

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Organik**

Limbah organik merupakan limbah yang cepat terdegradasi (cepat membusuk), terutama yang berasal dari sisa makanan. Sampah yang membusuk (garbage) adalah sampah yang dengan mudah terdekomposisi karena aktivitas mikroorganisme. Dengan demikian pengelolaannya haruslah cepat, baik dalam pengumpulan, pembuangan, maupun pengangkutannya. Pembusukan sampah ini dapat menghasilkan bau tidak enak, seperti amoniak dan asam-asam volatil lainnya. Selain itu, dihasilkan pula gas-gas hasil dekomposisi, seperti gas metan dan sejenisnya, yang dapat membahayakan keselamatan bila tidak ditangani secara baik. Penumpukan sampah yang cepat membusuk perlu dihindari. Sampah kelompok ini kadang dikenal sebagai sampah basah, atau juga dikenal sebagai sampah organik. Kelompok inilah yang berpotensi untuk diproses dengan bantuan mikroorganisme, misalnya dalam pengomposan atau gasifikasi (Damanhuri, 2010).

Sampah buah-buahan dan sayur-sayuran merupakan bahan yang biasanya dibuang secara open dumping tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga akan meninggalkan gangguan bagi lingkungan dan bau yang tidak sedap. Limbah buah dan sayur memiliki kandungan gizi rendah, yaitu protein kasar sebesar 1-15% dan serat kasar 5-38% (Jalaluddin, 2016).

#### **2.2 Pengeringan Limbah Organik**

Dalam pengolahan sampah organik terdapat sistem pengeringan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi volume, menstabilkan dari mikroorganisme patogen dan meningkatkan nilai panas sampah sehingga memenuhi persyaratan untuk dibakar. Pengeringan sampah sebelum dibakar dapat meningkatkan kesempurnaan reaksi pembakaran. Sampah yang mengandung nilai panas minimal 11600j/g dapat terbakar secara menerus dan stabil sedangkan yang mempunyai nilai panas lebih kecil memerlukan bahan bakar tambahan (Naryono, 2013). Sebaliknya sampah yang mempunyai kandungan air yang tinggi menyebabkan temperatur

ruang bakar rendah, karena sebagian energi panas dipakai untuk menguapkan air. Hal ini menyebabkan terjadinya reaksi pembakaran yang tidak sempurna. (*incomplete combustion*).

Kandungan air pada sampah diklasifikasikan sebagai berikut, air bebas dan air permukaan, dan air yang terikat. Air bebas dan air permukaan dapat menguap pada temperatur 100° C, tetapi pada penguapan air terikat membutuhkan temperatur sampai dengan 400° C (Ohm, 2009). Hal ini menyebabkan pada beberapa jenis sampah misalnya sisa makanan pemakaian energi dan waktu untuk mengeringkan menjadi tidak efisien.

Berikut ini dipaparkan tiga macam metode teknis pengeringan sampah yang pernah diteliti dan dipublikasikan (Nuryono, 2013) yaitu :

1. Metode *Biodrying*

Biodrying merupakan salah satu teknik pengeringan dengan perlakuan secara biologi. Penerapan pada pengolahan sampah adalah untuk proses pengeringan pada reaktor biokonversi yang diintegrasikan dengan proses mekanik misalkan proses penghancuran dan klasifikasi menggunakan screen. Proses ini biasanya dikenal dengan sistem *mechanical-biological treatment* (MBT). Prinsip operasi biodrying adalah menurunkan kadar air bahan dengan cara penguapan menggunakan panas eksotermis hasil dekomposisi sampah sehingga dihasilkan produk kering sesuai karakteristik yang diinginkan (Dofour, 2006). Proses biodrying sampah dapat menghasilkan SRF yang stabil dengan nilai panas yang tinggi. Kandungan air produk proses ini <20% dengan lama proses 7-15 hari. Selama proses berlangsung terjadi penurunan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O sebesar 25-30%. Selain H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>, hasil samping proses ini adalah volatile organic compound (VOC) yaitu bahan volatil yang terbentuk selama proses dekomposisi secara biologi seperti dimetil disulfid, dimetil sulfida, benzena, 2-butanon, limonen dan metilen klorida. Sampah yang telah dikeringkan dengan proses biodrying lebih ramah lingkungan apabila dibakar dibandingkan sampah basah (Zhang 2009 dalam Nuryono 2013).

