

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Bahan Baku (*Feedstock*)

Sampah organik yang digunakan untuk bahan baku pengomposan adalah sampah sisa makanan dan sampah sayur. Sampah sisa makanan yang digunakan bervariasi karena sampah sisa makanan diambil dari sumber yang berbeda. Hal ini menyebabkan kondisi sampah sisa makanan bergantung dengan apa yang dijual atau dimasak sesuai dengan nama tempat. Sampah dari Pondok Pesantren Sunan Pandaranan Komplek 3 berupa sisa nasi yang belum tercampur lauk maupun sayur, sehingga kondisi sampah nasinya tergolong bersih dan cukup kering. Sedangkan sampah sisa makanan dari RM. Padang Permato Bundo tercampur dengan lauk dan kuahnya sehingga sampah ini juga mengandung banyak minyak dan santan. Kemudian untuk sampah Warmindo Lodadi tercampur juga antara nasi dengan lauk termasuk mie dan minyak.

Bahan baku lain yang digunakan adalah sampah sayur, dimana sampah ini diperoleh dari pasar Pakem dan warung-warung penjual sayur di daerah Pakem. Sampah sayur yang digunakan untuk pengomposan adalah sayur yang sudah tidak layak jual sehingga dibuang oleh para pedagang sayur namun masih tergolong sampah segar. Sampah sayur yang memerlukan pencacahan, dicacah terlebih dahulu sebelum dikomposkan, guna mempercepat proses pengomposan.

Feedstock yang digunakan pada awal pengomposan sebesar 8 kg dengan komposisi 2 kg sampah sisa makanan dan 6 kg sampah sayur untuk reaktor satu. Sedangkan untuk reaktor dua kebalikannya, yakni 2 kg sampah sayur dan 6 kg sampah sisa makanan. Pada awal pengomposan, tidak dilakukan penambahan apapun pada *feedstock*, baik bioaktivator atau bibit maggot, sehingga yang dihasilkan pada proses pengomposan reaktor aerob termodifikasi ini alami adanya dari kondisi lingkungan yang ada dan dari *feedstock* yang digunakan tanpa perlakuan khusus.

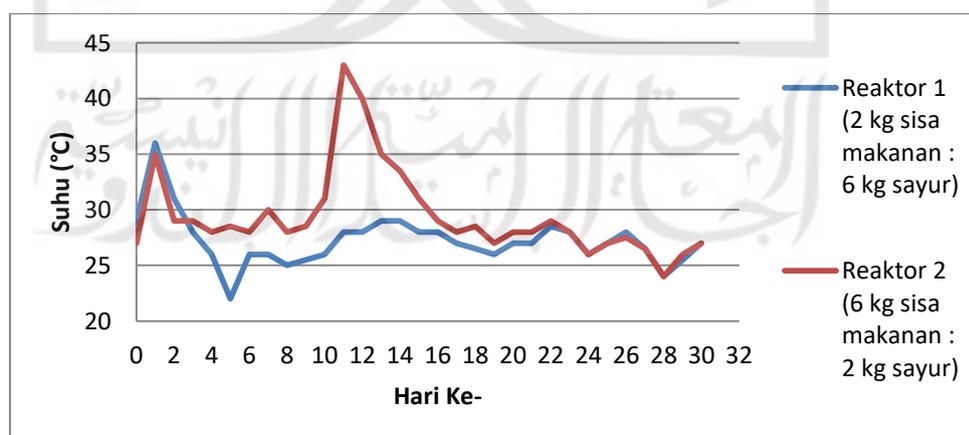
4.2 Proses Pengomposan

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter guna mengetahui proses pengomposan yang terjadi selama 30 hari sekaligus sebagai kontrol selama proses pengomposan. Beberapa parameter tersebut adalah suhu, pH dan kadar air.

4.2.1 Suhu

Fase pengomposan dapat digambarkan dari data suhu yang diperoleh, dimana hal ini sekaligus menunjukkan aktivitas mikroba selama proses pengomposan berlangsung. Hal ini dikarenakan suhu selama proses pengomposan yang dipengaruhi lingkungan karena reaktor diletakan di tempat terbuka, mempengaruhi kegiatan atau jenis mikroba yang ada pada saat pengomposan.

Pada umumnya, saat proses pengomposan berlangsung dapat dikategorikan berdasarkan bakteri yang ada didalamnya yakni fase mesofilik dan termofilik. Fase mesofilik dimana suhu berkisar antara 23–45°C, sedangkan jika berkisar antara 45-60°C maka pengomposan berada pada fase termofilik.



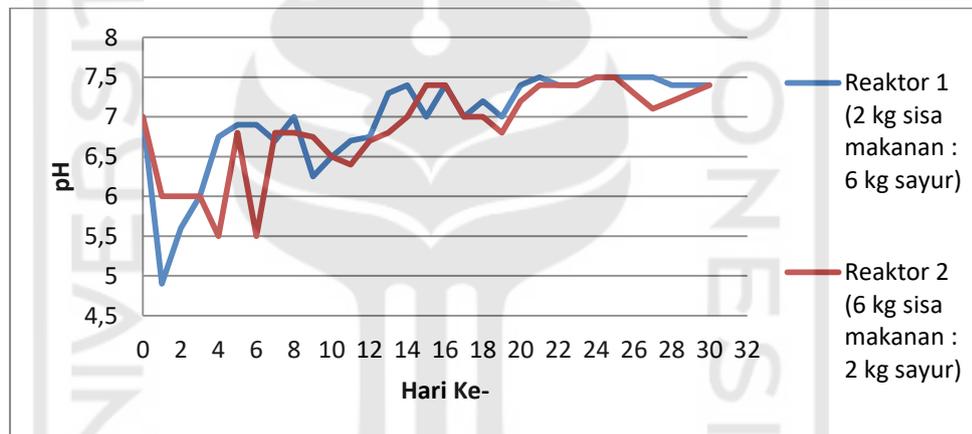
Gambar 4. 1 Perubahan nilai suhu pada proses pengomposan selama 30 hari

