

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Organik**

Penggolongan limbah di Indonesia ada 2 jenis yaitu, limbah organik atau limbah basah yang terdiri atas daun-daunan, kayu, tulang, sisa-sisa makanan ternak, sayur, buah, sisa dapur, dan lainnya sedangkan limbah anorganik atau limbah kering seperti kaleng, plastik, besi dan logam-logam lainnya, gelas dan mika (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Limbah organik atau sering disebut limbah basah merupakan limbah yang bersifat mudah terurai secara alami oleh mikroba atau *biodegradable* seperti sisa dapur, sisa makanan, daun, sisa sayuran, sisa buah-buahan. Limbah organik mengandung kadar air yang tinggi yang dapat menimbulkan bau (ammoniak), menimbulkan air lindi dan menghasilkan gas metan ketika limbah ditumpuk dan membusuk secara alami. Secara kimiawi proses pembusukan limbah organik dengan adanya reaksi laktat ( $C_3H_6O_3$ ) dan sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) menjadi asetat ( $CH_3CO_2$ ), sulfida ( $S_2^-$ ), air ( $H_2O$ ) dan karbondiosida ( $CO_2$ ). Ion sulfida akan bereaksi dengan hidrogen ( $H^+$ ) dan besi ( $Fe^{2+}$ ) menjadi hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan besi sulfida ( $FeS$ ) berupa cairan hitam berbau busuk sehingga pada saat proses pembusukan akan menghasilkan aroma tidak sedap ( $H_2S$ ) (Purwendro dan Nurhidayat, 2006).

Karakteristik dari limbah makanan rumah tangga yaitu kandungan kadar air yang tinggi, kandungan komponen organik yang tinggi, adanya kandungan garam, rendahnya nilai kalori dimana hal ini dapat menjadikan limbah dapur pada rumah tangga sebagai limbah organik (Li dkk, 2013 dalam Kucbel dkk, 2019).

Menurut Damanhuri (2010) komposisi limbah tergantung pada pendapatan masyarakat dapat dilihat dari tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1** Komposisi Limbah Berdasarkan Pendapatan

Komposisi	Pemukiman low income (%)	Pemukiman middle income (%)	Pemukiman high income (%)
Kertas	1-10	15-40	15-40
Kaca, keramik	1-10	1-10	4-10
Logam	1-5	1-5	3-13
Plastik	1-5	1-5	3-13
Kulit, karet	1-5	-	-
Kayu	1-5	-	-
Tekstil	1-5	2-10	2-10
Sisa makanan	40-85	20-65	20-50
Lain-lain	1-40	1-30	1-20

## 2.2 Pengeringan Limbah Organik

Mengurangi volume limbah dapat dilakukan dengan cara pengeringan limbah selain itu juga dapat memperbaiki karakteristik limbah seperti kadar air, karbon, hidrogen, sulfur dan nilai bakar. Dengan menurunkan kadar air pada limbah organik dapat meminimalisir terbentuknya lindi dan gas metana (CH<sub>4</sub>) pada TPA. Pada proses pengeringan limbah terjadi perpindahan panas secara konveksi, konduksi ataupun kombinasi dari konveksi dan konduksi. Perpindahan panas secara konveksi terjadi jika gas panas bercampur dengan uap air yang berasal dari limbah. Perpindahan panas secara konduksi terjadi jika perpindahan panas melalui media pengering atau dinding alat pengering (Naryono dan Soemarno, 2013).

Terdapat beberapa metode pengeringan, yaitu:

### a. *Biodrying*

Teknik pengeringan secara biologi dengan menggunakan reaktor dimana pada proses dekomposisi terjadi secara aerobik sehingga air yang terkandung pada limbah akan diuapkan ke atmosfer sehingga menghasilkan *solid recovered fuel* (SRF). Dengan proses biodrying ini dapat menurunkan kadar air <20% dan CO<sub>2</sub> 20-30% dengan lama proses 7-15 hari (Velis dkk, 2009 dalam Naryono dan Soemarno, 2013).

