

## PENGOLAHAN LIMBAH MAKANAN DENGAN METODE *CONDUCTIVE DRYING*

Yebi Yuriandala<sup>1</sup>, Hijrah Purnama Putra<sup>2</sup> dan Nurul Lahtifah<sup>3</sup>

<sup>1)2)3)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Email : yebi.y@uii.ac.id

### **Abstrak**

*Sampah saat ini menjadi permasalahan lingkungan. Salah satu sampah yang banyak dihasilkan adalah sampah organik berupa sisa makanan yang berasal dari rumah tangga maupun restoran atau rumah makan. Pengelolaan sampah skala individu atau kelompok sangat diperlukan untuk meminimalisasi volume sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Pada penelitian ini dilakukan pengolahan sampah makanan dengan alat Food Waste Recycler (FWR) untuk menurunkan massa limbah dengan menggunakan metode conductive drying pada suhu 70°C selama 5 jam (S1) dan 10 jam (S2). Berdasarkan penelitian menunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil dari pengolahan limbah makanan dengan menggunakan alat FWR, yaitu massa limbah, suhu, dan waktu pengolahan. Sampel S1 mengalami penurunan massa 39% dengan massa akhir 305 gram dan S2 mengalami penurunan massa 73,2% dengan massa akhir 134 gram. Karakteristik kimia Hasil Food Waste Recycler dengan metode conductive drying sampel S1 didapatkan 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. Kadar kering sampah, perubahan warna, bau, dan rendahnya kadar hara yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu pengoperasian reaktor FWR.*

**Kata kunci:** *conducted drying, food waste recycler, sampah organik*

### **Abstract**

*Waste is currently an environmental problem. One of the waste generated is organic waste in the form of the remains of households or restaurants. Individual or group scale waste management is needed to minimize the volume of waste that enters the Final Processing Site (TPA). In this study, food waste processing was carried out using Food Waste Recycler (FWR) to reduce the mass of waste by using conductive drying methods at 70°C for 5 hours (S1) and 10 hours (S2). Based on research shows the factors that influence the results of processing food waste using FWR tools, namely the mass of waste, temperature, and processing time. Sample S1 decreased by 39% with a final mass of 305 grams and S2 decreased by 73.2% with a final mass of 134 grams. Chemical Characteristics of Food Waste Recycling Results by conductive drying method were S1 obtained a pH of 6.5, 0.81% nitrogen, 1.19% phosphorus, 1.30% potassium, 11.6% organic carbon and a C / N ratio of 13.8, while at S2 pH 7, 0.54 nitrogen%, 1.08% phosphorus, 1.31% potassium, organic carbon 8.36% and a C / N ratio of 15.5. The level of dry matter, color change, odor, and low nutrient level are affected by the FWR reactor operating time.*

**Keywords:** *conductive drying, food waste recycling, organic waste*

## **I. PENDAHULUAN**

Sampah saat ini menjadi permasalahan lingkungan. Salah satu sampah yang banyak dihasilkan adalah sampah organik berupa sisa makanan yang berasal dari rumah tangga maupun restoran atau rumah makan. Indonesia merupakan negara terbesar kedua penghasil sampah di dunia setelah Arab Saudi dengan estimasi pembuangan sampah sebesar 300 kg per orang per tahun (The Economist, 2016). Pada tahun 2025, diperkirakan jumlah sampah yang dihasilkan akan bertambah dengan rata-rata sebesar 1,42 kg per orang per hari sampah kota (Safitri dkk., 2018).

*Dikirim/submitted: 19 Desember 2019*

*Diterima/accepted: 27 Desember 2019*

Data tahun 2017 menunjukkan bahwa produksi sampah per hari yang cukup tinggi terjadi di Pulau Jawa, antara lain Surabaya menghasilkan sampah 9.896,78 m<sup>3</sup>/hari dan Jakarta menghasilkan sampah sebanyak 7.164,53 m<sup>3</sup>/hari (Safitri dkk., 2018). Pengelolaan sampah skala individu atau kelompok sangat diperlukan untuk meminimalisasi volume sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

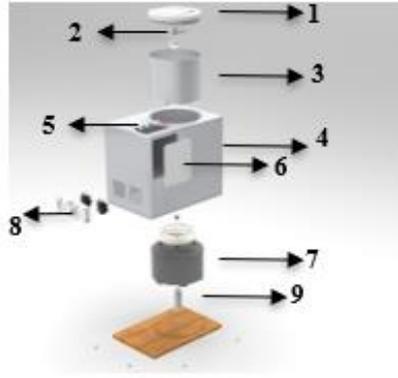
Shamsuddin dan Junos (2017) merancang pengolahan sampah makanan dengan mesin *Vessel Composting*. Pada penelitiannya bahan yang digunakan adalah campuran dari sisa sayuran, sisa ikan dan kulit bawang sebagai *bulking agent*. Proses dari pengolahan selama 30 hari pada suhu 55°C hingga 65°C (adanya *heater*). Adanya penurunan kadar air yang terjadi karena tingkat suhu yang tinggi. Chiplunkar dan More (2018) membuat mesin pengomposan limbah dapur (*SMART Composting*) dengan adanya pemanasan pada suhu 60°C. Hasil dari penelitiannya yaitu pada 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.