Berdasarkan hasil penelitian pada saat proses pengomposan, reaktor satu memiliki data suhu tertinggi sebesar 36°C pada hari ke-1 setelah awal pengomposan dan untuk reaktor dua suhu tertinggi yang dialami adalah 43°C pada hari ke-11. Hal ini dapat menunjukkan bahwa mikroorganisme yang tumbuh pada proses pengomposan di kedua reaktor hanyalah bakteri-bakteri mesofilik. Kondisi mesofilik lebih efektif untuk menguraikan sampah karena bakteri yang ada dalam proses pengomposan didominasi oleh protobakteri dan fungi. Selain itu, kenaikan suhu dari awal pengomposan menunjukkan adanya dekomposisi bahan organik oleh aktivitas mikroba di dalamnya (Pandebesie dan Rayuanti, 2012). Suhu tidak stabil dan tidak mencapai suhu termofilik ini disebabkan oleh tumpukan kompos yang kurang banyak, sehingga udara panas dapat keluar dengan mudah dan suhu kompos yang tinggi akhirnya tidak tercapai. Tinggi tumpukan kompos yang baik adalah 1-1,2 m dengan maksimal 1,5-1,8 m. Tidak terjadi kenaikan suhu termofilik pada proses pengomposan juga dapat dikarenakan jumlah sampah yang dikomposkan tidak memenuhi proses insulasi panas. Namun tetap saja panas dilepaskan saat proses penguraian bahan organik, sehingga selama proses pengomposan mengalami naik turunnya suhu (Widarti dkk., 2015). Selain itu, suhu fluktuatif yang dialami selama proses pengomposan dapat terjadi karena suhu reaktor mengikuti suhu lingkungan (tempat peletakan reaktor). Reaktor diletakan di tempat terbuka dengan diberi atap seadanya. Kondisi cuaca juga mempengaruhi suhu pada kedua reaktor, ketika hujan suhu dapat rendah, begitupun sebaliknya.

Pada hari ke-9 hingga ke-11 di reaktor dua mengalami kenaikan suhu secara bertahap, hal ini terjadi karena pada hari itu reaktor kedua mulai menghasilkan maggot BSF dan beberapa hari setelahnya semakin banyak maggot BSF yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan semakin banyak sampah yang terurai dengan adanya perubahan oksigen menjadi CO₂, H₂O dan panas. Panas inilah yang menyebabkan kenaikan suhu.

4.2.2 pH

Rentang optimum pH untuk bakteri adalah 6 - 7,5, sedangkan untuk jamur berkisar antara 5,5 - 8 (Anindita, 2012). Data yang diperoleh dari hasil penelitian pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pH pada saat awal pengomposan mengalami penurunan. Reaktor satu menurun dari hari ke-0 hingga hari ke-2 mencapai pH 5,6, sedangkan reaktor dua menurun hingga hari ke-4 pada pH 5,5. Nilai pH tersebut merupakan kondisi dimana pH optimum untuk jamur, sehingga dapat dilihat pada Gambar 4.3 terdapat banyak jamur pada awal proses pengomposan.



Gambar 4. 2 Perubahan nilai pH pada proses pengomposan selama 30 hari



Gambar 4. 3 Kondisi kompos reaktor satu pada pH 5,6 dan reaktor dua pada pH 5,5 dengan metode reaktor aerob termodifikasi

Setelah fase tersebut pH kembali naik atau menuju ke arah netral dimana hal ini menunjukkan bahwa aktivitas bakteri yang meningkat adalah bakteri pembentuk nitrogen atau keadaan dimana asam dibentuk menjadi karbon dioksida oleh mikroba yang berada pada proses pengomposan tersebut. Kemudian pada saat proses pengomposan pH cenderung netral karena ammonia terbuang ke atmosfer atau menjadi sel baru dalam mikroba. Dimana pH berada dikisaran 6 hingga 7,5, hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas yang mendegradasi sampah adalah bakteri. Mendekati proses pematangan atau akhir pengomposan, pH kedua reaktor juga mendekati netral, yakni 7,4.

4.2.3 Kadar Air

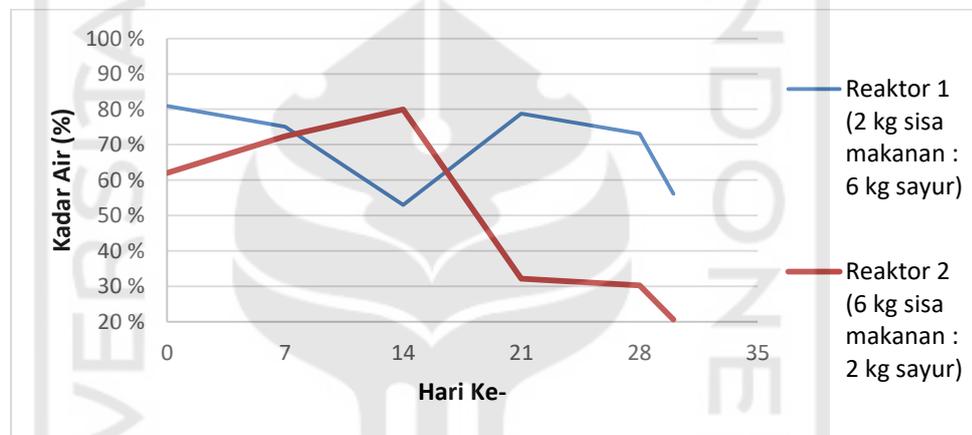
Pengomposan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *feedstock* yang memiliki kadar air berbeda. Reaktor satu memiliki kadar air sebesar 80,92% sedangkan reaktor dua memiliki kadar air sebesar 62,03%. Hal ini terjadi karena komposisi *feedstock* yang digunakan berbeda. Hasil pengukuran kadar air dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Nilai kadar air

Kadar Air		
Hari	Reaktor 1	Reaktor 2
0	80,92%	62,03%
7	75,12%	72,39%
14	53,00%	79,99%
21	78,80%	32,16%
28	73,13%	30,30%
30	56,12%	20,63%

