BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Limbah Organik dengan *Food Waste Recycler*

Food Waste Recycler merupakan alat yang dimana pada proses pengolahannya dapat mengurangi kadar air pada limbah organik dan membuat limbah menjadi kering. Metode yang digunakan pada alat ini adalah metode *Conductive Drying* (teknik pengeringan yang tidak berkontak langsung antara media panas dan bahan). Pada alat FWR, antara *heater* (media panas) yang digunakan letaknya terpisah dengan wadah penampung. Kemudian *crusher* pada FWR berfungsi untuk memperkecil ukuran sampah, sehingga akan memperluas permukaan bahan dan mempercepat proses pengeringan.

Suhu yang digunakan pada saat pengujian yakni 70°C. berdasarkan pada penelitian Kucbel (2019), pengomposan secara otomatis pada suhu diatas 70°C dengan alat *Green Good Composter,* hasil akhir yang didapatkan kandungan senyawa organik pada limbah makanan rendah. Kemudian, pada penelitian pendahulu, dilakukan proses pengolahan menggunakan suhu 60℃ dan 70℃. Faktor yang mempengaruhi proses pengolahan dengan metode *Conductive Drying* yaitu massa limbah, suhu pengolahan dan waktu pengolahan. Suhu dan massa limbah sangat mempengaruhi lamanya proses pengeringan. Jika massa limbah banyak, waktu yang dibutuhkan dalam proses pengolahan juga banyak. Sehingga, pada penelitian ini ditetapkan suhu 70°C selama 10 jam (F2) dengan berat limbah sayuran 500 gram. Saat proses pemanasan berjalan, jika suhu mencapai 70°C, *heater* akan berhenti bekerja hingga mencapai suhu maksimum dan *air cooler* pada alat akan membuang panas yang dihasilkan. Sebagai pembanding, penelitian ini menggunakan waktu pengolahan selama 5 jam (F1) yang bertujuan untuk melihat perubahan karakteristik fisik dan kimia dari hasil pengolahan dengan alat *Food Waste Recycler*.

4.2 Analisis Karakteristik Fisik Limbah Sayuran

Proses pengolahan pada limbah sayuran dengan metode *Conductive Drying* dapat mengubah karakteristik fisik seperti massa limbah, kadar air, kadar kering, kadar volatil, kadar abu, warna dan bau yang terkandung pada limbah. Waktu pengolahan merupakan salah satu faktor adanya perubahan karakteristik fisik pada limbah (Tabel 3)

Tabel 3. Karakteristik Fisik Limbah Sayuran setelah Pengolahan

Waktu (Jam)	Parameter							
	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Warna	Bau	Kadar Air (%)	Kadar Kering (%)	Kadar Volatil (%)	Kadar Abu (%)
*F1	500	180	Kuning	Berbau	86,8	13,2	84,1	15,9
**F2		86	Coklat	Bau Tanah	5,3	94,7	81,2	18,8

Berdasarkan hasil analisis (Tabel 3) menunjukkan bahwa, waktu atau lamanya proses pengolahan sangat mempengaruhi perubahan karakteristik fisik pada limbah sayuran. Berikut adalah pembahasan dari tiap parameter setelah adanya proses pengolahan selama 5 jam dan 10 jam.

4.2.1 Massa Limbah

Massa limbah menunjukkan berat limbah akhir setelah dilakukan proses pengolahan dengan alat FWR. Pada sampel F1 penurunan massa limbah sebesar 64% dengan massa akhir 180 gram dan pada sampel F2 penurunan sebesar 83% dengan massa akhir 86 gram. Pada pengolahan 10 jam, penurunan lebih besar dibandingkan dengan pengolahan 5 jam, karena waktu pengolahan sangat mempengaruhi penurunan massa pada limbah. Udara yang terdapat dalam proses pengeringan memiliki fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya proses penguapan kadar air dari bahan ke udara. Dari adanya penguapan tersebut dapat menurunkan massa pada limbah. Hasil massa akhir sampel F1 dan F2 dapat dilihat pada gambar 9.