## 2. Metode *Frying*

Sistem *frying* sering dijumpai pada pengolahan makanan dengan cara memanaskan pada minyak goreng. Pengeringan dengan metode *frying* dapat juga diterapkan pada bermacam-macam produk selain makanan. Salah satunya yaitu dalam mengeringkan sludge hasil limbah cair (Silvia, 2005). Mekanisme transfer massa yang terjadi selama pengeringan *fry drying* sama seperti halnya pada penggorengan makanan. Ada empat tahapan pada proses *fry drying*. Pada awalnya terjadi pemanasan sampel kemudian tahap kedua terjadi pendidihan pada permukaan sampai ke dalam bahan. Pada tahap ketiga ketika kandungan air mulai menurun, minyak masuk ke dalam bahan dan akhirnya terjadi perubahan fase pada air dan tahap empat terjadi penguapan air sehingga sebagian minyak menggantikan air pada bahan. Temperatur optimal untuk proses *frying* terjadi pada rentang 140-160° C dan kecepatan penguapan air bahan semakin tinggi dengan semakin kecilnya ukuran bahan (Farkas 2000 dalam Naryono 2013).

## 3. Metode Konveksi (*convective drying*)

Pengeringan konveksi mekanisme perpindahan panas yang dilakukan dengan cara kontak langsung antara bahan yang dikeringkan dan pemanas sehingga dapat meningkatkan temperatur bahan yang dikeringkan dan kandungan air. Uap air berpindah dari permukaan penguapan bahan kemudian menguap ke aliran udara pemanas. Kecepatan perpindahan panas dan massa uap air tergantung kecepatan udara yang digunakan pada pengeringan, temperatur dan tekstur bahan yang dikeringkan (Naryono, 2013).

## 4. Metode Konduksi (*conductive drying*)

Pengeringan dengan metode ini terjadi secara tidak kontak langsung antara media pemanas dan bahan yang dikeringkan. Perpindahan panas melalui kontak antara bahan yang dipanaskan dengan tempat pengeringan yang memperoleh sumber panas dari media pemanas. Sistem pengeringan ini digunakan pada bahan yang tidak boleh terkontaminasi oleh media pemanas misalkan pada makanan dan produk farmasi (Naryono, 2013).

## 5. Metode gabungan konduksi-konveksi

Metode ini memiliki mekanisme perpindahan panas secara kontak langsung maupun tidak langsung. Gas panas yang masuk pada mulanya dialirkan secara terpisah dari bahan yang dikeringkan. Setelah keluar dari sistem pemanas awal selanjutnya dilewatkan pada bahan sehingga terjadi kontak langsung. Sistem ini digunakan untuk pengeringan bahan yang mempunyai kandungan air yang tinggi sehingga mempunyai kandungan air yang tinggi sehingga pada saat awal pemanasan ketika temperatur gas masih tinggi digunakan sistem tidak langsung agar terjadi kontak antara air dan gas panas (Naryono, 2013).