Pada penelitian ini pengolahan sampah 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°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.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Perancangan Alat

Alat yang digunakan yaitu 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. Desain alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**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#Detik. 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 (2009)

\*\*) 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 bertujuan untuk memperluas permukaan bahan sehingga dapat mempercepat proses pengeringan. Hal ini dapat terjadi karena potongan-potongan limbah yang kecil akan mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai bahan pangan dan mengurangi jarak melalui massa air dari pusat bahan yang keluar ke permukaan bahan (Muchtadi dan Sugiyono, 2013).

Berdasarkan penelitian Kucbel (2019), pengomposan otomatis menggunakan *Green Good Composter* menghasilkan kandungan senyawa organik pada hasil akhir pengolahan limbah dapur rendah karena faktor dari suhu pengolahan yang lebih dari 70°C. Laju pengomposan akan optimum pada suhu 30 – 50°C (Indriani, 2007). Menurut kriteria SNI tentang Spesifikasi

Kompos dari Sampah Organik Domesti (2004), suhu ideal proses pengomposan yaitu maksimal 50°C. 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
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

### ***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 1** Massa Akhir Limbah

### ***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 2** Warna Limbah Setelah Pengolahan

### ***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, dkk, 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.

### ***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,dkk. 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, 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 3.

**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	Phosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	1,19	1,08
6	Kalium (K <sub>2</sub> O)	%	1,30	1,31

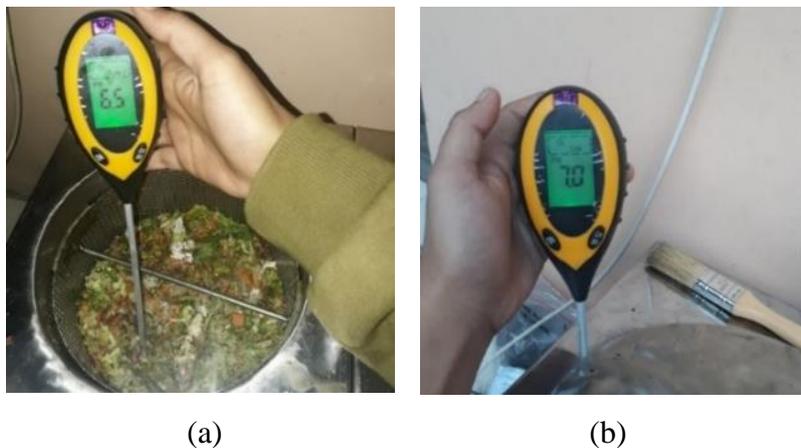
S1 : Sampel 5 jam pengolahan

S2 : Sampel 10 jam pengolahan

### ***Derajat Keasaman (pH) Limbah***

Derajat keasaman (pH) menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terkandung. pH dari limbah makanan lebih rendah dibandingkan limbah organik seperti dedaunan hijau dengan pH sekitar 7,3, sedangkan sampah makanan memiliki pH 5,1 (Fisgativa, dkk. 2016) sedangkan pH pada limbah makanan pasca konsumsi di hotel (sisa prasmanan) sebesar 4,7 (Ho dan Chu, 2019). Nilai pH yang mendekati angka normal dapat digunakan tanaman karena mudah diserap oleh tanaman untuk mengurangi keasaman tanah (Astari, 2011)

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). 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 3.** 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 disebabkan oleh 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.

### ***Kadar Nitrogen (N) Limbah***

Unsur nitrogen bagi tanaman berguna dalam pertumbuhan batang, cabang, daun dan pembentukan hijau daun untuk proses fotosintesis (Lingga, 2008). Limbah makanan memiliki

kandungan nitrogen 2,5% (Fisgativa,dkk, 2016), limbah dapur 3,19% (Li dkk, 2016), dan Sudiby (2017) melakukan penelitian dengan sampel limbah kota berjenis limbah makanan dengan kadar nitrogen 1,4%, serta Zhang, dkk. (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). 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).

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

Menurut Fisgativa (2016) limbah makanan memiliki nilai karbon organik 45,5%, dengan sampel limbah dapur 46,11% (Li dkk, 2016), dan menurut Sudiby (2007) kadar karbon pada limbah makanan 44,5%, serta penelitian Zhang, dkk. (2007) dengan sampel limbah makan basah didapatkan kadar karbon sebesar 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.