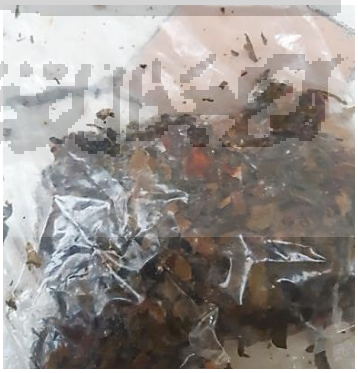
a. F1(5 jam)

b. F2 (10 jam)

Gambar 9. Hasil Berat Akhir

4.2.2 Bau dan Warna pada Limbah

Dari hasil pengolahan pada sampel F1, warna tidak berubah menjadi kecoklatan melainkan warna hanya menjadi kekuningan, tekstur sampah basah dan masih berbau. Sedangkan pada sampel F2 terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan, bau seperti tanah dan sampah mengering. Dapat disimpulkan bahwa, limbah akan mengering dan tidak berbau bila proses pemanasannya berlangsung lebih lama. Perbedaan warna pada sampel F1 dan F2 dapat dilihat pada gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Warna Limbah Setelah Pengolahan 5 Jam

Gambar 11. Hasil Pengolahan Selama 10 Jam

4.2.3 Kadar Air dan Kadar Kering Limbah

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Limbah sayuran memiliki kadar air yang cukup tinggi, yaitu 90% (Cahaya, 2009). Pada sampel F1 (pemanasan 5 jam) nilai kadar air sebesar 86,8% dan nilai kadar kering yakni 13,2%. Sedangkan untuk sampel F2 (pemanasan 10 jam) nilai kadar air lebih rendah dibandingkan F1, yakni 5,3% dan kadar kering sebesar 94,7%. Jika nilai kadar air lebih tinggi daripada kadar kering, maka bahan tersebut mengandung banyak air atau bahan tersebut basah. Sesuai dengan *output* yang dihasilkan, pada sampel F1 bahan masih basah. Berbeda dengan sampel F2 *output* yang dihasilkan telah kering. Dapat disimpulkan bahwa waktu pengolahan mempengaruhi nilai kadar air pada bahan.

4.2.4 Kadar Volatil dan Kadar Abu Limbah

Penentuan kadar volatil bertujuan untuk mengetahui senyawa organik yang terkandung didalam limbah sayuran. Sedangkan kadar abu merupakan sisa dari proses pemanasan dengan suhu tinggi. Hasil perhitungan menunjukkan kadar volatil pada sampel F1 adalah 84,1% dengan kadar abu 15,9%. Untuk sampel F2 kadar volatil yang dihasilkan adalah 81,2% dengan kadar abu 18,8%. Dapat disimpulkan bahwa dari dua waktu tersebut nilai kadar volatil lebih tinggi dibandingkan kadar abu, yang berarti dua sampel tersebut memiliki kandungan organik yang tinggi.

4.3 Analisis Karakteristik Kimia Limbah Sayuran

Pengolahan limbah sayuran dengan menggunakan metode *Conductive Drying* dapat mengubah karakteristik kimia seperti nilai pH, kadar nitrogen (N), phosphor (P), kalium (K), karbon organik dan rasio C/N. Waktu pengolahan merupakan salah satu faktor utama dari adanya perubahan karakteristik fisik limbah sayuran (Tabel 4).

Tabel 4. Karakteristik Fisik Limbah Sayuran setelah Pengolahan

Waktu (Jam)	Parameter					
	pH	Karbon Organik (C) (%)	Nitrogen (N) (%)	Rasio C/N	Phosphor (P) (%)	Kalium (K) (%)
*F1	6,5	12,12	0,91	13,32	1,12	1,42
**F2	7	11,31	0,84	13,25	1,10	1,36

Berikut adalah pembahasan dari tiap parameter setelah adanya proses pengolahan selama 5 jam dan 10 jam.

