

# PENGOLAHAN LIMBAH MAKANAN DENGAN METODE *CONDUCTIVE DRYING*

Nurul Lahtifah

15513093

## **ABSTRACT**

*Food waste treatment is needed to reduce the generation of waste that will enter the landfill where on average each person in Indonesia disposes 300 kg each year. In the research of food waste treatment with Food Waste Recycler (FWR) to reduce the mass of waste by using conductive drying method. Factors that influence the results of processing food waste by using the FWR, namely the mass of waste, temperature, and processing time. In the study of 500 grams of food waste treatment at 70°C for 5 hours (S1) and 10 hours (S2) with the enumeration in advance to speed up the drying process. Based on research showed a decrease in waste mass in the sample S1 39% with a final mass of 305 grams and S2 73.2% with a final mass of 134 grams. Reduction of waste mass due to evaporation of waste water content due to heat generated from heat sources (heater). Also in the S1 sample there was no discoloration and had a foul odor while in S2 the color was brown and the odor was not like the beginning. The results of Food Waste Recycler with the conductive drying method have chemical characteristics in the S1 sample waste pH 6.5, 0.81% nitrogen, 1.19% phosphorus, 1.30% potassium, 11.6% organic carbon and C / N ratio 13 While at pH 7, S2, 0.54% nitrogen, 1.08% phosphorus, 1.31% potassium, 8.36% organic carbon and a C / N ratio of 15.5. Long processing time is a factor in the high level of dry matter of waste, changes in color, odor, and low levels of nutrients contained in waste.*

**Keywords:** *Conductive Drying, Food Waste Recycler, Mixed of Food Waste*

## **ABSTRAK**

Pengolahan limbah makanan diperlukan untuk mengurangi timbulan sampah yang akan masuk pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dimana rata-rata tiap orang di Indonesia membuang 300 kg tiap tahun. Pada penelitian pengolahan limbah makanan dengan alat *Food Waste Recycler* (FWR) untuk menurunkan massa limbah dengan menggunakan metode *conductive drying*. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil dari pengolahan limbah makanan dengan menggunakan alat FWR, yaitu massa limbah, suhu, dan waktu pengolahan. Pada penelitian pengolahan limbah makanan 500 gram pada suhu 70°C selama 5 jam (S1) dan 10 jam (S2) dengan adanya pencacahan terlebih dahulu untuk mempercepat proses pengeringan.

Berdasarkan penelitian menunjukkan adanya penurunan massa sampah pada sampel S1 39% dengan massa akhir 305 gram dan S2 73,2% dengan massa akhir 134 gram. Penurunan massa limbah karena adanya penguapan kadar air sampah akibat adanya panas yang dihasilkan dari sumber panas (*heater*). Selain itu pada sampel S1 tidak adanya perubahan warna dan memiliki bau busuk sedangkan pada S2 warna kecoklatan dan bau tidak seperti awal. Hasil *Food Waste Recycler* dengan metode *conductive drying* memiliki karakteristik kimia pada limbah sampel S1 pH 6,5, 0,81% nitrogen, 1,19% fosfor, 1,30% kalium, 11,6% karbon organik dan rasio C/N 13,8 sedangkan pada S2 pH 7, 0,54% nitrogen, 1,08% fosfor, 1,31% kalium, 8,36% karbon organik dan rasio C/N 15,5. Waktu proses yang lama menjadi faktor tingginya kadar kering limbah, adanya perubahan warna, bau, dan rendahnya kadar hara yang terkandung pada limbah.

**Kata Kunci:** *Conductive Drying, Food Waste Recycler, Limbah Makanan Tercampur*

## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan limbah makanan menjadi salah satu isu lingkungan dimana sepertiga dari produksi makanan untuk dikonsumsi terbuang begitu saja menjadi limbah dengan total 1,3 miliar ton limbah makanan pertahunnya (Gustavsson dkk, 2011 dalam Schanes, Dobernick dan Gozet, 2018). Limbah makanan merupakan limbah yang berasal dari sisa proses pembuatan makanan maupun setelah kegiatan makan. Perilaku dalam mengkonsumsi makanan menjadi penentu dalam banyaknya makanan yang terbuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Rutinitas dari konsumsi makanan dengan adanya produksi dan penjualan makanan sehingga para konsumen merencanakan pembelian, belanja, melakukan penyimpanan makanan, memasak, dan makan sehingga dari kegiatan tersebut dapat menghasilkan limbah makanan jika tidak adanya perencanaan yang baik dalam niat mengurangi limbah makanan (Wahlen dan Winkel, 2016 dalam Schanes, Dobernick dan Gozet, 2018).