### ***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,dkk, 2017).

Limbah makanan dengan rata-rata nilai rasio C/N pada limbah makanan 18,5 (Fisgativa, dkk, 2016) sedangkan pada sampel pasca konsumsi dari hotel (sisa prasmanan) memiliki rasio C/N 18,5 (Ho dan Chu, 2019). 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.

#### ***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, dkk. (2016) kadar fosfor (P) yang terkandung pada limbah makanan 0,5% dan menurut Zhang, dkk. (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). 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). Namun, lamanya proses pengolahan menjadi faktor menyebabkan kadar fosfor yang terkandung pada limbah menurun.

#### ***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, dkk. 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). Peningkatan kadar kalium setelah proses pengolahan juga disebabkan karena kehilangan karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang membentuk  $CO_2$  dan  $H_2O$  (Larney dkk., 2018).

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan yaitu faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pengolahan limbah makanan dengan metode *conductive drying* pada alat *Food Waste Recycler*, antara lain 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 gram 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.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astari, L. P. (2011). Kualitas Pupuk Kompos *Bedding* Kuda Menggunakan Aktivator Mikroba yang Berbeda. Tugas Akhir. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). Standar Nasional Indonesia (SNI) : SNI 2803:2010 Pupuk NPK Padat
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). Standar Nasional Indonesia (SNI) : 19-7030-2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik
- Balai Penelitian Tanah. (2009). Petunjuk Teknis Edisi 2 : Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. ISBN 987-602-8039-21-5
- Chiplunkar, G dan More, A. (2018). Design of Kitchen Waste Composting Machine: A Smart Approach. *Internasional Journal of Trend in Research and Development*, 5(3) : 41-43.
- 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*, 50 : 264-274.

- Hidayat, M. I. F dan Mitarlis. (2016). Karakteristik Silika Dari Limbah Padat Hasil Sintesis Furfural Berbahan Dasar Sekam Padi. *UNESA Journal of Chemistry*, 5 (2) : 108-115.
- Ho, K. S dan Chu, L. M. (2019). Characterization of Food Waste from Different Sources in Hong Kong. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69 (3) : 277-288
- Indriani, Y. H. (2007). Membuat Pupuk Organik Secara Singkat. Jakarta: Penebar Swadaya
- Kucbel, M., Raclavská, H., Růžicková, J., Švédová, B., Sassmanová, V., Drozdová, J., dan Juchelková, D. (2019). Properties of composts from household food waste produced in automatic composters. *Journal of Environmental Management*, 236 : 657–666.
- Kusuma, M.A. (2012). Pengaruh Variasi Kadar Air terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok. Tesis. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Li, Y., Jin, Y., Li, J., Chen, Y., Gong, Y., Li, Y., dan Zhang, J. 2016. Current Situation and Development of Kitchen Waste Treatment in China. *Procedia Environmental Sciences*, 31 : 40–49
- Larney, F. J., Sullivan, D., M., Buckley, K. E., dan Eghball, B. (2006). The Role of Composting in Recycling Manure Nutrients. *Canadian Journal of Soil Science*, 86(4) :597-611
- Lingga, P dan Marsono. (2008) . Petunjuk Penggunaan Pupuk . Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lu, N., Zhou, S. gui., Zhuang, L., Zhang, J. tao, dan Ni, J. ren. (2009). Electricity Generation From Starch Processing Wastewater Using Microbial Fuel Cell Technology. *Biochemical Engineering Journal*, 43(3), 246–251
- Muchtadi, T R dan Sugiyono. (2013). Prinsip, Proses dan Teknologi Pangan. Bandung : Alfabeta
- Safitri, P A., Apriyanto, A dan Supriyani, N. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018 : Pengelolaan Sampah di Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia
- Shamsuddin, S., dan Junos, M. A. (2017). Design and Fabrication of In-Vessel Composting Machine for Food Waste. *Journal Online Jaringan COT POLIPD*, 8 : 55-62.
- Spencer, J. L., dan Van Heyst, B. J. (2013). Effect Of Different Intermediate Amendments On Ph And Ammonia Emissions Of Composted Poultry Mortalities. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(4) : 700–714
- Sudibyoy, H., Majid, A. I dan Pradana, Y. S. (2017). Technological Evaluation of Minicipal Solid Waste Management System in Indonesia. *Energy Procedia*, 105 : 263-269.

- The Economist, Intelligence Unit. (2016). Fixing Food. *Barrila Center for Food & Nutrition* (online) <https://foodsustainability.eiu.com/whitepaper/> Diakses pada 27 Juli 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*, 726-730.
- Yeo, J., Oh, J dan Cheung, H. H. L. (2019). Smart Food Waste Recycling Bin (S-FRB) to Turn Food Waste into Green Energy Resources. *Journal of Environmental Management*, 234 : 290-296.
- Zhang, R., El-Mashad, H. M dan Hartman, K. (2007). Characterization of Food Waste as Feedstock for Anaerobic Digestion. *Jornal of Bioresource Technology*, 98 : 929-935.