## 2.3 Produk Pasar

### 2.3.1 *Zera Food Recycler*

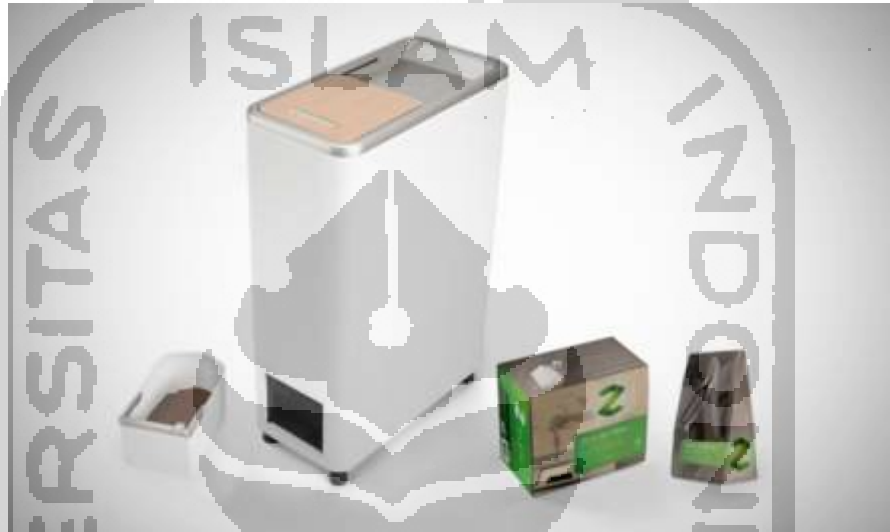
Terdapat suatu alat yang dikembangkan W Labs, divisi khusus produsen perabot rumah tangga ternama Whirlpool yang berlokasi di AS. Alat tersebut diberi nama *Zera Food Recycler*. Sesuai dengan namanya, alat ini berfungsi untuk mengolah sisa makan menjadi pupuk organik dalam kurun waktu 24 jam. Alat ini berukuran cukup besar dengan massa hingga 53 kg dan volume yang mencapai 8,4 liter. Namun karena keterbatasan pisau mencacah, alat ini tidak dapat mengolah sampah makanan berupa tulang-belulang dan jenis makanan yang keras lainnya. *Zera Food Recycler* mampu mengubah 95% limbah organik sisa makanan menjadi pupuk organik.

Komponen-komponen dari *Zera Food Recycler* ini terdiri dari :

1. Penutup atau tutupan
2. Bahan aditif
3. Tempat pencampuran (wadah)
4. Alat pemotong (pisau pemotong)
5. Tempat keuaran (wadah)
6. Tombol operator

Cara kerja dari *Zera Food Recycler* cukup sederhana, yaitu sebelum memulai memasukan sampahnya terlebih dahulu memasang filter karbon untuk mengurangi bau tak sedap, serta bahan aditif yang terbuat dari sabut kelapa dan

baking soda. Komponen terakhir ini berguna untuk mempercepat proses penguraian sampah bahan makanan tersebut. Kemudian perpaduan oksigen, kelembapan, panas dan alat pengaduk yang merupakan komponen dari proses pengolahan sampah sisa makanan oleh *Zera Food Recycler* akan mengubah sisa-sisa bahan makanan yang terkumpul tersebut menjadi pupuk organik.



**Gambar 1** *Zera Food Recycler*

Sumber : <https://www.indiegogo.com/projects/zera-food-recycler>

### 2.3.2 *FoodCycler*

*Food cycler* merupakan alat yang diproduksi di Canada. Alat ini dibuat karena Canada telah menghasilkan limbah makanan sekitar 172 kg setiap tahunnya. Limbah makanan yang dihasilkan langsung masuk ke tempat pemrosesan akhir (TPA) tanpa dilakukannya proses pengolahan terlebih dahulu yang mengakibatkan terjadinya pembusukan sehingga munculnya gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Teknologi ini dapat mengurangi timbulan sampah makanan TPA hingga 90%, yaitu dengan memproses limbah makanan menjadi pupuk organik.

Teknologi *FoodCycler* ini terdiri dari filter yang berfungsi untuk menghilangkan aroa atau bau dari limbah makanan sewaktu dilakukannya proses pengolahan, lalu ada wadah untuk pengolahan, dan dilengkapi dengan foodilizer tablet yang berfungsi untuk meningkatkan nutrisi pada hasil olahan sehingga cocok

untuk penyuburan tanaman. *FoodCycler* membutuhkan waktu selama 3 jam untuk memproses limbah makanan. Kemampuan mengolah dari *FoodCycler* ini dapat memproses limbah daging, ikan, buah, sayuran, biji-bijian, telur, tulang ayam dan ikan, dan kulit telur yang sebelumnya telah dicacah untuk mengoptimalkan kerja dari *FoodCycler*. Kemudian setelah memasukan limbah makanan kedalam wadah, menekan tombol untuk memulai proses pengolahan dan alat akan bekerja secara otomatis.