Limbah makanan termasuk dalam jenis limbah organik atau limbah yang mudah membusuk atau dapat terurai secara alami. Makanan yang diproduksi dibuang begitu saja ke TPA sebanyak sepertiganya (FAO, 2011 dalam Pham dkk, 2015). Berdasarkan *Economist Intelligence Unit* dan *BCFN Foundation*, Indonesia merupakan negara terbesar kedua di dunia setelah Arab Saudi yang membuang limbah makanan sebesar 427 kg tiap orang. Di Indonesia rata-rata tiap orang membuang 300 kg setiap tahun dan menghasilkan sebanyak 13 juta ton makanan yang terbuang setiap tahunnya yang setara dengan 500 kali berat Monumen Nasional (Rochmi, 2017). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup Pulau Jawa penghasil limbah makanan terbesar di Indonesia dengan kisaran 21 juta ton limbah makanan setiap

tahun dengan rincian DKI Jakarta 2,45 juta ton, Jawa Barat 11,13 juta ton, Jawa Tengah 8,96 juta ton, dan Jawa Timur 9,99 juta ton (Tujuliarto, 2018).

Limbah organik sebaiknya tidak dibuang terbungkus dan tercampur dengan limbah non organik. Limbah organik yang membusuk dalam keadaan anaerobik atau tanpa oksigen dapat menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ), dan oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang lepas ke atmosfer dan dapat mencemari lingkungan (Zhu dkk, 2009 dalam Pham dkk, 2015). Selain itu limbah makanan rumah tangga dapat mengandung kontaminan seperti tumbuh pengatur tanaman (*plant regulator*) yang merupakan senyawa organik yang bukan sebagai unsur hara bagi tanaman, obat hewan dan pestisida (Silva dkk, 2019).

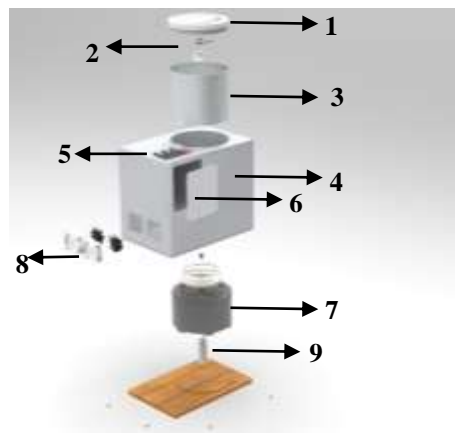
Pada penelitian ini pengolahan limbah makanan menjadi kering dengan alat *Food Waste Recycler* yang menggunakan metode *conductive drying*. Alat ini mengubah energi listrik menjadi energi panas dimana panas dari *heater* dapat menurunkan kadar air dan massa limbah akibat adanya proses penguapan air. Berdasarkan penelitian pendahulu pengolahan limbah makanan menjadi kering atau tidak basah pada temperatur  $70^\circ\text{C}$  selama 10 jam. Sehingga, pada penelitian dilakukan pengolahan limbah selama 5 dan 10 jam sebagai perbandingan hasil dari perubahan karakteristik fisika dan kimia setelah adanya pengolahan limbah makanan seperti massa limbah, warna, bau, kadar air dan kadar kering, kadar volatil dan abu, pH, nitrogen total (N), posfor (P), kalium (K), karbon (C) dan rasio C/N.

Shamsuddin (2017) merancang pengolahan limbah makanan dengan mesin *Vessel Composting*. Pada penelitiannya bahan yang digunakan adalah campuran dari sisa sayuran, sisa ikan dan kulit bawang sebagai *bulking agent*. Proses dari pengolahan selama 30 hari pada suhu  $55^\circ\text{C}$  hingga  $65^\circ\text{C}$  (adanya *heater*). Adanya penurunan kadar air yang terjadi karena tingkat suhu yang tinggi. Chiplunkar (2018) membuat mesin pengomposan limbah dapur (*SMART Composting*) dengan adanya pemanasan pada suhu  $60^\circ\text{C}$ . 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. Turunnya kadar air limbah organik dapat mengurangi volume limbah organik pada TPA, mengurangi proses pembusukan limbah organik yang tercampur serta dapat mengurangi gas metan yang dihasilkan dari proses pembusukan limbah organik.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Alat *Food Waste Recycler*

Alat yang dibuat dengan metode *conductive drying* dimana pada alat *Food Waste Recycler* antara *heater* (media panas) dan limbah yang akan dikeringkan tidak adanya kontak secara langsung. Pada gambar 1 desain alat.



**Gambar 1** Desain Alat

Keterangan:

1. Penutup wadah pengolahan diameter 20,5 cm
2. *Mixed blend* yang menggunakan prinsip blender dengan diameter pisau 18 cm
3. *Food waste bucket* dengan bahan *stainless steel* 0,8 mm (berlubang diameter 1 mm) dengan dimensi diameter 19,5 cm, tinggi dalam 10,8 cm, tinggi luar 13 cm dan volumenya 3 liter
4. *Body* utama dengan bahan *stainless steel* 430 0,8 mm *finishing coating polished* dan adanya alas kayu, dengan dimensi alat 40 (panjang) x 30 (lebar) x 35 cm (tinggi)
5. *Control interface* dengan layar OLED Arduino 2,4" dengan adanya tombol pengatur waktu dan suhu
6. *Electronic box* yang berisi termostat dengan dimensi 15 cm (panjang) x 30 cm (lebar) x 35 cm (tinggi)
7. *Heater* dengan daya 400-750 watt
8. *Air cooler* untuk membuang panas yang dihasilkan ke udara
9. *Motor crusher* dengan *planetary gear* 36 *high torque and speed*