Tabel 4.1 menunjukkan kadar air reaktor satu lebih tinggi dari pada reaktor dua. Hal ini terjadi karena pada reaktor satu, *feedstock* didominasi

oleh sampah sayur yang banyak mengandung air sedangkan reaktor dua didominasi oleh sisa makanan yang kadar airnya dibawah sayur dan banyak mengandung minyak. Sampah sayur yang digunakan untuk penelitian ini adalah sampah sayur yang salah satu sumbernya adalah pasar. Menurut Dewilda dan Darfyolanda (2017), semakin banyak sampah pasar yang digunakan, maka semakin tinggi kadar air yang terkandung didalamnya. Grafik dari Tabel 4.1 tersebut di atas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 4 Perubahan nilai kadar air pada proses pengomposan selama 30 hari

Terjadi peningkatan kadar air pada pengujian hari ke-7 dan hari ke-14 pada reaktor dua dan hari ke-21 pada reaktor satu. Hal ini dapat disebabkan oleh uap air yang dihasilkan selama proses dekomposisi, sehingga pada pengujian tersebut terjadi kenaikan dan kemudian berangsur-angsur setelahnya menurun. Penurunan ini terjadi ketika uap air hasil pengomposan bahan organik oleh mikroorganisme tersebut mulai benar-benar lepas ke atmosfer (Trivana dan Pradhana, 2017). Tercatat pada hari ke-9 turun hujan deras, sehingga peningkatan air hari ke-14 pada reaktor dua juga dapat disebabkan karena reaktor terkena air hujan. Peletakan reaktor di tempat

terbuka dengan atap seadanya inilah yang dapat menyebabkan reaktor terkena cipratan air hujan saat hujan turun sehingga kadar air meningkat.

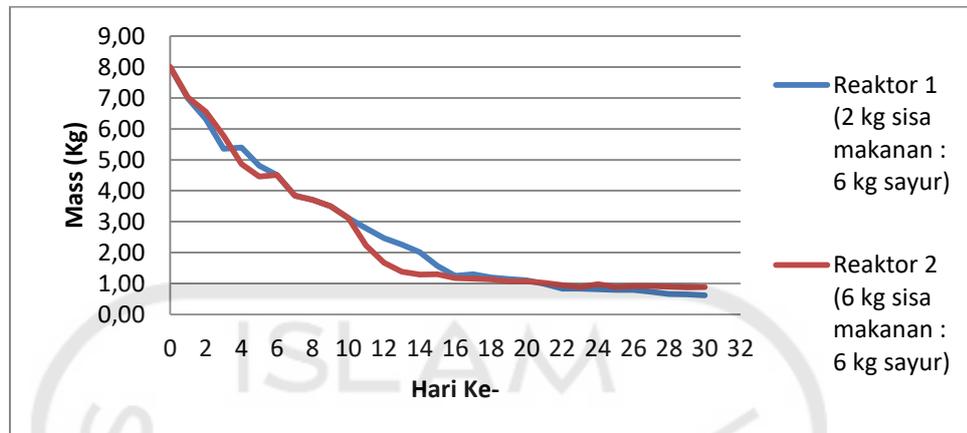
Di sisi lain, salah satu indikasi kematangan kompos adalah warna. Apabila warna kompos sudah berubah menjadi coklat kehitaman atau warnanya sudah menyerupai tanah, maka kompos dapat dikatakan matang. Kadar air mempengaruhi proses kematangan kompos. Warna coklat yang terlalu kehitaman pada kompos disebabkan oleh kadar air yang terlalu tinggi, sedangkan warna yang cerah disebabkan oleh kadar air yang kurang dari 30% (Setyaningsih dkk., 2017). Sesuai data yang diperoleh, dimana kadar air reaktor satu lebih tinggi dari pada reaktor dua, maka warna kompos pada reaktor satu lebih gelap dari pada kompos pada reaktor dua.

4.3 Produk Hasil Pengomposan

Pengomposan dengan metode reaktor aerob termodifikasi ini menghasilkan tiga produk, yakni kompos padat, kompos cair dan maggot. Berikut masing-masing produk dari hasil pengomposan:

4.3.1 Kompos Padat

Berdasarkan hasil penelitian pengomposan selama 30 hari, massa kompos padat pada kedua reaktor terus menurun setiap harinya, bahkan hingga hari ke-30 juga masih mengalami penurunan massa kompos padat. Hal ini terjadi karena sampah terdegradasi oleh bantuan maggot yang ada pada proses pengomposan tersebut. Semakin banyak maggot yang ada, maka semakin banyak sampah yang terdegradasi olehnya. Menurut Yu dkk. (2011), maggot memiliki bakteri dalam pencernaannya yang mampu menguraikan sampah organik. Selain itu, massa sampah dapat menyusut drastis akibat penurunan kadar air pada sampah yang sedang dikomposkan dan berubah menjadi kompos cair. Disebutkan oleh Hadisuwito (2007) bahwa komposter memungkinkan untuk mengalirkan air lindi, sehingga kadar air dan bahan padat terpisah dan menjadi kompos cair.



Gambar 4. 5 Perubahan produksi massa kompos padat dari proses pengomposan selama 30 hari

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa penurunan massa kompos padat dari hari ke-0 hingga ke-30 pada kedua reaktor hampir sama sehingga massa akhir antara kedua reaktor pun tidak berbeda jauh. Massa awal kedua reaktor adalah 8 kg. Reaktor satu mengalami penyusutan 92,25% hingga massa akhir mencapai 0,62 Kg. Sedangkan reaktor dua mengalami penyusutan sebesar 89% dengan massa akhir kompos 0,88 kg. Massa akhir kompos padat reaktor satu lebih rendah dapat disebabkan karena pada reaktor satu lebih banyak kadar air yang keluar dari kompos padat atau *feedstock* yang hasilnya disebut sebagai kompos cair.

