

Penambahan *Bulking Agent* untuk Meningkatkan Kualitas Kompos Sampah Sayur dengan Variasi Metode Pengomposan

Moh. Rohim, Arseto Y. Bagastyo

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: bagastyo@enviro.its.ac.id

Abstrak— Bahan utama pengomposan dalam penelitian ini adalah sayur dan sabut kelapa sebagai *bulking agent*. Kedua bahan tersebut digunakan karena ketersediannya yang melimpah di lokasi penelitian yaitu Pasar Puspa Agro, Sidoarjo. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah penambahan *bulking agent* dan metode pengomposan. Penambahan *bulking agent* yang digunakan yakni 40%, 50% dan 60% yang mana persentase tersebut diperoleh dari hasil perhitungan rasio C/N campuran dari kedua bahan yang masuk rentang 25-40. Sedangkan metode pengomposan yang dipakai adalah metode 1 (tidak dicacah, dilapis), metode 2 (dicacah, dicampur) dan metode 3 (dicacah, dilapis). Dimensi pengomposan yaitu 0,5x0,5x1 m dan pembalikan untuk metode 1 dan 3 yakni 3 hari sekali selama 2 minggu pertama, seminggu sekali sampai minggu keenam dan 2 minggu sekali sampai kompos matang. Sedangkan pada metode 2, pembalikan dilakukan 3 hari sekali sampai kompos matang. Parameter kualitas kompos yang digunakan mengacu pada SNI 19-7030-2004 meliputi suhu, pH, kadar air, kadar C-organik, N total dan rasio C/N. Hasil dari penelitian ini adalah jika ditinjau dari penambahan *bulking agent* kualitas kompos yang paling baik yaitu dengan penambahan 60%. Apabila ditinjau dari metode pengomposan, kualitas kompos yang paling baik yaitu menggunakan metode 3 (dicacah, dilapis).

Kata Kunci— *bulking agent*, kompos, rasio C/N, sampah sayur, sistem windrow

I. PENDAHULUAN

Salah satu sumber timbulan sampah kota yang cukup tinggi adalah pasar yaitu sebesar 7% [1]. Hal ini karena tidak semua bahan di pasar terutama sayuran siap untuk dijual melainkan harus dipilih dan dibersihkan terlebih dahulu. Pengolahan sampah pasar dapat dilakukan dengan cara pengomposan. Pengomposan cocok diterapkan karena komposisi sampah pasar ialah jenis organik berupa sisa sayuran dan makanan yang mencapai 95 % [2]. Prinsip pengomposan yaitu penguraian bahan organik (*biodegradable*) melalui proses biologis dengan bantuan organisme pengurai. Dalam prosesnya, mikroorganisme pengurai mengambil sumber makanan dari sampah atau bahan organik

biodegradable dan menghasilkan metabolisme berupa CO₂, uap air dan panas [3].

Pasar Induk Puspa Agro telah menerapkan sistem pengomposan dalam mengolah sampah pasarnya. Akan tetapi, berdasarkan analisis laboratorium pada Januari tahun 2015 kompos masih bermutu kurang baik karena rasio C/N dalam kompos berada di bawah SNI spesifikasi kompos yaitu 7,53. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik dan Domestik, standar kualitas kompos untuk rasio C/N adalah 10-20, unsur karbon 9,8-32 % dan nitrogen minimum 0,4%.

Dalam meningkatkan kualitas kompos maka diperlukan bahan tambahan dalam pengomposan. Dalam penelitian ini bahan yang ditambahkan adalah sabut kelapa. Sabut kelapa dipilih karena ketersediannya di Pasar Puspa Agro sangat melimpah. Selain itu sabut kelapa memiliki rasio C/N yang cukup tinggi yaitu 91 (Hasil analisis Laboratorium Kualitas Lingkungan, 2016). Sabut kelapa juga berperan sebagai *bulking agent* dalam proses pengomposan karena sifatnya yang *porous* sehingga aerasi dalam tumpukan dapat tetap berjalan [4]. Kompos yang bermutu baik akan dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman [5].