4.3.1 Derajat Keasaman

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa pada bahan. pH normal limbah organik memiliki nilai 7. Pada pH yang normal, unsur hara mikro ataupun makro dapat diserap oleh tanaman dan usia tanaman lebih panjang. Nilai pH >7 (basa) unsur hara mikro seperti mangan, tembaga, besi tidak dapat diserap oleh akar

tanaman dan tanaman akan cepat mati. Sedangkan bila nilai pH <6 (asam) unsur hara makro seperti N,P,K, tidak dapat diserap oleh akar tanaman dan tidak berproduksi dengan maksimal. (Hartas, 2008). pH untuk limbah sayuran 8 (Angelia, 2017). Untuk *output* yang dihasilkan pada suhu 70°C dengan sampel F1 memiliki pH 6,5 dan sampel F2 memiliki pH 7. pH diukur dengan menggunakan pH meter. Berikut ini merupakan gambar pengukuran pH pada sampel 5 jam dan 10 jam:

a. pH Sampel F1 b. pH Sampel F2

Gambar 12. Hasil Pengukuran pH

4.3.2 Kadar Karbon Organik (C)

C-organik berguna sebagai sumber energi bagi tanaman. Jika c-organik mengalami peningkatan yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan protein pada tanaman (Bachtiar, 2006). Limbah sayuran memiliki kandungan karbon organik 33% (Katre, 2012) dan 45,4% (Cahaya, 2009). Pada sampel F1 diperoleh hasil c-organik 12,12% dan pada sampel F2 didapatkan hasil 11,13%. Penurunan kadar karbon organik dipengaruhi oleh lamanya proses pengolahan, dimana semakin lama waktu proses pengolahan maka kadar karbon organik yang terkandung pada bahan akan semakin menurun.

4.3.3 Kadar Nitrogen (N)

Peranan nitrogen bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan batang, cabang dan daun (Lindawati, 2000). Jika tanaman kekurangan nitrogen dapat menyebabkan daun menguning dan bila kelebihan nitrogen akan membuat batang menjadi lunak, berair, mudah sakit, pembentukan daun menjadi tertunda dan pematangan pada buah menjadi terhambat (Sutejo, 2002). Limbah sayuran memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,50% (Katre, 2012), 3,65% (Chirila, 2013) dan 0,95% (Gunawan, 2015). Kadar nitrogen (N) yang dihasilkan pada sampel F1adalah 0,91% dan pada sampel F2 0,84%. Penurunan kadar nitrogen pada bahan dikarenakan adanya proses penguapan nitrogen bersama air (Spencher, 2013).

4.3.4 Rasio C/N

Ketersediaan c-organik sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai sumber nutrisi untuk mikroorganisme. Rasio C/N yang terlalu tinggi, tidak dapat langsung dimanfaatkan atau diberikan oleh tanaman. Bila C dan N sama-sama tinggi akan menghambat pembungaan pada tanaman. Jika C tinggi, akan menyebabkan kematian pada tanaman (Wahyuni, 2017). Rasio C/N yang mendekati tanah yaitu <20, bahan dapat diaplikasikan langsung ke tanah dan unsur hara yang terkandung pada bahan dapat langsung diserap oleh taaman. Rasio C/N pada limbah sayuran adalah 22 (Katre, 2012). Pada sampel F1 didapatkan hasil 13,32 dan pada sampel F2 adalah 13,25. Rasio C/N menurun karena kandungan C dan N hilang ke atmosfir dalam gentuk gas (proses penguapan).

4.3.5 Kadar Phospor (P)

Unsur phospor (P) bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar dan pembentuk protein. Bila tanaman kekurangan phospor, akan mengakibatkan pertumbuhan akar menjadi terhambat, pematangan buah terhambat dan biji menjadi tidak nirmal (Sutejo, 2002). Limbah sayuran memiliki kandungan phospor 0,4% (Chirila, 2013) dan 0,10% (Gunawan, 2015). Pada sampel F1 kandungan phospor 1,12% dan pada sampel F2 1,10%. Peningkatan kadar phosphor dikarenakan massa hilang pada proses pengolahan (Lu, 2013). Menurut Setyawati (2012) peningkatan kandungan phosphor dipengaruhi oleh lama waktu pemrosesan.