4.3.2 Kompos Cair

Selama proses pengomposan, kompos padat mengalami penurunan massa. Hal ini terjadi karena berkurangnya kadar air pada sampah, dimana kadar air tersebut berubah menjadi kompos cair yang tertampung pada ember dalam reaktor yang telah disediakan. Sehingga kompos cair yang dimaksud pada penelitian ini adalah, cairan yang diperoleh dari hasil pengomposan reaktor aerob termodifikasi dengan *feedstock* yang telah ditentukan.

Hasil pengamatan menunjukkan, bahwa hari pertama setelah pengomposan pada reaktor satu langsung dihasilkan kompos cair yang

berwarna coklat tua, kemudian hari kedua berwarna coklat lebih muda, hari ketiga kembali berubah menjadi coklat pekat dan pada hari ke empat warna kompos cair yang dihasilkan berubah menjadi warna hijau tua pekat, semakin lama pengomposan, warna kompos cair semakin pekat dan aroma kompos cair semakin bau. Keluarnya kompos cair pada reaktor satu berlangsung hingga hari ke-16. Warna hijau pada kompos cair mendominasi dikarenakan *feedstock* pada reaktor satu didominasi oleh sampah sayur yang berupa dedaunan dan sayur-sayur hijau lainnya. Perbedaan warna kompos cair pada awal keluar dengan akhir keluar dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Perbedaan warna kompos cair reaktor 1 (2 kg sisa makanan : 6 kg sayur) pada hari ke-1 dan ke-16

Sedangkan pada reaktor dua, kompos cair hanya keluar dua kali yakni hari pertama setelah pengomposan dan hari ke-2. Komposisi kompos cair pada reaktor dua berbeda dengan reaktor satu, pada reaktor dua ini kompos cair mengandung minyak yang berasal dari sampah sisa makanan rumah makan padang dan warmindo yang *feedstock*-nya tercampur dengan minyak. Warna kompos cair pada reaktor dua adalah coklat muda dan lebih encer dari kompos cair pada reaktor satu. Kompos cair reaktor dua dapat dilihat pada Gambar 4.7.

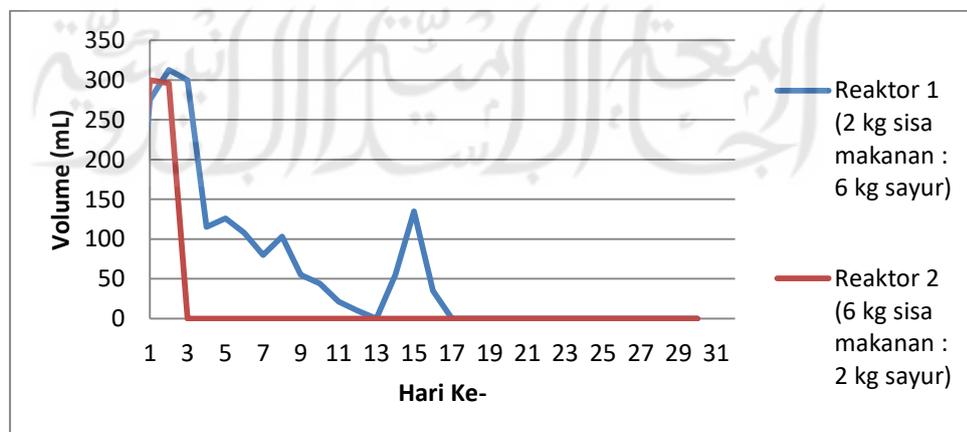
Kompos cair reaktor dua pada hari ke-2 atau hari terakhir kompos cair diproduksi, berwarna kuning kecoklatan. Menurut Hadisuwito (2012) kompos

cair yang memiliki kualitas baik adalah yang berwarna kuning kecoklatan. Hal ini menunjukkan bahwa kompos cair pada reaktor dua memiliki ciri fisik kompos cair yang baik.



Gambar 4. 7 Perbedaan warna kompos cair reaktor 2 (6 kg sisa makanan : 2 kg sayur) pada hari ke-1 dan hari ke-2

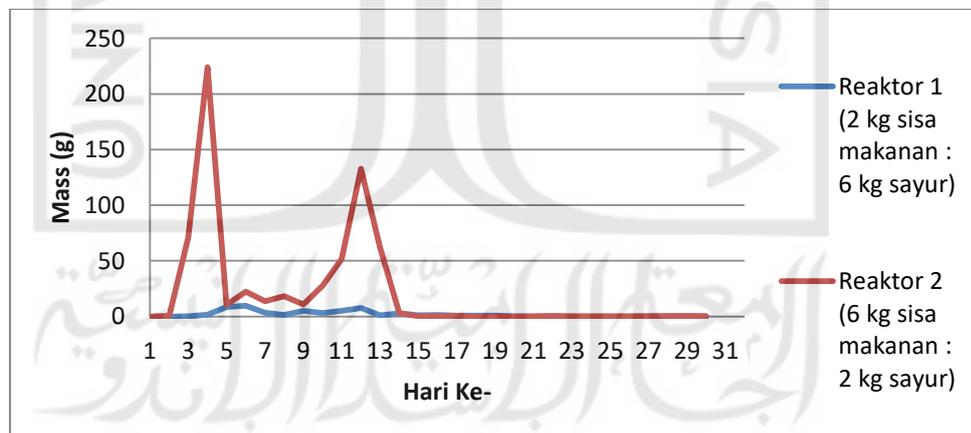
Sesuai dengan data yang diperoleh, maka grafik perolehan kompos cair pada reaktor satu dan reaktor dua dapat dilihat pada Gambar 4.8. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan reaktor aerob termodifikasi, dapat diperoleh kompos organik cair dalam waktu yang sangat singkat, karena pada hari pertama setelah awal pengomposan, reaktor sudah mampu menghasilkan kompos cair.