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis kualitas kompos yang dihasilkan ditinjau dari variasi penambahan *bulking agent* dan variasi metode pengomposan. Dari hasil penelitian yang didapatkan dapat menjadi acuan dalam pengomposan sampah sayur pada umumnya terutama pada TPST Pasar Puspa Agro, Sidoarjo.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Kerangka Penelitian

Penelitian ini berawal dari adanya permasalahan dari kualitas kompos yang dihasilkan di TPST Pasar Puspa Agro Sidoarjo yang berada di bawah SNI. Penelitian ini dilakukan dalam skala pilot bertempat di TPST Pasar Puspa Agro, sementara untuk uji parameter C dan N dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan FTSP ITS, Surabaya. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing bahan pengomposan. Pelaksanaan penelitian ini membutuhkan waktu 2 bulan waktu pengomposan. Metode yang digunakan ada 3 yaitu metode 1 (tidak dicacah, dilapis), metode 2 (dicacah, dicampur) dan metode 3 (dicacah, dilapis). Jumlah tumpukan untuk masing-

masing metode adalah 3 tumpukan sesuai dengan variasi penambahan *bulking agent* (40%, 50%, 60%). Ketiga tumpukan diduplo sehingga masing-masing metode terdapat 6 tumpukan, jadi total terdapat 18 tumpukan ditambah 2 tumpukan kontrol. Pengumpulan data meliputi kadar air, pH, suhu, %C-organik, %N total dan rasio C/N. Selanjutnya data dianalisis dengan uji anova menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar variasi dalam penelitian ini.

B. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilaksanakan di laboratorium Teknik Lingkungan FTSP ITS yaitu melalui uji karakteristik bahan pengomposan. Parameter yang diuji terhadap bahan pengomposan yaitu kadar air, pH, %C-organik dan %N total. Hasil uji karakteristik ini menjadi pertimbangan untuk penambahan *bulking agent* yang perlu ditambahkan dalam pengomposan sampah sayur. Dari hasil penelitian penelitian didapatkan data seperti pada Tabel 1 berikut;

Table 1.

Hasil Uji Karakteristik Bahan Pengomposan

Bahan	Kadar air (%)	pH	%C- organik	%N total
Sayur	93,00	3,25	34,50	2,52
Sabut kelapa	15,96	8,1	43,25	0,57

C. Tahapan Pembuatan Kompos

Tahapan pembuatan kompos dalam penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengomposan mulai dari pembuatan cetakan hingga pemanenan kompos

1) Pembuatan cetakan

Cetakan dibuat untuk pengomposan metode 2. Bahan dari kawat berlubang (lubang berbentuk kotak, dimensi 0,5 cm). Dimensi untuk masing-masing cetakan yaitu 0,5x0,5x1 m. Pada sisi sudut dari cetakan kompos ini dilapisi dengan bambu untuk memperkuat cetakan.

2) Pemilahan sampah

Pemilahan sampah dilakukan untuk memisahkan bahan yang akan dikomposkan dengan bahan yang sulit untuk diuraikan misalnya plastik, karet dan kayu. Sampah yang digunakan sebagai bahan kompos hanyalah sampah sayur dan sabut kelapa saja.

3) Pencacahan bahan kompos

Pencacahan dilakukan pada tumpukan metode 2 dan 3. Sampah dicacah dengan mesin pencacah hingga berukuran 1-5 cm.

4) Penumpukan bahan kompos

Penumpukan pada metode 1 dan 3 dilakukan dengan cetakan dan disusun secara berlapis. Lapisan paling atas dan paling bawah sedapat mungkin adalah sabut kelapa. Susunan lapisan pada metode ini yakni sabut-sayur-sabut-sayur-sabut. Sedangkan pada metode 2 ditumpuk secara biasa menyerupai bentuk kerucut tanpa sistem lapisan, jadi bahan sayur dan sabut dicampur dari awal. Adapun gambaran tumpukan dapat dilihat pada Gambar 1.

5)Pembalikan dan penyiraman

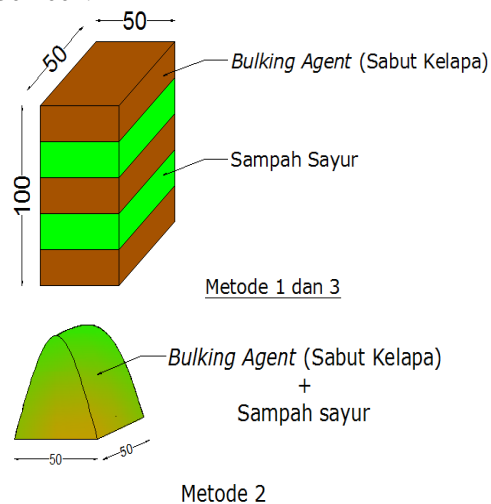
Tujuan dari pembalikan adalah memberikan sirkulasi oksigen dalam tumpukan. Penyiraman dilakukan ketika tumpukan kompos terlihat kering atau melihat data kadar airnya telah berada di bawah 40%.