Gambar 2 *FoodCycler*

Sumber : <https://eartheasy.com/food-cycler-food-waste-recycler/>

## 2.4 Penelitian Terdahulu

### 2.4.1 *Smart Composting Machine*

Limbah sisa makanan pada *Smart Composting Machine* di cacah hingga halus agar memudahkan proses selanjutnya. Setelah dilakukan pencacahan, limbah makanan kemudian dikeringkan menggunakan alat *Smart Composting Machine* dengan suhu 60°C selama 20 jam. Selama proses pengeringan, limbah makanan diaduk secara otomatis didalam alat tersebut sehingga limbah makanan dapat kering merata. Alat ini mampu mengolah limbah makanan sebanyak 10 kg, dalam

penelitiannya yang menggunakan 1,75 kg limbah makanan yang terdiri dari limbah basah, sedang dan kering diperoleh hasil akhirnya yaitu kadar air yang berkurang sebesar 63% dan telah mengurangi massa limbah menjadi 1,5 kg (Chiplunkar, 2018).

#### **2.4.2 *In-Vessel Composting Machine for Food Waste***

Alat yang dikembangkan di negara Malaysia ini diberi nama In-Vessel Composting Machine. Bekerja selama 30 hari dan terjadi pengadukan secara otomatis sekali dalam 48 jam. Alat ini mampu mengolah limbah makanan hingga 10 kg dan suhu yang digunakan dari 55°C sampai 65°C, karena suhu yang efektif untuk mendekomposisi limbah organik yaitu 50°C-70°C. Proses pengomposan dengan menggunakan suhu diatas 50°C dapat membunuh senyawa dan bakteri jahat yang ada didalam limbah, sedangkan pada suhu diatas 70°C dapat merusak sel-sel mikro (Hassan 2010 dalam Shamsuddin 2017). Kemudian terdapat penelitian dengan menggunakan 2 kg limbah makan yang terdiri dari sayuran dan ikan dan tambahan kulit bawang sebagai penunjang pengolahan limbah. Dari hasil pengujian diperoleh pH 7,6, kadar air turun mencapai 48,9%, N 1,55%, P 0,583%, K 1,04 dan C/N 9,29.

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

Kegiatan pengomposan pada 1 kg sampah makanan dengan *NatureMill* berlangsung sekitar 7 hari dengan suhu 55-65°C. Setelah itu proses pemindahan pada wadah dengan suhu 35-45°C dengan durasi 1 minggu dan menjadi kompos dalam waktu 3 bulan atau lebih. *GreenGood* Composter memiliki cara pengomposan yang berbeda, yaitu dalam waktu 14-21 hari dengan suhu 70°C dengan rata-rata jumlah sampah makanan yaitu 2 kg/jari. Sampah makanan diproses pada komposter sebanyak 16-17 kg akan menghasilkan hasil akhir seberat 2 kg sampah makanan yang telah kering (Kucbel, 2019).

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

Konsep dari *Smart Food Waste Recycling Bin* ini yaitu bekerja pada suhu 40-50°C dengan kapasitas tampungnya sebanyak 15-20 kg/hari. Proses

pengomposannya menggunakan serbuk kayu sebagai biokatalis yang berfungsi untuk mempercepat proses pengomposan aerobik. Hasil dari proses pengomposan dengan menggunakan alat ini yaitu 182 kg dengan 80% massa sampah berkurang, kadar air berkurang 5%, kadar volatil 72%, pH 6,2, salinitas <0,1%, ATP 637 nmol/L, logam berat seperti Zn 18,2 mg/kg, Pb 5,14 mg/kg, Ni 13,99 mg/kg, Cu 20,29 mg/kg dan Cr 21,72 mg/kg (Yeo, 2019).