## 2.2. Cara Kerja Alat

Limbah makanan 500 gram pada bucket dilakukan pencacahan terlebih dahulu dengan menekan “B” pada keypad dan jika telah selesai menekan tombol “B” kembali. Selanjutnya proses pengeringan dengan mengatur suhu dan waktu pada keypad dengan kode Suhu#Jam#Menit#D. Proses pengeringan selesai dengan adanya bunyi alarm.

## 2.3. Metode Pengujian Hasil Pengolahan

Hasil dari pengolahan limbah makanan pada suhu 70°C selama 5 jam dan 10 jam dilakukan pengujian terhadap perubahan karakteristik fisik dan kimia yang terkandung. Metode yang digunakan dalam pengujian hasil pengolahan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Metode Pengujian

No.	Parameter	Satuan	Metode	Acuan
1.	pH		Menggunakan pH meter	-
2.	Kadar air dan Kadar Kering	%	Pengeringan dengan oven selama 16 jam pada suhu 105°C	*
3.	Kadar Volatil dan Kadar Abu	%	Pemanasan dengan furnace selama 24 jam pada suhu 600 °C	*
4.	Nitrogen Total	%	Kjeldahl	**
5.	Phosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	Ekstrak HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub>	**
6.	Kalium (K <sub>2</sub> O)	%	Ekstrak HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub>	**
7.	Karbon Organik	%	Ekstrak HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub>	*

\*) Balai Penelitian Tanah (2003)

\*\*\*) SNI 2803:2010

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Proses Conductive Drying

Pada penelitian ini digunakannya metode *conductive drying* dimana tidak adanya kontak secara langsung antara media panas dan limbah. *Heater* akan memberikan panas pada limbah sehingga adanya perpindahan panas dan terjadinya penguapan karena adanya perbedaan suhu limbah dengan suhu yang diberikan.

Suhu pengolahan mempengaruhi kelembaban udara yang ada pada alat, dimana suhu yang tinggi menyebabkan kelembaban udara yang rendah dan laju penguapan yang tinggi.

Pada proses pengolahan limbah makanan dengan alat FWR adanya pencacahan pada limbah untuk memperluas permukaan bahan sehingga dapat mempercepat proses pengeringan. Hal ini dapat terjadi karena mengurangi jarak antara panas menuju bahan dan jarak massa air dari bahan yang keluar ke permukaan bahan (Muchtadi, 2013 dalam Nuraeni, 2018).

Berdasarkan penelitian Kucbel (2019) pengomposan otomatis dengan menggunakan *Green Good Composter* kandungan senyawa organik pada hasil akhir pengolahan limbah dapur rendah karena faktor dari suhu pengolahan lebih dari 70°C. Suhu pengomposan diatas 50°C dapat membunuh patogen (Hassan, 2010 dalam Shamsuddin dan Junos, 2017). Pada penelitian pendahulu dilakukannya pengolahan pada suhu 60°C dan 70°C. Faktor yang mempengaruhi proses pengeringan dengan metode *conductive drying*, yaitu massa limbah, suhu pengolahan, dan waktu pengolahan. Pengaruhnya terhadap pengolahan yaitu suhu yang rendah dan massa limbah yang banyak akan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengeringan. Sehingga, pada penelitian ini proses pengolahan 500 gram limbah makanan dengan suhu 70°C selama 10 jam akan mendapatkan hasil akhir dengan kondisi limbah yang kering. Proses pengeringan limbah makanan dimana jika suhu mencapai 70°C pemanas akan berhenti hingga mencapai suhu maksimum dan akan membuang panas yang dihasilkan adanya kipas pada alat.

### 3.2. Karakteristik Fisika Limbah Makanan Setelah Pengolahan

Karakteristik fisika menunjukkan sifat fisik pada limbah. Proses pengolahan limbah makanan dengan menggunakan metode *conductive drying* dapat mengubah karakteristik fisika pada limbah seperti massa limbah, warna, bau kadar air, kadar kering, kadar volatil, dan kadar abu yang terkandung pada limbah. Waktu pengolahan merupakan salah satu faktor adanya perubahan karakteristik fisika pada limbah dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2** Karakteristik Fisika Limbah Setelah Pengolahan

No.	Parameter	Satuan	Waktu (Jam)	
			5 *(S1)	10 **(S2)
1	Massa Awal Sampah	gram	500	
2	Massa Akhir	gram	305	134
3	Warna	-	Tidak ada perubahan warna	Kecoklatan

No.	Parameter	Satuan	Waktu (Jam)	
			5 *(S1)	10 **(S2)
4	Bau	-	Bau sampah basah/busuk	Tidak berbau
5	Kadar Air	%	54,7	6,5
6	Kadar Kering	%	45,3	93,5
7	Kadar Volatil	%	87	88
8	Kadar Abu	%	13	12

\* S1 : Sampel 5 jam pengolahan

\*\*S2 : Sampel 10 jam pengolahan

Berikut merupakan pembahasan karakteristik fisika tiap parameter setelah adanya pengolahan selama 5 jam dan 10 jam.