6) Pemantauan parameter

Pemantauan parameter meliputi kadar air (3 hari sekali), pH (3 hari sekali), suhu (setiap hari), C-organik (akhir pengomposan), N total (akhir pengomposan) dan rasio C/N.

7)Pemanenan dan pengayakan

Pemanenan dilakukan dengan cara kompos diayak dengan mesin ayakan silinder. Pemanenan dilakukan ketika kompos telah menunjukkan ciri-ciri kematangan menurut SNI 19-7030-2004.



Gambar 1 Tumpukan untuk Ketiga Metode

D. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini sebagaimana tercantum dalam Tabel 2;

Table 2.

Metode Pengumpulan Data

No	Parameter	Metode	Sumber
1	Kadar Air	Pemanasan dengan oven	[6]
2	pH	Soil test	-
3	Suhu	Termometrik	[7]
4	Kadar C organik	Walkey and Black	[8]
5	Kadar N total	Kjeldahl dan spektrofotometri	[6]
6	Rasio C/N	Perbandingan	-

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Bahan Pengomposan

Bahan pengomposan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sampah sayur dan sabut kelapa. Sampah sayur didapatkan dari Pasar Puspa Agro dan Pasar Sepanjang, sedangkan sabut kelapa didapatkan dari Puspa Agro saja. Adapun karakteristik sampah dari kedua pasar tersebut tidak sama pada saat pengambilan. Sampah sayur yang berasal dari Pasar Puspa Agro didominasi oleh sawi dan kubis sedangkan

dari Pasar sepanjang didominasi oleh kangkung dan daun singkong. Bahan awal pengomposan untuk masing-masing tumpukan dan berat awal pengomposan dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3.
Bahan Pengomposan untuk Masing-masing Tumpukan

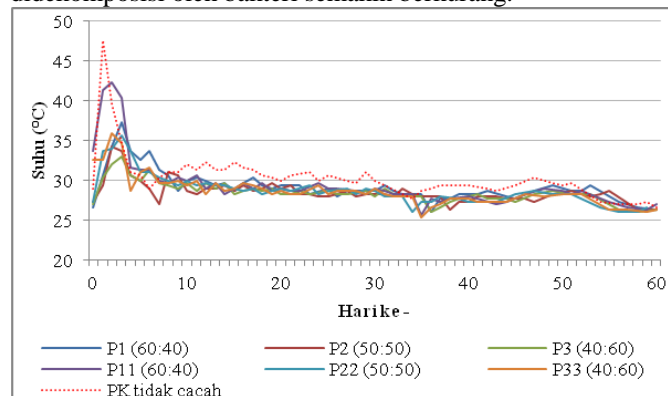
Tumpukan (P)	Bahan Pengomposan (Kg)		Jenis Sayur dominan	Asal
	Sayur	Sabut kelapa		
P1	32,45	16,10	sawi, selada	P. Puspa Agro
P2	27,79	19,92	sawi	P. Puspa Agro
P3	21,72	23,89	sawi, selada	P. Puspa Agro
P11	37,19	15,93	kubis	P. Puspa Agro
P22	28,08	20,18	sawi, kubis	P. Puspa Agro
P33	22,10	24,21	kubis, seledri	P. Puspa Agro
P4	33,23	15,58	kubis, selada	P. Puspa Agro
P5	27,16	20,41	sawi, kubis	P. Puspa Agro
P6	21,50	23,49	sawi, seledri	P. Puspa Agro
P44	32,67	16,32	kubis, bayam	P. Puspa Agro
P55	22,43	19,82	kangkung	P. Sepanjang
P66	18,22	24,31	kangkung, klobot jagung	P. Sepanjang
P7	25,63	15,70	kangkung, bawang prei	P. Sepanjang
P8	21,34	20,15	kangkung, daun singkong	P. Sepanjang
P9	16,82	23,44	kangkung, bayam	P. Sepanjang
P77	34,21	15,90	kubis	P. Puspa Agro
P88	27,78	19,76	sawi, brokoli	P. Puspa Agro
P99	22,61	23,66	kubis, sawi	P. Puspa Agro
PK Tc	55,41	0	sawi, kubis, daun	P. Puspa Agro
PK C	42,14	0	singkong, kangkung	P. Sepanjang