4.3.6 Kadar Kalium (K)

Kalium (K) penting untuk pembentukan karbohidrat protein, mengeraskan batang tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman dari penyakit. Jika tanaman kekurangan kalium, daun akan mengerut, daun menguning dan terlihat bercak berwarna coklat. Selain itu batang pada tanaman menjadi lemah, tanaman kecil, dan buah berjatuhan sebelum matang (Sutejo, 2002). Kadar kalium pada limbah sayuran sebesar 0,47% (Gunawan, 2015). Pada sampel F1 didapatkan hasil K 1,42% dan sampel F2 1,36%. Peningkatan kadar kalium setelah proses pengolahan akibat dari kehilangan karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang membentuk CO_2 dan H_2O (Larney 2006). Selain itu nilai kalium meningkat karena adanya penurunan massa limbah pada saat proses pengolahan (Lu 2013).

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pengolahan dengan alat *Food Waste Recycler* adalah massa sampah, suhu pengolahan, dan waktu pengolahan. Berdasarkan penelitian pendahulu, ditetapkan waktu pengolahan selama 10 jam dengan suhu 70°C dan massa limbah sebanyak 500gram.
2. Karakteristik Fisik pada limbah sayuran setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *conductive drying* pada alat *Food Waste Recycler* sebagai berikut:
   - Pengolahan selama 5 jam dengan berat awal limbah 500 gram menjadi 180 gram. Diperoleh kadar air yang tinggi yaitu 86,8% dengan kadar kering 13,2%. *Output* yang dihasilkan tekstur sampah masih sangat basah, warna berubah menjadi kekuningan dan sampah masih berbau. Pada pengolahan 10 jam berat akhir yang dihasilkan adalah 86 gram dengan kadar air 5,3% dan kadar kering 94,7%. Berbeda dengan *output* yang dihasilkan saat pengolahan 5 jam, pada waktu 10 jam pengolahan sampah menjadi kering, warna berubah coklat, dan berbau tanah.
3. Karakteristik Kimia yang terkandung pada limbah makanan setelah dilakukan proses pengolahan adalah sebagai berikut:
   - Pada sampel F1, pH yang dihasilkan adalah 6,5 dan sampel F2 7. Hasil dari pengolahan dapat digunakan bagi tanaman karna memiliki pH yang mendekati normal. Untuk kadar (N) pada sampel F1 dan F2 berturut-turut 0,91% dan 0,84%. Kadar phosphor yang dihasilkan pada sampel F1 adalah 1,12% dan sampel F2 1,10%. Kadar kalium (K) sampel F1 1,42% dan F2 1,36%. Untuk rasio C/N sampel F1 13,32 Dan sampel F2 13,25.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya maka diperoleh saran sebagai berikut:

1. Panas yang dihasilkan *heater* pada alat *Food Waste Recycler* tidak merata ke seluruh bagian sampah yang sedang diolah. Dilakukan pengadukan secara manual untuk meratakan proses pemanasan pada sampah.
2. Akan dirubah jenis *heater* dengan jenis nikel, dikarenakan jenis *heater* pada alat *turbulant* yang berada di bawah wadah pengolahan, sehingga suhu yang dihasilkan pada *heater* dan *bucket* berbeda.
3. Adanya perbaikan pada pengaturan waktu, dikarenakan *real time control* pada alat *Food Waste Recycler error* 1 jam per kelipatannya.
4. Perubahan pada *bucket waste*, dikarenakan pisau pencacah dan wadah gabung menjadi satu, untuk perawatan seperti mencuci atau membersihkan kerak-kerak sampah menjadi susah.