### 3.2.1 Massa Limbah

Massa limbah menunjukkan berat limbah dengan satuan gram. Setelah dilakukannya pengolahan 500 gram limbah makanan adanya penurunan massa limbah pada sampel S1 sebesar 39% dengan massa akhir 305 gram dan S2 sebesar 73,2% dengan massa akhir 134 gram. Penurunan massa limbah lebih besar pada pengolahan 10 jam karena waktu yang lama mempengaruhi penurunan kadar air pada limbah. Hal ini terjadi karena proses pengeringan yang menyebabkan adanya penguapan air. Pada *Smart Composting* penurunan massa limbah sebesar 14% karena suhu yang digunakan 60°C (Chiplunkar dan More, 2018).

Proses pengeringan berlangsung dengan adanya perpindahan air yang terkandung pada limbah ke lingkungan sekitarnya, sehingga terjadi penguapan air karena adanya perbedaan suhu limbah dengan suhu yang diberikan (perpindahan panas). Selain itu, karena adanya panas yang bersumber pada *heater* membuat kelembaban udara menjadi rendah sehingga tekanan uap air pada limbah lebih besar dari pada tekanan uap air dari limbah makanan ke udara. Akibat dari adanya penguapan air dapat menurunkan kadar air yang terkandung pada limbah sehingga massa pada limbah juga berkurang. Pada gambar 2 merupakan massa akhir limbah (a) Sampel S1 dan (b) Sampel S2:



(a)

(b)

**Gambar 2** Massa Akhir Limbah

### 3.2.2 Bau dan Warna Limbah

Hasil dari pengolahan limbah pada sampel S1 tidak adanya perubahan warna dari sebelum pengolahan yaitu masih berwarna sama dengan limbah makanan awal dan memiliki bau seperti limbah makanan yang basah. Sedangkan pada sampel S2 adanya perubahan warna dari sebelum pengolahan yaitu berwarna kecoklatan kering dan tidak adanya bau seperti pada saat sebelum pengolahan. Perubahan warna terjadi akibat dari proses pemanasan dengan waktu yang lama hingga limbah menjadi kering. Pada gambar 3 menunjukkan warna limbah setelah pengolahan, (a) Sampel S1 dan (b) Sampel S2.



(a)

(b)

**Gambar 3** Warna Limbah Setelah Pengolahan

### 3.2.3 Kadar Air dan Kadar Kering Limbah

Kadar air menunjukkan kandungan air yang terkandung pada bahan setelah dilakukan proses pengolahan, dimana jika nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan kadar kering berarti bahan tersebut tidak mengandung air yang banyak atau bisa



disebut bahan tersebut kering. Limbah makanan memiliki kadar kering 22,8% (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016) yang berarti bersifat basah karena kadar air yang terkandung pada limbah makanan lebih tinggi 77,2%.

Pengolahan limbah makanan dengan metode *conductive drying* dapat menurunkan kadar air karena adanya panas dari *heater* yang dapat menyebabkan terjadinya penguapan air yang terkandung pada limbah makanan pada saat proses pengolahan. Sampel penelitian di oven selama 16 jam pada suhu 105°C, di timbang berat keringnya yang kemudian dihitung nilai kadar air. Waktu pengolahan mempengaruhi rendahnya nilai kadar air pada limbah dapat dilihat pada sampel S1 memiliki kadar air lebih tinggi dibanding kadar keringnya sebesar 54,7% sesuai dengan *ouput* limbah yang masih basah. Sedangkan pada sampel S2 memiliki kadar air lebih rendah dibanding kadar keringnya sebesar 6,5% sesuai dengan *ouput* limbah yang kering. Rendahnya kadar air berbanding lurus dengan penurunan massa limbah dimana penurunan massa limbah diakibatkan karena penurunan kadar air yang tinggi.

Penurunan kadar air juga terjadi pada *Vessel Composting Machine* dengan nilai kadar air 48,9% dan 46,9% (Shamsuddin dan Junos, 2017), *Smart Composting* dengan nilai kadar air 25% (Chiplunkar dan More, 2018) dan S-FRB dengan nilai kadar air 35% (Yeo dkk, 2019). Perbedaan nilai kadar air yang terkandung pada limbah setelah pemanasan karena perbedaan suhu yang digunakan pada setiap alat. Suhu yang digunakan pada *Vessel Composting Machine*, *Smart Composting* dan S-FRB dibawah 70°C.