Berat sayur dan sabut kelapa pada tabel di atas ditentukan berdasarkan perbandingan sesuai dengan variasi penambahan *bulking agent*. Perbedaan jenis sayuran dalam tumpukan kompos juga dapat mempengaruhi kondisi kompos. P1-P33 merupakan metode 1 (tidak dicacah, dilapis), dengan *bulking agent* P1 yaitu 40%, P2 50% dan P3 60%. Sementara P11-P33 adalah duplonya. P4-P66 merupakan metode 2 (dicacah, dicampur) dan P7-P99 yakni metode 3 (dicacah, dilapis). Persentase penambahan *bulking agent* urutannya sama seperti pada metode 1. PKTc merupakan perlakuan kontrol tanpa dicacah, sedangkan PKC adalah kontrol yang dicacah.

B. Perubahan Suhu

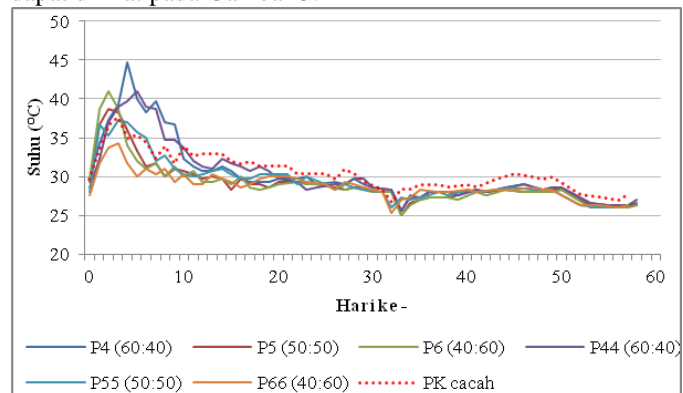
Tumpukan kompos mengalami perubahan suhu yang berbeda antar metodenya. Namun, secara umum pada awal proses pengomposan, suhu meningkat hingga hari ke 2-5, dan selanjutnya suhu turun terus hingga stabil. Pada metode 1, sayur dan sabut yang tidak dicacah menyebabkan struktur yang kasar. Ukuran partikel dan struktur bahan kompos mempengaruhi sistem aerasi. Semakin kasar struktur bahan kompos, maka makin besar volume pori udara dalam tumpukan [9]. Sehingga panas yang dihasilkan dari proses degradasi bahan organik *biodegradable* akan mudah terlepas ke udara dan mengakibatkan suhu dalam tumpukan menjadi turun. Fluktuatif suhu dalam tumpukan pada metode 1 dapat

dilihat pada Gambar 2. Suhu tertinggi dicapai oleh P11 yaitu 42°C pada hari kedua pengomposan. P11 mencapai suhu tertinggi karena bahan kompos lebih didominasi oleh kubis. Hal ini karena kubis mengandung air lebih dari 90%, sehingga mudah mengalami pembusukan [10]. Oleh karena sifatnya yang mudah busuk, maka hasil dari respirasi mikroorganisme berupa energi dalam bentuk panas, CO₂, dan air dengan cepat terbentuk. Pada hari ketiga dan seterusnya suhu mengalami penurunan dan menuju keadaan stabil. Hal ini menunjukkan bahan organik *biodegradable* terutama C-organik yang didekomposisi oleh bakteri semakin berkurang.



Gambar 2 Perubahan suhu pada metode 1

Pada metode 2, pencacahan yang dilakukan pada sayur dan sabut kelapa akan meningkatkan luas permukaan bahan kompos, sehingga memudahkan mikroba dekomposer untuk menghancurkan bahan kompos [9]. Sabut kelapa yang dicacah dapat menahan panas dalam tumpukan. Strukturnya yang makin halus dapat menutupi celah-celah pori dalam tumpukan. Peningkatan dan penurunan suhu tumpukan pada metode 2 dapat dilihat pada Gambar 3.

