2,0
12	Phospor	%	0,1		28	Aluminium	%		2,2
13	C/N rasio		10	20	29	Mangan	%		0,1
14	Kalium	%	0,2	*		Bakteri			
	Unsur Mikro				30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
15	Arsen	Mg/kg	*	13	31	Salmonella sp	MPN/4 gr		3
16	Cadmium	Mg/kg	*	3					

Keterangan : *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum
Sumber : SNI : 19-7030-2004

A. Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan

Menurut (Widarti, 2015) faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain:

1. Rasio C/N

Salah satu aspek yang paling penting dari keseimbangan hara total adalah rasio organik karbon dengan nitrogen (C/N). Dalam metabolisme hidup mikroorganisme mereka memanfaatkan sekitar 30 bagian dari karbon untuk masing-masing bagian dari nitrogen. Sekitar 20 bagian karbon di oksidasi menjadi CO₂ dan 10 bagian digunakan untuk mensintesis protoplasma.

2. Ukuran partikel

Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.

3. Aerasi

Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

4. Porositas

Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Ronggarongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.

5. Kelembaban

(Moisture content) Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40 – 60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas

mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

6. Temperatur

Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30 – 60 °C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikrobamikroba patogen tanaman dan benih - benih gulma.

7. Derajat keasaman (pH)

pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

8. Kandungan hara

Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam komposkompos dari peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

B. Effective microorganism 4 (EM4)

Menurut Yuniwati, (2012) EM4 merupakan larutan yang mengandung mikroorganisme fermentasi yang jumlahnya sangat banyak, sekitar 80 genus dan mikroorganisme ini dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus Sp*, *Saccharomyces Sp*, *ActinoMycetes Sp* dan jamur fermentasi. EM4 berupa cairan berwarna kuning kecoklatan berbau sedap dengan tingkat pH kurang dari 3,5. Apabila pH melebihi 4 maka tidak dapat digunakan lagi. EM4 memiliki beberapa manfaat antara lain:

- a. Memperbaiki sifat fisika, kimia, maupun biologis tanah

- b. Memiliki unsur hara yang dibutuhkan oleh tanah
- c. menyehatkan tanaman, meningkatkan produksi tanaman, serta menjaga kestabilan tanaman
- d. menambah unsur hara tanah dengan cara disiramkan ke tanah
- e. mempercepat pembuatan kompos dari sampah organik atau kotoran hewan

2.4.2 Pengolahan Sampah Anorganik

Sampah anorganik merupakan sampah yang dihasilkan dari bahan- bahan non hayati baik berupa produk sintesis maupun hasil proses teknologi pengelolaan bahan tambang atau sumber daya alam dan tidak diuraikan oleh alam, contohnya plastik, kertas, kain, dan logam. (Marliani, 2014)

Oleh karena itu, TPST 3R sebagai wadah untuk pengumpulan dan pengolahan sampah diharapkan untuk juga dapat menjalankan pengolahan terhadap jenis sampah anorganik. Kedepannya diharapkan jenis sampah anorganik ini dapat dipilah lebih spesifik lagi menjadi jenis sampah anorganik yang dapat didaur ulang, jenis sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang (residu), dan sampah jenis B3.

Berikut adalah jenis – jenis sampah anorganik yang di olah di TPST 3R:

A. Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makro molekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. (Kumar, dkk., 2011).

1. Jenis - jenis plastik Menurut Syarief et al (1988) dalam Okatama (2016), berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka plastik dibagi menjadi dua, yaitu:
 - a. *Thermoplastic*

Jenis plastik ini meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila di dinginkan). Contoh: *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polivinilorida* (PVC), *Polistirena* (PS).

b. *Thermoset atau thermosetting*

Jenis plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. Karena sifat thermoset yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel.

Tabel 2.4 Jenis Plastik dan Penggunaannya

No	Jenis Plastik	Penggunaannya
1	PET (<i>Polyethyleneterephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (<i>High-density Polyethylene</i>)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampoo, dan botol sambal.
4	LDPE (<i>Low-density Polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya
5	PP (<i>Polypropylene</i> atau <i>Polypropene</i>)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makan dari Styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	<i>Other</i> (O), Jenis plastik lainnya selain dari no 1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, computer, alat-alat elektronik, sikat gigi dan mainan lego.