### b. *Frying*

Teknik pengeringan dengan adanya media pemanas seperti minyak bekas (*waste cooking oil*) karena pada saat dibakar dengan insenerator

minyak akan ikut terbakar sehingga dapat mengurangi limbah dari minyak itu sendiri. Pada proses *frying* temperaturnya berkisar 140-160°C dan akan menghasilkan *sludge* yang sifatnya sulit untuk di degradasi jika disimpan karena kandungan air pada *sludge* telah menurun dan terserapnya minyak pada bahan (Farkas dan Hubbard, 2000 dalam Naryono dan Soemarno, 2013). Pada salah satu penelitian melakukan eksperimen *frying sludge* dengan menggunakan media minyak kedelai pada suhu 168-213 °C adanya perpindahan panas dari media minyak ke *sludge* dan terjadinya penguapan uap air dari *sludge* yang hasilnya diperoleh *sludge* kering dengan kandungan air <5% selama 10 menit (Rudolf dan Taranto, 2005 dalam Naryono dan Soemarno, 2013).

c. *Convective Drying* (Konveksi)

Teknik pengeringan dengan adanya kontak antara bahan dan pemanas, adanya perpindahan uap air dari permukaan bahan ke aliran udara pemanas. Pengeringan dengan bahan yang tertumpuk memiliki kandungan air yang bervariasi tergantung ukuran bahan yang akan dikeringkan (Prommas, Keangin dan Rattanadecho, 2010 dalam Naryono dan Soemarno, 2013).

d. *Conductive Drying* (Konduksi)

Teknik pengeringan dengan tidak adanya kontak langsung antara bahan seperti makanan atau produk farmasi dengan media panas sehingga antara bahan yang akan dikeringkan dengan media pemanas letaknya terpisah. Pada metode konduksi ini adanya peralatan yang biasa digunakan seperti *rotary dryer* yang berbentuk tabung silinder sebagai wadah bahan yang akan dikeringkan dan adanya media pemanas diluar dari tabung silinder (Naryono dan Soemarno, 2013).

e. Gabungan Konduksi dan Konveksi

Teknik pengeringan dilakukan dengan dua sistem pengeringan yaitu secara kontak langsung dan tidak langsung dengan sistem pemanasnya gas panas yang biasanya digunakan pada bahan yang memiliki kandungan air yang tinggi (Naryono dan Soemarno, 2013).

### 2.3 Kegunaan Unsur Hara bagi Tanaman

Unsur makro maupun mikro yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman sebagai unsur hara yang dibutuhkan oleh tanah untuk memperbaiki struktur tanah agar terdapat ruang pori-pori untuk udara, air tanah dan memiliki temperatur yang stabil untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman membutuhkan unsur-unsur seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), klor (Cl), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B) dan molibdenum (Mo) dan yang termasuk unsur makro atau unsur yang banyak diserap tanaman yaitu, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Manfaat unsur hara bagi tanaman menurut Lingga (2008) dalam buku Petunjuk Penggunaan Pupuk pada tabel 2:

**Tabel 2** Manfaat Unsur bagi Tanaman

No.	UNSUR	KEGUNAAN
1.	Nitrogen	Pertumbuhan batang, cabang, daun, pembentukan hijau daun untuk proses fotosintesis.
2.	Fosfor	Pertumbuhan akar, membantu asimilasi dan pernapasan, mempercepat penguapan, pemasakan biji dan buah.
3.	Kalium	Pembentukan protein dan karbohidrat serta memperkuat tubuh tanaman (daun, bunga dan buah).
4.	Kalsium	Pembentukan bulu akar, pembentukan biji, dan penguatan batang tanaman.
5.	Magnesium	Agar tanaman memiliki hijau daun yang baik dan berperan dalam transportasi fosfat.
6.	Belerang	Pembentukan bintil akar, pertumbuhan anakan dan juga unsur penting bagi asam amino.
7.	Klor	Memperbaiki dan meninggikan hasil kering tanaman.
8.	Besi	Pernapasan dan pembentukan hijau daun.
9.	Mangan	Berperan dalam proses asimilasi, dan penting bagi enzim.
10.	Tembaga	Berperan dalam terbentuknya hijau daun dan bahan utama dalam enzim.
11.	Boron	Pengangkut karbohidrat dan pengisap unsur kalsium.
12.	Seng	Pembentuk hormon tumbuh.
13.	Molibdenum	Membantu mengikat nitrogen dari udara.

## 2.4 Produk yang Sudah Ada

### 2.4.1 *Zera Food Recycler*

Sebelumnya pada tahun 2017 telah ada teknologi untuk mendaur ulang limbah makanan yaitu *Zera Food Recycler* inovasi dari Amerika Serikat. Alat ini merupakan teknologi daur ulang limbah makanan skala rumah tangga yang dapat mengubah limbah sisa makanan menjadi pupuk organik. Teknologi ini dibuat untuk mengurangi timbulan limbah makanan di TPA. Sebesar 20% limbah makanan di Amerika masuk ke TPA dengan teknologi ini dapat mengubah 95% limbah makanan skala rumah tangga menjadi pupuk dengan rata-rata limbah makanan yang dihasilkan dalam satu tahun sebesar 181,437 kg.