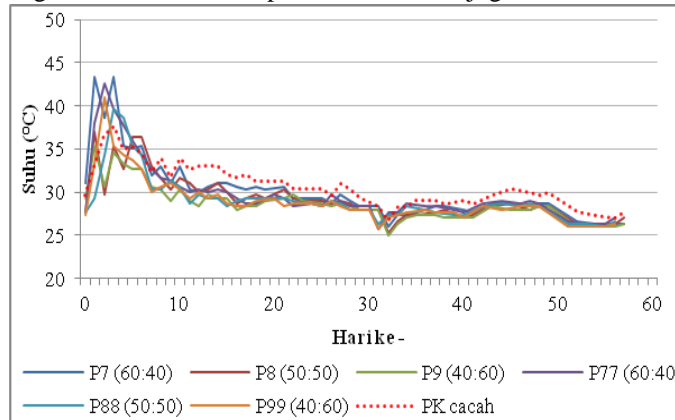


Gambar 3 Perubahan suhu pada metode 2

Pada Gambar 3, secara umum peningkatan suhu terjadi pada hari kedua hingga kelima. Waktu peningkatan suhu ini lebih panjang apabila dibandingkan dengan metode yang tidak dicacah. Hal ini karena bahan yang dicacah dapat dikonsumsi oleh mikroorganisme dengan lebih mudah, sehingga proses degradasi berlangsung dengan lancar. Oleh karena kemudahan dalam mendegradasi tersebut, suhu akan tetap tinggi seiring dengan proses degradasi yang menghasilkan panas.

Pada metode 3 kondisi tumpukan yang tinggi membuat panas yang dihasilkan dari proses degradasi akan tertahan oleh sabut dan sulit keluar. Tingginya suhu ini dapat menimbulkan

asap yang keluar dari dalam tumpukan, dan ini terlihat pada hari ketiga ketika akan dilakukan pembalikan. Fluktuasi suhu pada metode 3 dapat dilihat pada Gambar 4. Suhu terendah dalam metode ini yaitu P9, dikarenakan jumlah sayurnya yang sedikit dibanding sabut kelapa. Sehingga hasil proses degradasi dalam bentuk panas akan sedikit juga.

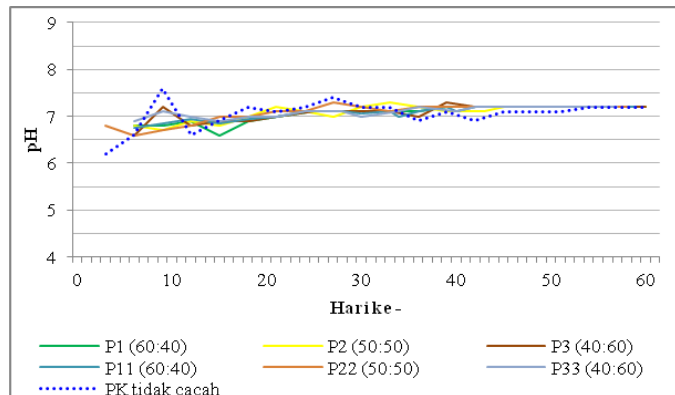


Gambar 4 Perubahan suhu pada metode 3

C. Perubahan pH

Pengukuran pH dilakukan mulai pada hari ketiga pengomposan, hal ini dilakukan karena pada awal pengomposan sampah sayur dan sabut kelapa masih belum tercampur secara merata. Pada hari ketiga pengomposan, rata-rata nilai pH untuk semua tumpukan yaitu 6,2 – 6,9. Nilai pH yang rendah menunjukkan terjadinya pembentukan asam organik dari proses degradasi bahan organik [4]. Naiknya nilai pH disebabkan oleh penguraian protein menjadi ammonia (NH₃) yang berpengaruh terhadap peningkatan pH kompos [11].

Pada metode 1 pH tumpukan pada hari ketiga dan keenam pengomposan adalah 6,6 hingga 6,9. Kenaikan pH terjadi pada hari keenam pengomposan yang mana hal ini menunjukkan terbentuknya NH₃ dari proses pengomposan. Dan ini terbukti pada pembalikan hari keenam hingga hari kedua belas, aroma tumpukan lebih menyengat seperti bau amonia. Fluktuasi pH pada metode 1 dapat dilihat pada Gambar 5.