Gambar 4. 8 Perubahan produksi volume kompos cair dari proses pengomposan selama 30 hari

4.3.3 Maggot

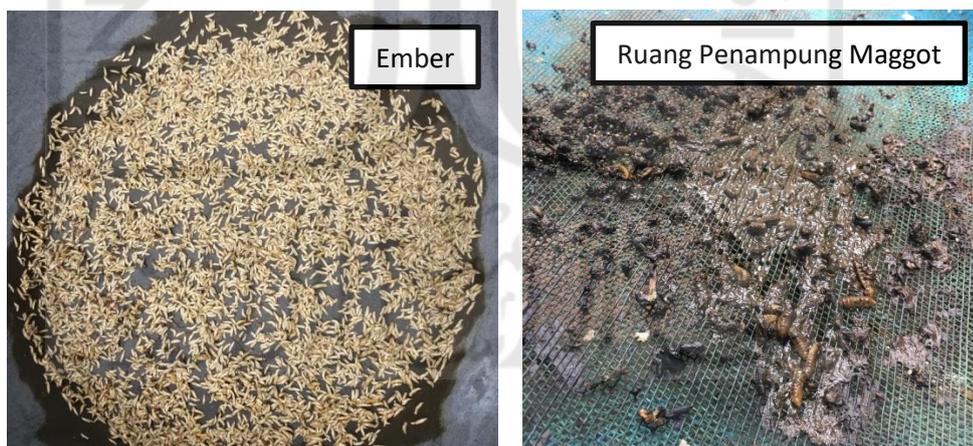
Apabila volume kompos cair yang diproduksi pada reaktor satu lebih besar dari reaktor dua. Maka berbeda dengan maggot, hal ini dikarenakan produksi maggot pada reaktor dua jauh lebih besar jika dibandingkan dengan reaktor satu. Berdasarkan data yang diperoleh, total produksi maggot pada reaktor satu sebesar 53,93 gram sedangkan pada reaktor dua diperoleh total produksi maggot sebanyak 651,95 gram. Grafik produksi massa maggot per hari dapat dilihat pada Gambar 4.9. Perbedaan jumlah produksi kompos cair dan maggot dapat berbeda karena pada produksi kompos cair, yang mempengaruhi adalah kadar air pada *feedstock* masing-masing reaktor. Sedangkan jumlah maggot dipengaruhi oleh kadar air pada *feedstock*, semakin tinggi kadar air semakin sedikit maggot yang diproduksi. Berdasarkan hasil penelitian Silmina dkk. (2011), menunjukkan bahwa media yang memiliki kadar air terlalu tinggi tidak menghasilkan biomassa atau maggot.



Gambar 4. 9 Perubahan produksi massa maggot dari proses pengomposan selama 30 hari

Berdasarkan data yang diperoleh, maggot pada reaktor satu mulai menetas dari telur pada hari ke-3 setelah awal proses pengomposan yang

didahului oleh reaktor dua, karena reaktor dua lebih dulu menetas maggotnya pada hari ke-2 setelah awal proses pengomposan. Hasil grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa produksi maggot pada reaktor dua terlihat fluktuatif, hal ini terjadi karena pada saat menetas, tidak semua maggot dalam proses pengomposan jatuh ke tempat penampungan maggot. Banyak maggot yang terjebak di dalam sampah, hanya maggot yang bergerak aktif ke bawah jaring yang keluar dari proses pengomposan sehingga dapat dihitung massanya. Tidak dilakukan pengambilan maggot di dalam sampah karena ditakutkan mengganggu proses dekomposisi kompos. Selain itu ditunjukkan terjadi peningkatan jumlah produksi maggot yang sangat tinggi pada hari ke 12 yang diiringi penurunan kembali setelahnya. Hal ini dapat terjadi karena maggot yang menetas pada hari yang sama belum tentu turun bersama-sama, sehingga sebagai contoh penimbangan hari ke-12 belum tentu dari maggot yang menetas hari itu juga, namun dapat dihasilkan dari hari sebelumnya yang baru turun ke ruang maggot seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 4. 10 Produksi maggot hari ke-12 reaktor 2 (6 kg sisa makanan : 2 kg sayur) pada ember penampung kompos cair dan pada ruang penampung maggot

Fluktuasi yang terjadi juga dimungkinkan karena adanya perbedaan jenis maggot yang diproduksi. Hal ini dapat terjadi karena reaktor diletakan di tempat terbuka, sehingga segala jenis lalat atau serangga dapat hinggap dan bertelur kapan saja selama proses pengomposan masih berlangsung. Menurut Sulistiyono (2016) maggot yang muncul dari reaktor pengomposan bergantung pada umur sampah. Pengomposan pada hari ke-4 atau ke-5 menghasilkan maggot yang berasal dari telur lalat rumah tangga atau lalat hijau keluar hingga hari ke-15 dan berkurang secara berangsur-angsur. Bersamaan dengan maggot lalat, pada hari ke-7 atau ke-8 maggot dari serangga mulai keluar, baik dari jenis serangga atau jenis kumbang, namun maggot ini berukuran kecil yakni dengan lebar 0,5 mm dan panjangnya hanya 2-3 mm yang disebut oleh peneliti sebagai uka-uka. Setelah kedua jenis maggot tersebut keluar, maggot *Black Soldier Fly* (BSF) mulai muncul pada hari ke-13 hingga hari ke-45. Setelah hari ke-45 maggot BSF masih keluar namun tinggal sedikit. Terdapat beberapa kesesuaian penelitian yang dilakukan dengan penelitian Sulistiyono tersebut, dari data yang diperoleh pada hari ke-8 ditemukan maggot berbeda yang muncul dengan ciri-ciri maggot lebih panjang dan kurus dari maggot hari-hari sebelumnya, serta terdapat perbedaan warna dari maggot sebelumnya, warna maggot di hari ke-8 campur ada yang berwarna lebih tua atau lebih coklat dari maggot hari-hari sebelumnya. Jenis maggot dihari ke-8 juga sudah cukup bervariasi.