#### **3.2.4 Kadar Volatil dan Kadar Abu Limbah**

Kadar volatil merupakan jumlah zat uap yang terkandung pada suatu bahan yang mengalami pemanasan sedangkan kadar abu menunjukkan jumlah zat yang tidak dapat menguap, dimana jika nilai kadar volatil rendah berarti rendahnya kandungan organik. Limbah makanan memiliki kandungan volatil 88,2% (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016). Pada penelitian sampel dari hasil pengolahan di furnace selama 24 jam pada suhu 600°C yang kemudian ditimbang sisa dari pemanasan dan dilakukan perhitungan nilai kadar volatil dan abu. Adanya pengolahan dengan metode *conductive drying* pada sampel S1 dan S2 memiliki kadar volatil tinggi dibanding kadar abu, yaitu berturut - turut 87% dan 88%. Kadar abu pada sampel S2 12% lebih tinggi dibanding S1 13% karena hilangnya garam-garam mineral dan pengotor pada saat pemanasan berlangsung (Hidayat dan Mitarlis, 2016). Berdasarkan penelitian kadar volatil tertinggi selama 10 jam pemanasan namun memiliki kandungan organik

lebih rendah dibanding 5 jam karena pemanasan mengakibatkan adanya penguapan karbon dan nitrogen.

### 3.3. Karakteristik Kimia Limbah Makanan Setelah Pengolahan

Karakteristik kimia menunjukkan susunan kimia yang ada pada limbah. Proses pengolahan limbah makanan dengan menggunakan metode *conductive drying* dapat mengubah karakteristik kimia pada limbah seperti nilai pH, kadar nitrogen (N), karbon organik (C), rasio C/N, fosfor (P) dan kalium (K). Waktu pengolahan merupakan salah satu faktor adanya perubahan karakteristik kimia pada limbah dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 3** Karakteristik Kimia Limbah Setelah Pengolahan

No.	Parameter	Satuan	Waktu (Jam)	
			5 *(S1)	10 **(S2)
1	pH	-	6,5	7
2	Nitrogen Total (N)	%	0,81	0,54
3	Karbon Organik (C)	%	11,16	8,36
4	Rasio C/N	-	13,8	15,5
5	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	1,19	1,08
6	Kalium (K <sub>2</sub> O)	%	1,30	1,31

\* S1 : Sampel 5 jam pengolahan

\*\*S2 : Sampel 10 jam pengolahan

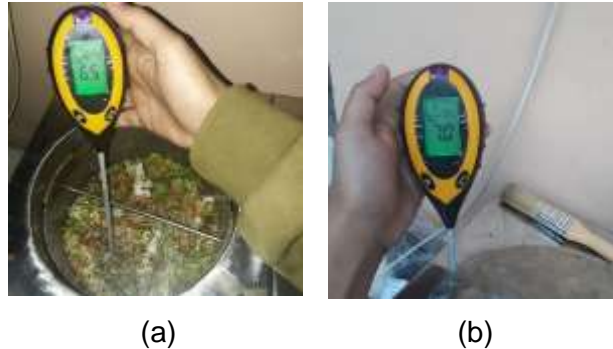
Berikut merupakan pembahasan karakteristik kimia tiap parameter setelah adanya pengolahan selama 5 jam dan 10 jam.

#### 3.3.1 Derajat Keasaman (pH) Limbah

Derajat keasaman (pH) menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang terkandung. pH dari limbah makanan lebih rendah dibandingkan limbah organik seperti dedaunan hijau dengan pH sekitar 7,3 (Zhang dan Sun, 2014 dalam Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016). Limbah makanan memiliki pH 5,1 (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016) sedangkan pH pada limbah makanan pasca konsumsi di hotel (sisa prasmanan) sebesar 4,7 (Ho dan Chu, 2018). Nilai pH yang mendekati angka normal dapat digunakan tanaman karena mudah diserap oleh tanaman untuk mengurangi keasaman tanah (Astari, 2011 dalam Suwatanti dan Widyaningrum, 2017).

Pada sampel S1 nilai pH 6,5 dan S2 memiliki pH 7, sehingga dapat digunakan oleh tanaman sebab nilai pH mendekati atau sama dengan nilai normal. Keberadaan

nitrogen dan kondisi anaerobik dapat mempengaruhi pH (Kusuma, 2012 dalam Hastuti, Samudro dan Sumiyati, 2017). Berdasarkan penelitian waktu pemanasan mempengaruhi nilai pH pada limbah makanan dimana selama 10 jam pemanasan pH netral dibandingkan pada 5 jam pemanasan. Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran pH pada (a) Sampel S1 dan (b) Sampel S2.



**Gambar 4** pH Limbah Setelah Pengolahan

Peningkatan pH juga terjadi pada *Vessel Composting Machine* (Shamsuddin dan Junos, 2017) dan *Smart Food Waste Recycling Bin* (Yeo dkk, 2019) yaitu dengan nilai pH berturut-turut 7,6 dan 6,3. Perbedaan nilai pH karena faktor waktu pemrosesan dimana pada *Vessel Composting Machine* dilakukan selama 30 hari serta adanya *bulking agent* (kulit bawang) sedangkan pada S-FRB dilakukan selama 24 jam serta adanya serpihan kayu sebagai biokatalis.