Komponen dari teknologi *Zera Food Recycler* yaitu, tutupan yang berfungsi untuk menutup tempat campuran limbah makanan; bahan aditif berupa sabut, bubuk soda dan sumber daya nabati yang membantu dalam proses penghancuran limbah makanan; tempat campuran limbah makanan yang akan diolah; alat pemotong yang berfungsi untuk menghancurkan limbah makanan sehingga ukuran menjadi lebih kecil; tempat keluaran yang berfungsi menampung pupuk yang telah selesai diolah selama 24 jam; tombol operasional dan *carbon filter* agar tidak menimbulkan bau dari hasil olahan limbah makanan.

Cara kerja dari *Zera Food Recycler* yaitu, memasukkan limbah makanan yang akan diolah kecuali daging, tulang dan produk susu kedalam tempat campuran dengan membuka tutupan, menekan tombol mulai untuk proses daur ulang, dan hasilnya dapat dilihat pada tempat keluaran dan dapat langsung digunakan pada tanaman sebagai pupuk organik bagi tanaman maupun sebagai nutrisi untuk tanah. Alat *Zera Food Recycler* dapat dilihat pada gambar 1:



**Gambar 1** *Zera Food Recycler*

#### **2.4.2** *FoodCycler*

Canada menghasilkan limbah makanan 172 kg setiap tahun yang terdiri dari 122 kg limbah sayuran dan buah; 18 kg minyak, lemak dan gula; 26 kg daging dan 6 kg merupakan produk susu yang dibuang tiap tahun pada TPA. Hal ini menjadi permasalahan karena banyaknya limbah makanan yang masuk ke TPA tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu yang dapat menyebabkan adanya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses pembusukan limbah makanan yang ada di *landfill* salah satunya ada gas metana ( $\text{CH}_4$ ), sehingga adanya teknologi *FoodCycler* ini sebagai solusi pengolahan limbah makanan agar tidak dibuang ke TPA. Teknologi *FoodCycler* dapat mengurangi timbulan limbah makanan hingga 90% di TPA karena dengan *FoodCycler* limbah makanan diubah menjadi pupuk organik yang berguna bagi tanah dan tanaman.

Limbah makanan di negara Canada untuk biaya pengangkutan dapat menghabiskan biaya \$31 miliar per tahunnya. Dengan adanya teknologi pengolahan limbah makanan berskala rumah tangga ini dapat membantu pemerintah dalam pengurangan biaya operasional pengelolaan limbah.

*FoodCycler* terdiri dari beberapa komponen yaitu, *filter* untuk menghilangkan bau pada saat proses pengolahan, wadah pengolahan, dan adanya *foodilizer tablet* untuk meningkatkan nutrisi bagi tanaman dengan cara melarutkan *foodilizer tablet* lalu menyemprotkan pada pupuk hasil akhir dari *FoodCycler*. Proses pengolahan limbah makanan

membutuhkan waktu 3 jam dan tidak membutuhkan air ataupun bahan kimia dimana prosesnya dengan memasukkan limbah makanan seperti limbah daging, ikan, buah, sayuran, biji-bijian, tulang ayam dan ikan, bubuk minuman (kopi dan teh), telur dan kulit telur yang telah di cacah terlebih dahulu kedalam wadah pengolahan kemudian menekan tombol untuk melakukan pengolahan limbah makanan dengan adanya energi panas yang dihasilkan dan akan menghasilkan pupuk dimana alat akan mati secara otomatis. Unit *FoodCycler* dapat dilihat pada gambar 2:



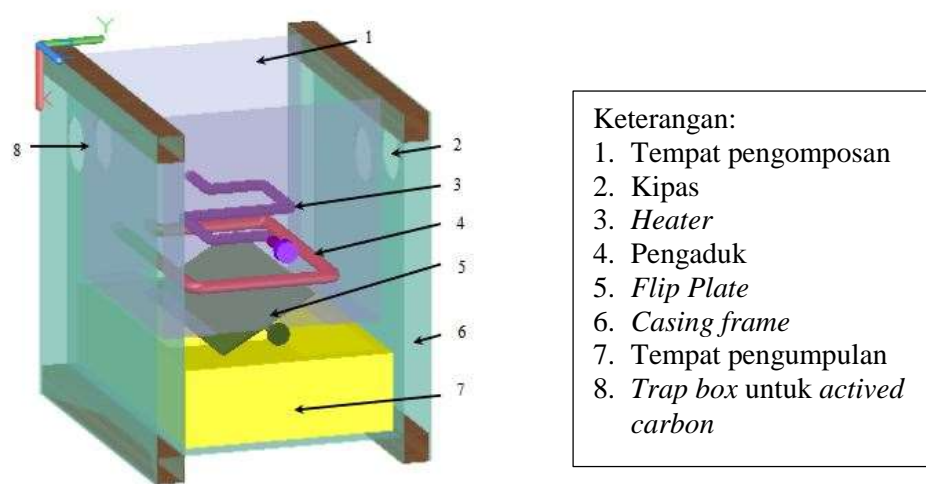
**Gambar 2** *FoodCycler*

## **2.5 Penelitian Terdahulu**

### **2.5.1 *Vessel Composting Machine***

Shamsuddin (2017) memfabrikasi mesin pengomposan dengan adanya sumber panas yang berasal dari *heater*. Proses dari pengomposan selama 30 hari dengan rentang suhu 55°C hingga 65°C dimana jika suhu mencapai 60°C pemanas akan berhenti dan jika lebih dari 70°C kipas akan nyala untuk membuang panas yang dihasilkan. Suhu pengomposan diatas 50°C dapat membunuh patogen (Hassan dkk, 2010 dalam Shamsuddin dan Junos, 2017). Pada mesin adanya pengadukan otomatis selama 1 menit setiap 48 jam.

Pada penelitiannya ada 2 sampel dengan bahan sisa sayuran, sisa ikan dan adanya kulit bawang sebagai *bulking agent*. *Bulking agent* berfungsi sebagai pengatur kelembaban karena kadar air yang rendah dan kadar selulosa yang tinggi menghasilkan sumber karbon yang baik. Hasil dari pengomposan selama 30 hari, yaitu pH 7,6 (A dan B), kadar air 48,9% (A) 46,9 (B), nitrogen 1,55% (A) 1,60% (B), fosfor 0,58% (A) 0,61% (B), kalium 1,04% (A) 1,11% (B) dan rasio C/N 9,29 (A) 9,69 (B) Pada gambar 3 merupakan desain dari *Vessel Composting*.



**Gambar 3** Desain *Vessel Composting*

### 2.5.2 Smart Composting

Chiplunkar (2018) memfabrikasi mesin pengomposan limbah dapur (*SMART Composting*) dengan adanya pemanasan pada suhu 60°C. Cara kerja dari mesin, yaitu adanya pencacahan, pengadukan limbah dan pengatur suhu pengolahan dimana pemanas dan motor mesin akan mati jika semua parameter telah tercapai. Kapasitas dari mesin mampu mengolah hingga 10 kg limbah dapur. Hasil dari penelitiannya 1,75 kg limbah organik terjadi penurunan massa 14% menjadi 1,5 kg dan adanya perubahan kadar air dari 75% menjadi 25% selama 20 jam pemanasan.



### **2.5.3 *Smart Food Waste Recycling Bin (S-FRB)***

Yeo (2019) melakukan penelitian terhadap pengolahan limbah makanan dengan menggunakan S-FRB. S-FRB menggunakan 60 kg serpihan kayu sebagai biokatalis (mempercepat proses pengomposan aerobik) karena dengan menggunakan serpihan kayu dapat mengubah 90% limbah makanan menjadi pupuk organik dalam waktu 24 jam. Proses kerja dari sistem S-FRB, yaitu suhu yang digunakan 40-50 °C dan energi yang dibutuhkan 35 kWh/hari. Hasil dari proses pengolahan limbah makanan dengan menggunakan S-FRB, yaitu adanya penurunan massa limbah sebesar 80%, penurunan kadar air 65%, peningkatan kadar volatil 72%, nilai pH meningkat dari 5,1 menjadi 6,3.

### **2.5.4 *Composts from Household Food Waste Produced in Automatic Composters***

Kucbel (2019) melakukan penelitian dengan menggunakan dua jenis komposter yaitu, *Naturemill composter* dan *GreenGood composter*. Pengomposan menggunakan *NatureMill* berlangsung sekitar 7 hari pada suhu 55-65°C dengan input 1 kg/minggu sedangkan pada komposter *GreenGood* berlangsung sekitar 14-21 hari pada suhu 70°C dengan input 2 kg/hari. Komposter otomatis memiliki konduktivitas yang tinggi karena adanya garam yang terkandung pada limbah makanan. Konduktivitas tinggi dapat menurunkan kadar air. Hasil akhir dari pengomposan tidak dapat digunakan bagi pertanian karena rendahnya kandungan senyawa organik.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*