Gambar 4. 11 Produksi maggot hari ke-8 pada reaktor 2 (6 kg sisa makanan : 2 kg sayur)

4.4 Kualitas Hasil Pengomposan

Hasil pengomposan pada penelitian dengan metode aerob termodifikasi ini terdapat tiga produk, yakni kompos padat, kompos cair dan maggot yang akan dijelaskan sebagai berikut :

4.4.1 Kompos Padat

Selain pengujian beberapa parameter terkait untuk mengontrol dan mengetahui proses pengomposan, dilakukan juga pengujian beberapa parameter untuk mengetahui kualitas kompos padat. Parameter tersebut diantaranya adalah rasio C/N, fosfor dan kalium. Berikut merupakan hasil analisis terkait ketiga parameter uji pada kompos padat:

A. Rasio C/N

Hasil pengujian kadar karbon untuk reaktor satu diperoleh sebesar 20,89% dan 31,15% untuk reaktor dua. Karbon (C) dibutuhkan oleh mikroorganisme selama proses pengomposan. Semakin lama proses pengomposan, maka kadar karbon akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena kadar karbon digunakan oleh mikroba untuk berkembangbiak dan energi yang diambil digunakan untuk menguraikan bahan organik menjadi gas H₂O dan CO₂ (Subali dan Ellianawati, 2010). Sedangkan nitrogen (N) digunakan oleh mikroba untuk sintesis protein atau pembentukan protoplasma. Apabila kadar karbon terlalu rendah, maka sisa nitrogen akan berlebih dan dapat menghasilkan gas ammonia (NH₃) yang dapat meracuni mikroorganisme dan menimbulkan bau (Dewi dkk., 2007). Pada penelitian ini tidak tercium bau gas ammonia sehingga menunjukkan bahwa sisa nitrogen yang dihasilkan tidak berlebih.

Selain itu, standar kualitas kompos untuk parameter nitrogen harus melebihi 0,40%. Hasil pengujian yang diperoleh memenuhi

standar dengan hasil 1,59% untuk reaktor satu dan 2,22% untuk reaktor dua. Pengujian kadar nitrogen dilakukan, karena nitrogen merupakan salah satu unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan batang, daun dan tunas. Menurut Anif dkk. (2007), semakin tinggi kandungan nitrogen pada kompos maka semakin banyak mikroba yang mendegradasi pada saat proses pengomposan. Nitrogen yang dihasilkan pada reaktor dua lebih besar dari pada reaktor satu, hal ini memungkinkan bahwa lebih banyak mikroba dan peran yang difungsikan oleh mikroba dalam sampah sisa makanan lebih tinggi dari pada mikroba pada sampah sayur.

B. Fosfor (P_2O_5)

Hasil pengujian fosfor antara reaktor satu dan reaktor dua tidak berbeda jauh. Pada reaktor satu, kompos padat mengandung fosfor 1,61% dan sedangkan reaktor dua mengandung 1,55% unsur fosfor. Lebih tingginya nilai fosfor pada reaktor satu disebabkan oleh *feedstock* yang digunakan. Dikarenakan pada reaktor satu didominasi oleh sampah sayur maka kandungan fosfor yang dikandungnya lebih tinggi. Menurut Anif dkk. (2007), sampah yang berasal dari tanaman (dedaunan) memiliki kandungan fosfor yang tinggi. Tingginya kandungan fosfor pada tanaman dikarenakan fosfor sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan protein, anakan dan pertumbuhan akar. Sehingga unsur fosfor banyak diserap oleh akar tumbuhan dari tanah. Selain kandungan fosfor pada bahan kompos, capain nilai P yang memenuhi standar juga disebabkan oleh mikroba yang ada dalam proses pengomposan berfungsi sebagai dekomposer.

Pada akhir proses dekomposisi, fosfor salah satunya terikat dalam bentuk P_2O_5 . Tingginya unsur fosfor juga dipengaruhi oleh kadar nitrogen. Semakin tinggi nitrogen maka semakin tinggi multiplikasi mikroba dalam merombak fosfor sehingga semakin

tinggi kandungan fosfor yang dihasilkan pada kompos organik. (Hidayati dkk., 2011)

C. Kalium (K₂O)

Berdasarkan pengujian kalium dengan metode destruksi HNO₃ dan HClO₄, diperoleh kadar kalium pada reaktor satu sebesar 2,48% dan pada reaktor dua sebesar 1,45%. Menurut R dkk. (2015), semakin meningkatnya kalium, maka semakin baik proses dekomposisi yang terjadi. Meningkatnya kadar kalium ini disebabkan oleh bakteri pelarut K dalam kompos, salah satunya adalah *Bacillus muscilaginous*. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan mikroorganisme selama proses pengomposan sangat mempengaruhi kadar kalium kompos yang dihasilkan. Namun dikarenakan pada penelitian, hanya dilakukan sekali pengujian unsur kalium yakni hanya di akhir pengomposan, maka tidak diketahui bagaimana nilai kadar kalium selama proses pengomposan.

Setelah dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter tersebut di atas beserta hasil proses pengomposan, maka diperoleh data masing-masing parameter dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 :

Tabel 4. 2 Kualitas kompos padat berdasarkan karakteristik fisika dan kimia kompos pada hari ke-30 setelah proses pengomposan

Kompos Padat			
Parameter	Reaktor 1	Reaktor 2	*Standar
Kadar Air	56,12%	20,63%	<50
Suhu	27°C	27°C	suhu air tanah
pH	7,4	7,4	6,8 < x > 7,49
N	1,59%	2,22%	>0,4
C	20,89%	31,15%	9,8 < x > 32
P	1,61%	1,55%	> 0,1
C/N	13,98%	14,03%	10 < x > 20
K	2,48%	1,45%	>0,2
Keterangan : *Baku mutu kualitas kompos SNI 19-7030-2004			

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas diketahui bahwa seluruh parameter memenuhi standar kualitas kompos, kecuali parameter kadar air pada reaktor satu. Apabila dilihat dari parameter yang ada pada kompos padat tersebut, maka kompos padat yang dihasilkan dari hasil pengomposan reaktor aerob termodifikasi lebih bagus kompo padat yang dihasilkan oleh reaktor dua.