Sumber : Surono, 2013

Teknologi pengolahan sampah plastik yang saat ini banyak digunakan adalah teknologi perajangan plastik. Hasil dari perajangan plastik adalah plastik serpih atau flakes. Berikut adalah proses daur ulang plastik: pemilahan jenis plastik, kemudian penggilingan sampah plastik. Dalam proses penggilingan ini sampah plastik akan hancur dan menjadi serpihan yang berukuran sekitar 1 cm² kemudian masuk bak pencuci untuk dilakukan pencucian, kemudian dikeringkan, setelah kering biji plastik di jual. (Sahwan, 2005)

B. Kertas / Kardus

Kertas adalah salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran. Limbah kertas menjadi salah satu masalah yang serius bagi bumi ini. Pada umumnya kertas berbahan dasar dari alam dan biasanya dari pepohonan. Maka semakin kita banyak mempergunakan kertas maka semakin cepat pula bumi ini penuh dengan rusak karena keseimbangan alamnya terganggu. Dengan mendaur ulang limbah kertas maka kita membantu menjaga keseimbangan alam dan mencegah pemanasan global. (Arfah, 2017)

Tabel 2.5 Jenis, Sumber dan Produk Daur Ulang Sampah Kertas

Jenis sampah kertas	sumber	Produk daur ulang
Kertas computer dan kertas tulis	Perkantoran, percetakan, sekolah	Kertas computer, kertas tulis, dan art paper
Kantong kraft	Pabrik, pasar, dan pertokoan	Karton dan art paper
Karton dan Box	Pabrik, pasar, dan pertokoan	Karton dan art paper
Koran, majalah dan buku	Perkantoran, pasar, rumah tangga	Kertas Koran dan art paper
Kertas bekas campuran	Rumah tangga, perkantoran, TPA/TPS, dan pertokoan	Kertas tissue, kertas tulis kualitas rendah, dan art paper
Kertas pembungkus makanan	Pertokoan, rumah tangga, dan perkantoran	Tidak dapat di daur ulang
Kertas tissue	Rumah tangga, perkantoran, rumah makan, pertokoan	Kertas tissue (tetapi sangat jarang yang di daur ulang kembali)

Sumber: Dirjen Cipta Karya, 2017

2.5 Proyeksi Penduduk

Pertambahan penduduk merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan sistem Pengelolaan Sampah. Hal ini disebabkan karena pertambahan penduduk dapat mempengaruhi peningkatan jumlah timbunan sampah pada suatu wilayah. Oleh karena itu perlu adanya proyeksi penduduk dalam perencanaan sistem pengelolaan sampah. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proyeksi penduduk, antara lain jumlah penduduk dalam suatu wilayah, kecepatan pertumbuhan penduduk, dan kurun waktu proyeksi (Mangkoedihardjo, 1985)

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Metode pendekatan yang digunakan untuk proyeksi penduduk terdiri dari metode aritmatik, geometrik, dan least square.

a. Metode Aritmatik

Metode ini digunakan apabila pertambahan penduduk relatif konstan tiap tahunnya.

$$P_n = P_0 + r \times n$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_0 = jumlah penduduk awal

n = periode waktu proyeksi

r = angka pertambahan penduduk/ tahun

Rumus diatas pindah dalam bentuk regresi menjadi :

$$P_n = P_0 + r \times n$$

$$y = a + bX$$

Dimana :

$P_n = y$ = jumlah penduduk pada tahun n

$P_0 = b$ = koefisien

$n = X$ = tahun penduduk yang akan dihitung

$r = a$ = koefisien x

b. Metode Geometrik

Metode ini digunakan apabila tingkat pertumbuhan penduduk naik secara berganda atau berubah secara ekuivalen dari tahun sebelumnya.

$$P_n = P_0 x (1 + r)^n$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_0 = jumlah penduduk awal

n = periode perhitungan

r = angka pertumbuhan penduduk/ tahun

Rumus diatas pindah dalam bentuk regresi menjadi :

$$\log P_n = \log P_0 + r \log n$$

$$\log y = a + b \log X$$

Dimana :

$\log P_n = \log y$ = jumlah penduduk pada tahun n

$\log P_0 = \log b$ = koefisien

$\log n = \log X$ = tahun penduduk yang akan dihitung

$r = a =$ koefisien x

c. Metode Least Square

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yaitu pertumbuhan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun pertumbuhan penduduk tidak selalu bertambah.

Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode least square dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = a + (b x t)$$

Dimana :

P = nilai variabel berdasarkan garis regresi

t = variabel independen

a = konstanta

b = koefisien arah regresi linier

Dengan rumus :

$$a = \frac{\{(\Sigma P)(\Sigma t^2) - (\Sigma t)(\Sigma P x t)\}}{\{n((\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2)\}}$$

$$b = \frac{\{n(\Sigma P x t) - (\Sigma t)(\Sigma P)\}}{\{n((\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2)\}}$$

Untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang akan digunakan, diperlukan perhitungan harga koefisien korelasi tiap metode proyeksi. Harga koefisien korelasi yang mendekati satu adalah yang paling tepat. persamaan koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{\{n(\Sigma P x t) - (\Sigma t)(\Sigma P)\}}{\{n((\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2)\{n(\Sigma P^2) - (\Sigma P)^2\}^{0,5}}$$

Dimana :

n = jumlah data

2.6 Kriteria Teknis Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R

Menurut Penyusunan Rencana Induk Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan (2017), Dalam merencanakan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu tempat dan jenis peralatan yang akan digunakan. Berikut adalah kriteria Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Kriteria Tempah Pengolahan Sampah (TPS) 3R

No	Cakupan Pelayanan		Pemilahan sampah	Luas
	Rumah	Jiwa		M ²
1	2000 rumah	10.000 jiwa	Tanpa pemilahan	1000
2	200 rumah	1000 jiwa	50% sampah terpilah 50% sampah tercampur	200-500
3	200 rumah	1000 jiwa	50% sampah terpilah 50% sampah tercampur	< 200

Sumber : Permen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013

2.6.1 Karakteristik TPST 3R

Menurut Petunjuk Teknis TPST 3R (2017) karakteristik TPST 3R, meliputi:

1. Pelayanan minimum TPST 3R adalah 400 KK atau 1600 – 2000 jiwa yaitu dengan jumlah sampah yang dihasilkan 4-6 m³ per hari.
2. Sampah masuk dalam TPST 3R dapat tercampur atau lebih baik sudah dipilah
3. Luas lahan yang digunakan minimal 200 m².
4. Sarana pengumpulan sampah menggunakan gerobak berkapasitas 1 m³ , dengan 3 kali ritasi per hari.
5. Terdapat unit penampungan sampah, unit pemilahan sampah, unit pengolahan sampah organik, dan unit pengolahan atau penampungan sampah anorganik (daur ulang), dan unit penampungan residu sampah anorganik.

2.6.2 Sarana Perencanaan TPST 3R

Sarana perencanaan yang dibutuhkan untuk Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Sarana Perencanaan TPST 3R

SARANA TPST 3R		
Sarana Utama	Sarana Penunjang	Bangunan Pendukung
a. Area pengumpulan sampah	a. Pompa air	a. Bangunan pendukung keamanan (Keamanan dalam bangunan TPST 3R maupun keamanan mesin-mesin dll)
b. Area pemilahan sampah	b. Kantor	b. Bangunan pendukung Pengolahan Leachate (Lindi)
c. Area pencacahan sampah	c. Kamar mandi	c. Bangunan pendukung bangunan utama (Harus ada talut, jalan penghubung, dll)
d. Area Pengomposan	Tangkapan dan Peralatan	d. Green belt (sumur resapan, biopori, Taman, dll)
e. Area penyaringan	a. Helm Kerja	
f. Area pengemasan	b. Sepatu kedap air (Boot)	
g. Wadah sampah residu	c. Sarung tangan plastik	
h. Area penyimpanan barang lapak	d. Pakaian kerja dan masker kain	
i. Area pencucian	e. Perlengkapan P3K	
	f. Cangkrang dan terowongan bambu	
	g. Termometer, selang air, sekop	
	h. Timbangan	
	i. Ayakan kawat dengan beberapa ukuran	