### 3.3.2 Kadar Nitrogen (N) Limbah

Unsur nitrogen bagi tanaman berguna dalam pertumbuhan batang, cabang, daun dan pembentukan hijau daun untuk proses fotosintesis (Lingga dan Marsono, 2008). Limbah makanan memiliki kandungan nitrogen 2,5% (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016), limbah dapur 3,19% (Li dkk, 2016), Sudiby (2017) melakukan penelitian dengan sampel limbah kota berjenis limbah makanan dengan kadar nitrogen 1,4% dan Zhang (2007) dengan sampel limbah makanan basah 3,16%. Kadar nitrogen pada sampel S1 dan S2 terjadi penurunan kadar nitrogen pada limbah makanan setelah adanya pemanasan dimana nilainya berturut-turut 0,81% dan 0,54%. Penurunan kadar nitrogen pada limbah makanan karena adanya proses penguapan nitrogen bersama kadar air dan adanya peningkatan pH pada bahan sehingga adanya volatilisasi N sebagai  $\text{NH}_3$  (Spencer dan Heyst, 2013 dalam Lucitawati, Rezagama dan Samudro, 2018). Selain itu waktu pengolahan mempengaruhi kadar nitrogen dimana semakin lama proses pemanasan akan semakin berkurangnya

kadar nitrogen akibat penguapan yang terjadi dengan waktu yang lama hingga bahan menjadi kering.

Pada *Vessel Composting Machine* adanya kulit bawang sebagai *bulking agent* yang memiliki kadar selulosa yang tinggi menghasilkan sumber karbon yang baik. Unsur karbon akan menguap dan juga bereaksi dengan nitrogen mengubah amonia menjadi nitrit sehingga nilai nitrogen pada hasil akhir tinggi yaitu, 1,55% dan 1,60% (Shamsuddin dan Junos, 2017).

### **3.3.3 Kadar Karbon (C) Limbah**

Menurut Fisgativa (2016) limbah makanan memiliki nilai karbon organik 45,5%, dengan sampel limbah dapur 46,11% (Li dkk, 2016), menurut Sudiby (2007) kadar karbon pada limbah makanan 44,5%, dan Zhang (2007) dengan sampel limbah makanan basah 46,78%. Pada sampel S1 dan S2 memiliki kadar karbon 11,16% dan 8,36% terjadi penurunan kadar karbon organik dipengaruhi oleh adanya penguapan karbon akibat dalam proses pengolahan adanya panas yang berasal dari *heater* sehingga semakin lama waktu pemanasan, kadar karbon pada limbah akan berkurang.

### **3.3.4 Rasio C/N Limbah**

Rasio C/N menunjukkan adanya oksidasi karbon sebagai sumber energi dan memakan nitrogen untuk sintesis protein. Karbon dijadikan sebagai sumber energi sedangkan nitrogen dijadikan sebagai nutrisi untuk mensintesis material sel, asam amino dan protein oleh mikroba. Rasio C/N yang rendah karena kandungan nitrogen yang tinggi dan dapat terjadinya nitrogen yang hilang ke atmosfer dalam bentuk gas  $\text{NH}_3$  sehingga menimbulkan bau. Namun, rasio C/N tinggi berarti bahan organik mentah dan dapat merugikan jika langsung diberikan pada tanah karena bahan organik dapat digunakan oleh mikroba seperti bakteri ataupun fungi untuk mendapatkan energi hara yang seharusnya digunakan oleh tanaman (Wahyuni, Kusnadi dan Honorita, 2017).

Limbah makanan dengan rata-rata nilai rasio C/N pada limbah makanan 18,5 (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016) sedangkan pada sampel pasca konsumsi dari hotel (sisa prasmanan) memiliki rasio C/N 18,5 (Ho dan Chu, 2018). Rasio C/N yang mendekati rasio C/N tanah yaitu berkisar 10-12 berarti dapat digunakan tanaman untuk pertumbuhan (Setyorini, 2006 dalam Kusuma, 2012). Hasil dari penelitian rasio C/N pada sampel S1 dan S2 yaitu berturut-turut 13,8 dan 15,5. Seharusnya hasil rasio C/N tertinggi pada sampel S1 karena memiliki nilai karbon dan nitrogen tertinggi,

namun pada penelitian ini terdapat selisih yang jauh antara nilai nitrogen dan karbon pada S1 dan S2 sehingga didapat hasil rasio C/N tertinggi pada sampel S2.