4.4.2 Kompos Cair

Sama seperti halnya kompos padat, dilakukan pengujian beberapa parameter untuk mengetahui kualitas kompos cair yang dihasilkan. Parameter yang diuji terkait kualitas kompos cair adalah kadar nitrogen, fosfor (P_2O_5) dan kalium (K_2O). Berikut hasil penelitian terkait ketiga parameter yang diuji:

A. Kadar Nitrogen

Kadar nitrogen merupakan salah satu parameter unsur makro pada kompos yang penting bagi tanaman seperti yang telah dijelaskan pada kompos padat. Parameter ini diuji dengan menggunakan metode *kjeldhal*. Hasil yang diperoleh untuk kadar nitrogen kompos cair pada reaktor satu adalah 0,18% sedangkan pada reaktor dua sebesar 0,30%. Hal ini menunjukkan bahwa kompos cair yang dihasilkan belum memenuhi standar kualitas kompos pada SNI-19-7030-2004, karena untuk memenuhi standar tersebut, kadar nitrogen harus lebih dari 0,40%.

Perbedaan kadar nitrogen dari hasil pengomposan reaktor satu dan dua dapat disebabkan kurang sempurnanya proses dekomposisi pada reaktor satu jika dibandingkan dengan dekomposisi pada reaktor dua. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan *feedstock* yang digunakan (Nur dkk., 2016).

Pembuatan kompos cair organik dengan menggunakan bioaktivator EM_4 memiliki kandungan nitrogen yang lebih besar dari pada yang tidak menggunakan bioaktivator. Namun pada penelitian

ini perbedaan kadar nitrogen dari kompos cair yang menggunakan bioaktivator dan yang tidak menggunakan bioaktivator tidak diketahui, sebab proses pengomposan yang dilakukan pada kedua reaktor tidak ditambahkan bioaktivator sama sekali, sehingga diperlukan *variable* penambahan bioaktivator untuk melihat kondisi tersebut, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Nur dkk. (2016) dimana digunakan *variable* penambahan EM_4 sebesar 0, 5, 10 dan 15 mL dengan waktu pengomposan yang sama untuk ke-4 *variable*.

B. Fosfor (P_2O_5)

Seperti yang telah dijelaskan terkait fosfor pada kompos padat, maka fosfor pada kompos cair juga dibutuhkan oleh tanaman. Baik kompos cair atau kompos padat, fosfor yang terkandung di dalam kompos tersebutlah yang dibutuhkan oleh tanaman. Pengujian fosfor dilakukan dengan menggunakan metode destruksi HNO_3 dan $HClO_4$. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, hasil kadar fosfor yang diperoleh dari kompos cair pada reaktor satu adalah 0,05% dan 0,04% yang terkandung dalam kompos cair dari reaktor dua. Sama halnya dengan kadar nitrogen, kadar fosfor pada kedua reaktor aerob termodifikasi ini juga belum memenuhi standar kualitas kompos, dikarenakan berdasarkan SNI 19-7030-2004, standarnya adalah lebih dari 0,10%.

Perbedaan kadar fosfor pada reaktor satu disebabkan karena perbedaan *feedstock* yang digunakan, karena setiap masing-masing *feedstock* yang digunakan memiliki kandungan fosfor yang berbeda-beda. Dimana hal ini akan mempengaruhi juga lamanya proses pengomposan. Semakin lama proses pengomposan maka kadar fosfor pada kompos akan semakin meningkat (Nur dkk., 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan *variable* waktu yang lebih lama dan pengujian secara

berkala tidak hanya diakhir guna mengetahui perubahan kadar fosfor kompos cair dari awal hingga akhir dengan waktu yang lebih dari 30 hari.

C. Kalium (K_2O)

Unsur kalium merupakan unsur yang terkandung di dalam kompos baik itu kompos padat ataupun kompos cair. Parameter ini merupakan salah satu unsur makro pada kompos yang dapat menunjukkan standar kualitas pada kompos tersebut, karena parameter ini merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Berdasarkan hasil pengujian kadar kalium dengan menggunakan metode destruksi HNO_3 dan $HClO_4$, diperoleh hasil pengujian sebesar 0,76% untuk kompos cair dari hasil pengomposan pada reaktor satu dan pada reaktor dua diperoleh kalium sebesar 0,58%. Jika dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 maka parameter kalium ini sudah memenuhi standar kualitas kompos, karena standar minimum untuk memenuhi kualitasnya adalah 0,20%. Menurut Nur dkk. (2016), perbedaan kadar kalium dapat disebabkan oleh perbedaan *feedstock* yang digunakan, karena masing-masing *feedstock* memiliki kadar kalium yang berbeda-beda.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pengujian terhadap parameter nitrogen, fosfor dan kalium pada produksi kompos cair dilakukan untuk mengetahui kualitas kompos cair yang diperoleh. Hal ini dilakukan guna mengetahui kelayakan kompos cair dalam pemanfaatan kedepannya. Tabel 4.4 berikut merupakan perolehan data hasil pengujian masing-masing parameter dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004.

Tabel 4. 3 Kualitas kompos cair berdasarkan karakteristik fisika dan kimia kompos pada hari ke-30 setelah proses pengomposan

Kompos Cair			
Parameter	Reaktor 1	Reaktor 2	*Standar
N	0,18%	0,30%	>0,4
P	0,05%	0,04%	> 0,1
K	0,76%	0,58%	>0,2
Keterangan : *Baku mutu kualitas kompos SNI 19-7030-2004			

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas diketahui bahwa hanya terdapat satu parameter yang memenuhi standar kualitas kompos yakni kalium, baik pada reaktor satu maupun dua, sedangkan parameter N dan P pada kedua reaktor belum memenuhi standar kualitas kompos pada SNI 19-7030-2004. Hal ini menunjukkan bahwa hasil kompos cair dari kedua reaktor masih belum layak digunakan untuk kompos tanaman, perlu perlakuan khusus seperti penambahan bioaktivator atau penambahan waktu pengomposan untuk kompos cair. Sedangkan apabila hanya dilihat dari parameter kalium, maka reaktor satu memiliki kualitas kalium lebih tinggi dari pada reaktor dua.