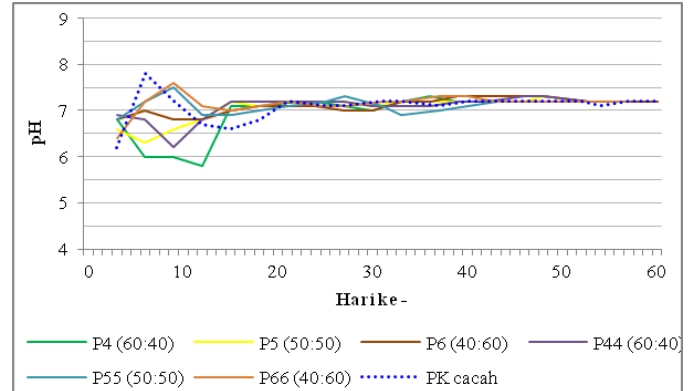


Gambar 5 Perubahan pH pada metode 1

Fluktuasi pH tumpukan pada metode 1 terjadi hingga hari kedua belas, sedangkan hari setelahnya pH cenderung netral. Perlakuan sayur yang tidak dicacah sedikit menghambat proses

degradasi oleh bakteri sehingga kenaikan dan penurunan nilai pH tidak terjadi secara drastis.

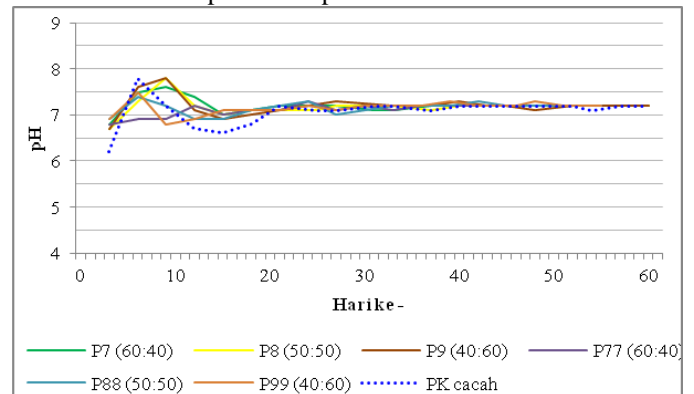
Pada metode 2, adanya proses pencacahan menyebabkan penurunan pH berlangsung dalam jangka waktu yang lama yaitu hingga hari ke dua belas (Gambar 6).



Gambar 6 Perubahan pH pada metode 2

Penurunan pH dalam jangka waktu yang lama ini terjadi karena sayur yang dicacah dapat dengan mudah didegradasi oleh bakteri. Sehingga proses pembentukan asam organik oleh bakteri berlangsung seiring dengan banyaknya bahan yang mudah didegradasi. Fluktuasi terjadi hingga hari kedua belas dan kelima belas waktu pengomposan, setelahnya pH kompos mendekati pH netral sampai proses pematangan.

Pada metode 3, dengan adanya peletakan bahan kompos yang berlapis mengakibatkan sayur tidak tersebar seperti pada metode 2. Hal ini dapat membuat pembentukan asam organik oleh bakteri tidak semudah apabila dibandingkan dengan kondisi tercampur. Hal tersebut karena proses degradasi bisa terhambat akibat adanya sekat antar sayur. Apabila dilihat secara rata-rata, fluktuasi pH pada metode ini diawali dengan peningkatan hingga hari keenam dan kedua belas, kemudian terjadi penurunan hingga mendekati pH netral pada hari setelahnya hingga waktu pengomposan selesai. Fluktuasi pH untuk metode 3 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Perubahan pH pada metode 3

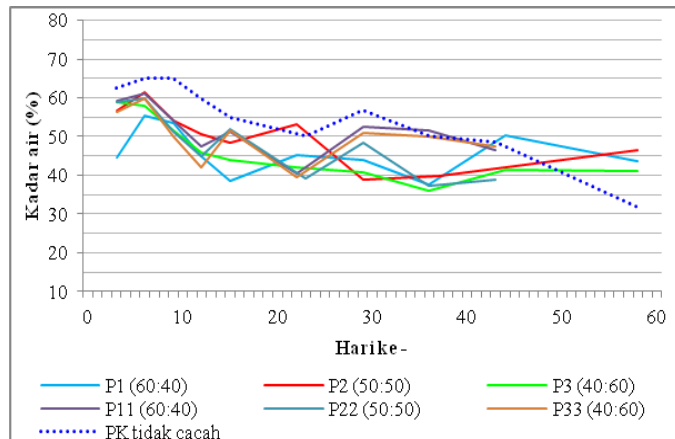
D. Perubahan Kadar Air

Kadar air pada awal pengomposan berbeda untuk masing-masing tumpukan, hal ini diakibatkan oleh perbandingan sayur dengan sabut kelapa, jenis sayur yang mendominasi pada tumpukan dan metode pengomposan. Karena kadar air sayur lebih besar dari pada sabut kelapa yaitu 93%. Selain itu sayur

yang dicacah kandungan airnya lebih besar dari pada sayur yang tidak dicacah, karena pada sayur yang dicacah luas permukaannya semakin besar dan ukurannya kecil. Ukuran partikel yang semakin kecil, akan mempermudah bakteri melakukan degradasi dan akan menghasilkan cairan, sehingga kadar air akan meningkat [12].