### **3.3.5 Kadar Fosfor ( $P_2O_5$ ) Limbah**

Unsur fosfor bagi tanaman berguna dalam pertumbuhan akar, membantu asimilasi, mempercepat masaknya buah (Lingga dan Marsono, 2008). Berdasarkan Fisgativa (2016) kadar fosfor (P) yang terkandung pada limbah makanan 0,5% dan menurut Zhang (2007) limbah makanan dalam keadaan basah 0,52%. Pada penelitian sampel 5 jam dan 10 jam memiliki kadar fosfor berturut-turut 1,19% dan 1,08%. Terjadi peningkatan nilai fosfor setelah adanya pengolahan karena kehilangan massa selama proses pengolahan (Lu dkk, 2013 dalam Lucitawati, Rezagama dan Samudro, 2018). Selain itu peningkatan kadar fosfor setelah proses pengolahan akibat kehilangan karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang membentuk  $CO_2$  dan  $H_2O$  (Larney dkk, 2006 dalam Lucitawati, Rezagama dan Samudro, 2018). Namun, lamanya proses pengolahan menjadi faktor menyebabkan kadar fosfor yang terkandung pada limbah menurun.

### **3.3.6 Kadar Kalium ( $K_2O$ ) Limbah**

Pada tanaman unsur kalium bermanfaat dalam pembentukan protein dan karbohidrat serta memperkuat tubuh tanama (Lingga dan Sumarno, 2008). Kadar kalium (K) pada limbah makanan 1,2% (Fisgativa, Tremier dan Dabert, 2016) dan pada limbah makanan dalam keadaan basah kandungan kalium 0,90% (Zhang dkk, 2007). Sampel 5 jam dan 10 jam pada penelitian memiliki kadar kalium berturut-turut 1,30% dan 1,31%. Adanya pengolahan meningkatkan nilai kalium karena penurunan massa limbah selama proses pengolahan (Lu dkk, 2013 dalam Lucitawati, Rezagama dan Samudro, 2018). Peningkatan kadar kalium setelah proses pengolahan juga disebabkan karena kehilangan karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang membentuk  $CO_2$  dan  $H_2O$  (Larney dkk, 2006 dalam Lucitawati, Rezagama dan Samudro, 2018).

## **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya maka diperoleh simpulan, yaitu faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pengolahan limbah makanan dengan metode *conductive drying* pada alat *Food Waste Recycler*, yaitu massa limbah, suhu pengolahan, dan lamanya waktu proses pengolahan. Berdasarkan penelitian pengolahan

limbah makanan tercampur dengan hasil *output* yang kering yaitu pada suhu 70 °C selama 10 jam dengan massa limbah 500 gram.

Adanya perubahan karakteristik fisika pada limbah makanan setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *conductive drying* pada alat *Food Waste Recycler* dapat waktu pengolahan mempengaruhi adanya penurunan massa akhir limbah terbesar pada S2 73,2% dengan massa akhir mencapai 134 dengan bahan menjadi kering karena kadar air yang rendah yaitu 6,5 %. Selain itu juga terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan, tekstur yang kering dan bau yang tidak lagi seperti sebelum pengolahan.

Adanya perubahan karakteristik kimia yang terkandung pada limbah makanan yang telah dilakukan pengolahan menggunakan metode *conductive drying* pada alat *Food Waste Recycler* , yaitu adanya pengaruh waktu pengolahan terhadap kandungan organik pada limbah dimana kadar hara (nitrogen, fosfor, dan kalium) tertinggi pada sampel S1, yaitu 0,81% nitrogen, 1,19% fosfor dan 1,30% kalium, kadar karbon organik tertinggi pada sampel S1 11,16%, rasio C/N tertinggi pada sampel S2 15,5, dan derajat keasaman (pH) pada sampel S1 dan S2 mendekati normal 6 dan 7.

Perubahan karakteristik fisika dan kimia pada limbah akibat adanya pemanasan dimana waktu yang lama menjadi faktor tingginya kadar kering limbah, adanya perubahan warna dan bau pada limbah, rendahnya kadar abu, rendahnya nitrogen total limbah dan rendahnya karbon organik limbah.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. **FoodCycler**. <https://www.nofoodwaste.com/>. Diunduh pada 31 Januari 2019.
- Anonim. 2019. **Zera Food Recycler**. <https://wlabssinnovations.com/pages/zera>. Diunduh pada 31 Januari 2019.
- Chiplunkar, G., dan More, A. 2018. **Design of Kitchen Waste Composting Machine: A Smart Approach**. *Internasional Journal of Trend in Research and Development*. Vol. 5(3). ISSN 2394-9333. p: 41-43.
- Damanhuri, E., dan Padmi, T. 2010. **Diktat Perkuliahan Pengelolaan Sampah**. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Eviati dan Sulaeman. 2003. **Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk**. Balai Penelitian Tanah: Bogor.
- Fisgativa, H., Tremier, A., dan Dabert, P. 2016. **Characterizing the Variability of Food Waste Quality: A Need for Efficient Valorisation Through Anaerobic Digestion**. *Journal of Waste Management*. Vol. 50. p: 264-274.