4.4.3 Kadar Protein Maggot

Pengujian kadar protein maggot dilakukan pada akhir penelitian dengan menguji seluruh akumulasi produksi maggot dari awal hingga akhir. Metode yang digunakan oleh penguji adalah metode *kjedhal*. Dikarenakan jenis maggot BSF (*Black Soldier Fly*) merupakan jenis maggot yang memiliki kandungan protein lebih tinggi dari maggot lain dan lebih sering digunakan di bidang peternakan, maka pengujian untuk kadar protein maggot BSF dan bukan BSF dipisahkan. Perbedaan maggot BSF dan bukan BSF dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Maggot bukan BSF dan maggot BSF dari hasil proses pengomposan selama 30 hari

Berikut merupakan data hasil uji kadar protein maggot yang diperoleh dari hasil proses pengomposan selama 30 hari:

Tabel 4. 4 Nilai kadar protein maggot dari hasil proses pengomposan selama 30 hari

No	Sampel	Hasil Analisis Protein (%)
1.	Maggot BSF Reaktor 1	37,63
2.	Maggot BSF Reaktor 2	31,40
3.	Maggot Non BSF Reaktor 1	32,02
4.	Maggot Non BSF Reaktor 2	28,14

Kadar protein tertinggi terdapat pada reaktor satu yang dimiliki oleh maggot BSF sebesar 37,63% dan terendah adalah maggot non BSF pada reaktor dua dengan kadar protein sebesar 28,14%. Hal ini membuktikan dimana maggot merupakan sumber kadar protein hewani yang tinggi dengan nilai berkisar antara 30-45%. Selain itu diperoleh kadar protein sebesar

31,40% untuk sampel maggot BSF dari reaktor dua dan maggot non BSF dari reaktor satu mengandung kadar protein sebesar 32,02%. Menurut Giri dkk. (2007) untuk budidaya perbesaran ikan, dibutuhkan pakan yang mengandung kadar protein berkisar antara 25-55%. Data tersebut menunjukkan bahwa, kadar protein maggot yang diperoleh dari hasil pengomposan dengan menggunakan reaktor aerob termodifikasi mampu menyediakan alternatif pakan ternak ikan sesuai dengan kadar protein yang dibutuhkan.

Selain itu, faktor penunjang tingginya kadar protein pada maggot dapat disebabkan oleh komposisi dan kandungan *feedstock* yang digunakan. Pada reaktor satu digunakan *feedstock* berupa 2 kg sampah sisa makanan dan 6 kg sampah sayur. Dimana menurut Muktiani dkk. (2007) setelah dilakukan uji proksimat diperoleh kadar protein kasar pada sampah sayur pasar tradisional sebesar 12,64%. Berbeda dengan reaktor dua, *feedstock* yang digunakan adalah 2 kg sampah sayur dan 6 kg sampah sisa makanan. Dikarenakan pada reaktor ini sampah sisa makanan yang digunakan kebanyakan dari sampah warung makan padang yang mengandung santan dari kelapa maka *feedstock* ini juga mempengaruhi. Berdasarkan hasil uji proksimat yang dilakukan oleh Miskiyah dkk. (2006), menunjukkan bahwa kandungan protein ampas kelapa murni sebesar 11,35%. Hal ini dapat membantu peningkatan kadar protein maggot pada media tumbuh sampah yang mengandung santan dari kelapa.

Besarnya kadar protein BSF pada reaktor satu dikarenakan bahan baku yang digunakan memiliki kadar protein lebih besar dari pada kadar protein pada sisa makanan yang mengandung santan dari kelapa tersebut. Hal ini dikarenakan, maggot dapat menyimpan *nutrient* dalam tubuhnya yang berasal dari kultur yang dia makan dengan menggunakan organ yang disebut *trophocytes*.

Pengujian kadar protein dan kadar nitrogen (N) total sama-sama menggunakan *kjeldahl*. Namun pada pengujian kadar protein, dilakukan mikro *kjeldahl* atau perlakuan tambahan setelah memperoleh N-total dimana dilakukan pembebasan nitrogen non protein (Azir dkk., 2017). Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua N-total yang diperoleh merupakan N-

protein, oleh karena itu data N-total dan kadar protein yang diperoleh tidak berbanding lurus pada pengujian masing-masing reaktor. Pada reaktor dua, kandungan N-total lebih besar dari reaktor satu, namun sebaliknya pada reaktor satu, kandungan protein maggot lebih besar dari pada maggot reaktor dua. Sehingga diketahui bahwa, nitrogen non protein pada reaktor dua lebih besar dari pada nitrogen non protein pada reaktor satu. Selain itu, fosfor dan kalium merupakan salah satu unsur yang digunakan sebagai pembentukan protein (Anif dkk., 2007). Kandungan fosfor dan kalium kompos padat pada reaktor satu lebih besar dari pada reaktor dua, data yang dihasilkan juga menunjukkan bahwa kandungan protein maggot pada reaktor satu juga lebih tinggi dari pada reaktor dua. Hal ini membuktikan semakin tingginya kandungan fosfor dan kalium pada *feedstock* maka semakin tinggi pula protein yang terbentuk pada maggot yang dihasilkan.

Oleh karena itu, apabila dilihat dari kandungan kadar protein maggot maka reaktor satu lebih direkomendasikan. Tidak hanya dari segi kadar protein, karena dari segi bahan baku yang didominasi oleh sampah sayur juga dapat diperoleh dengan mudah. Banyaknya sampah organik sayur dari pasar atau warung-warung masih banyak belum termanfaatkan. *Feedstock* ini tidak berkompetisi dengan kebutuhan manusia, karena kebutuhan manusia adalah sayur segar bukan sampah sayur segar, sehingga selain sebagai alternatif penghasil maggot juga dapat mereduksi sampah sayur yang melimpah.