Sumber : Permen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013

2.6.3 Desain TPST 3R

Menurut Petunjuk Teknis TPST 3R (2017) tahapan yang dilakukan untuk perencanaan desain bangunan TPST 3R, yaitu :

1. Hasil perhitungan luasan masing-masing area (pemilahan, pengomposan, mesin, gudang, dll);
2. Hasil dari kesepakatan masyarakat tentang rencana pilihan teknologi yang akan diterapkan (menyangkut luasan area komposting, tempat residu, lapak, dll);
3. Hasil kesepakatan untuk posisi masing-masing ruangan dalam bangunan TPST 3R (pemilahan, penggilingan, mesin, komposting, dll);
4. Penentuan pondasi yang akan dipakai berdasarkan beban terhitung dengan jenis tanah yang ada;
5. Desain arsitektural bangunan TPST 3R disesuaikan dengan desain arsitektur tradisional setempat;
6. Menentukan jenis bangunan yang akan dibuat (bangunan rangka baja, beton bertulang, konstruksi kayu, dll);
7. Menentukan spesifikasi mesin pencacah, pengayak dan motor angkut.

2.7 Langkah-langkah Perancangan TPST 3R

Menurut Modul E.3 tentang Tempat Pengolahan Sampah Terpadu dalam (Nur Lailis, 2018) langkah langkah yang harus dilakukan untuk merencanakan TPST 3R:

1. Analisis Keseimbangan Material (Material balance analysis)
 - a. mengetahui jumlah sampah yang masuk ke dalam lokasi tempat pengolahan sampah
 - b. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan yang akan diaplikasikan dan menentukan prakiraan luas lahan serta mengetahui peralatan yang akan dibutuhkan.
2. Identifikasi seluruh kemungkinan pemanfaatan material
Mengetahui karakteristik sampah dan pemanfaatannya untuk dibuat diagram alir material balance.

3. Perhitungan akumulasi sampah

Menentukan dan menghitung jumlah akumulasi dari sampah, berapa sampah yang akan ditangani TPST dan laju akumulasi dengan penetapan waktu pengoperasian dari TPST.

4. Perhitungan material loading rate

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan jumlah pekerja dan alat yang dibutuhkan serta jam kerja dan pengoperasian peralatan di TPST.

$$\text{Loading rate} = \frac{\text{Volume Sampah } m^3/\text{hari}}{\text{Waktu Proses } \text{jam}/\text{hari}}$$

5. Layout dan desain

Merupakan tata letak lokasi perencanaan TPST agar mempermudah pelaksanaan pekerjaan

2.8 Fasilitas TPST 3R

Menurut Modul E.3 tentang Tempat Pengolahan Sampah Terpadu dalam (Nur Lailis, 2018), fasilitas yang terdapat di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu 3R (TPST) 3R terdiri dari:

- a. Fasilitas Pre Processing Fasilitas ini merupakan tahap awal pemisahan sampah, mengetahui jenis sampah yang masuk, meliputi proses:
 1. penimbangan
 2. penerimaan dan penyimpanan
- b. Fasilitas Pemilahan fasilitas ini dilakukan secara manual maupun mekanis, secara manual dilakukan oleh tenaga kerja, sedangkan secara mekanis dengan bantuan peralatan, seperti alat untuk memisahkan berdasarkan ukuran (trommel screen, reciprocating screen, disc screen), sedangkan untuk memisahkansampah berdasarkan berat jenisnya dapat menggunakanpemisahan inersi, air classifier, dan flotation
- c. Fasilitas Pengolahan Sampah Secara Fisik fasilitas ini dilakukan untuk menangani sampah sesuai dengan jenis dan ukuran material sampah. Peralatan yang digunakan antara lain: hammer mill dan shear shredder.)

- d. Fasilitas Pengolahan lain merupakan fasilitas yang digunakan untuk mengolah sampah seperti komposting, biogas, pirolisis, gasifikasi, insenerasi, dan lain- lain.