- Hastuti, S. M., Samudro, G., dan Sumiyati, S. 2017. **Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Composter Tub.** *Jurnal Teknik Mesin.* **Vol. 06.** No. 2 ISSN 2549-2888. p: 114-118.
- Hidayat, M. I. F., dan Mitarlis. 2016. **Karakteristik Silika Dari Limbah Padat Hasil Sintesis Furfural Berbahan Dasar Sekam Padi.** *UNESA Journal of Chemistry.* **Vol. 5.** No 2. p: 108-115.
- Ho, K. S., dan Chu, L. M. 2018. **Characterization of Food Waste from Different Sources in Hong Kong.** *Journal of the Air & Waste Management Association.* p: 1096-2247.
- Kucbel, M., Raclavska, H., Ruzickova, J., dkk. 2019. **Properties of Composts From Household Food Waste Produced in Automatic Composters.** *Journal of Environmental Management.* **Vol. 236.** p: 657-666.
- Kusuma, Angga. 2012. **Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok.** Tesis Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- Li, Y., Yiyang, J., Li, J., dkk. 2016. **Current Situation Development of Kitchen Waste Treatment in China.** *Procedia Environmental Sciences.* **Vol. 31.** p: 40-49.
- Lingga, P., dan Marsono. 2008. **Petunjuk Penggunaan Pupuk.** Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lucitawati, E., Rezagama, A., dan Samudro, G. 2018. **Penentuan Variasi Rasio C/N Optimum Sampah Campuran (Dedaunan dan Sisa Makanan) Terhadap Kinerja Compost Solid Phase Microbial Fuel Cells (CSMFC).** *Jurnal Presipitasi.* **Vol. 5.** No. 2 ISSN 2550-0023. p: 100-105.
- Naryono, E., dan Soemarno. 2013. **Pengeringan Sampah Organik Rumah Tangga.** *Indonesian Green Technology Journal.* **Vol. 2.** No. 2 E-ISSN 2338-1787. p: 61-69
- Nuraeni, Lia. 2018. **Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Tepung Terubuk (Saccharum edule Hasskarl).** Tugas Akhir Teknologi Pangan Universitas Pasudan.
- Pham, T. P. T., Kaushik, R., Parshetti, G. K., dkk. 2015. **Food Waste to Energy Conversion Technologies: Current Status and Future Directions.** *Journal of Waste Management.* **Vol. 38.** p: 399-408.
- Purwendro, S., dan Nurhidayat. 2006. **Mengolah Sampah untuk Pupuk Peptisida Organik.** Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rochmi, M. N. 2017. **Indonesia, Negara Pembuang Makanan Terbanyak Kedua.** [https://beritagar.id/artikel/berita/indonesia-negara-pembuang makanan-terbanyak-kedua](https://beritagar.id/artikel/berita/indonesia-negara-pembuang-makanan-terbanyak-kedua). Diunduh pada 27 Juli 2019.

- Schanes, K., Dobernic, K., dan Gozet, B. 2018. **Food Waste Matters- A Systematic Review of Household Food Waste Practices and Their Policy Implications.** *Journal of Cleaner Production.* **Vol. 182.** p: 978-991.
- Shamsuddin, S., dan Junos, M. A. 2017. **Design and Fabrication of In-Vessel Composting Machine for Food Waste.** *Journal Online Jaringan COT POLIPD.* **Vol. 8.** eISSN 2504-8457. p: 55-62.
- Silva, V., Mol, H.G.J., Tinstr, M., dkk. 2019. **Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded.** *Science Total Environ.* **Vol. 653.** p: 1532–1545.
- SNI. 2010. Pupuk NPK Padat No. 2803:2010.
- Sudiby, H., Majid, A. I., Pradana, Y. S., dkk. 2017. **Technological Evaluation of Minicipal Solid Waste Management System in Indonesia.** *Energy Procedia.* **Vol. 105.** p: 263-269.
- Suwatanti, E. P. S., dan Widiyaningrum, P. 2017. **Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos.** *Jurnal MIPA UNNES.* **Vol. 40.** ISSN 0215-9945. p: 1-6.
- Tujuliarto, Yogi. 2018. **Sampah Makanan Melimpah.** <https://www.cnnindonesia.com>. Diunduh pada 1 Februari 2019.
- Wahyuni, T., Kusnadi, H., dan Honorita, B. 2017. **Status Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen Tanah Sawah Tiga Kabupaten di Provinsi Bengkulu.** *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2017.* 19-20 Oktober 2017. ISBN 978-979-587-748-6. p: 726-730.
- Yeo, J., Oh, J., Cheung, H. H. L., dkk. 2019. **Smart Food Waste Recycling Bin (S-FRB) to Turn Food Waste into Green Energy Resources.** *Journal of Environmental Management.* **Vol. 234.** p: 290-296.
- Zhang, R., El-Mashad, H. M., Hartman, K., dkk. 2007. **Characterization of Food Waste as Feedstock for Anaerobic Digestion.** *Journal of Bioresource Technology.* **Vol. 98.** p: 929-935.