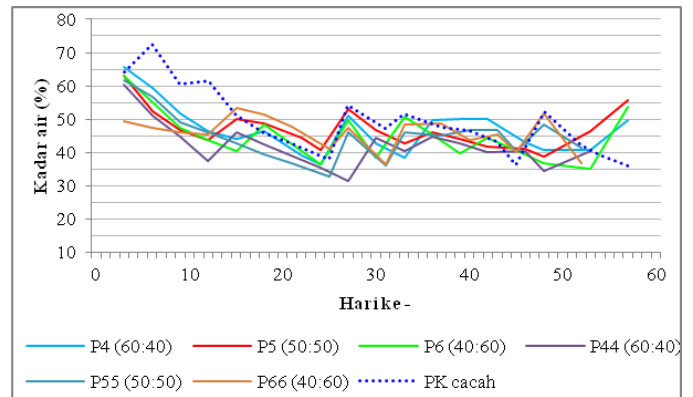
Rujukan [13] menjelaskan kadar air 40-60 % adalah kelembaban optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan. Penurunan ini menyebabkan kurangnya air untuk melarutkan bahan organik *biodegradable* yang akan didegradasi oleh mikroorganismenya sebagai sumber energinya [12]. Maka dari itu, perlunya dilakukan penyiraman dalam tumpukan apabila kadar air dalam tumpukan telah di bawah 40%.

Pada metode 1, kadar air di awal pengomposan berkisar antara 45-60%. Kemudian pada hari keenam atau pada pembalikan kedua, kadar air pada semua tumpukan mengalami kenaikan hingga menjadi 55-62 %. Hal ini mengindikasikan telah terjadi penguraian bahan organik *biodegradable* oleh mikroba di mana hasil dari proses tersebut berupa air. Air yang berlebih tidak mampu ditahan oleh sabut kelapa, sehingga air tersebut mengalir keluar tumpukan sebagai lindi. Peningkatan dan penurunan kadar air ini dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 8.



Gambar 8 Perubahan kadar air pada metode 1

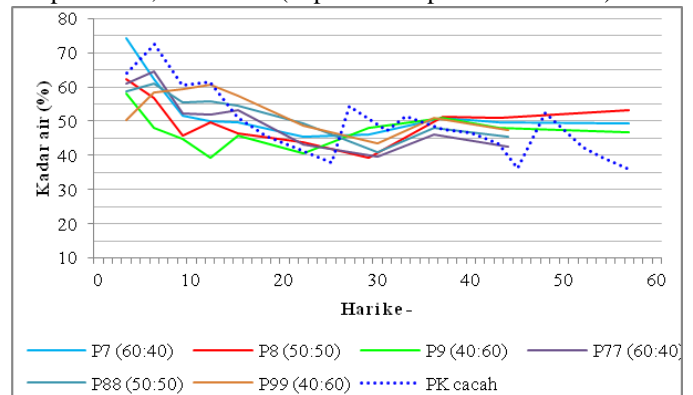
Pada metode 2, sayur yang dicacah dapat meningkatkan kadar air dalam tumpukan pada fase awal. Karena semakin kecil ukuran bahan, maka air yang terkandung di dalamnya akan semakin banyak yang keluar. Perubahan kadar air dalam tumpukan pada metode 2 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Perubahan kadar air pada metode 2

Semua tumpukan dalam metode 2 mengalami penurunan kadar air hingga hari kedua belas waktu pengomposan. Hal ini disebabkan oleh bentuk tumpukan yang hanya ditumpuk biasa dan adanya pencampuran dari awal antara sayur dan sabut kelapa. Oleh karena tercampur, maka lapisan bawah dari tumpukan bukan merupakan sabut. Sehingga air yang mengalir dari dalam tumpukan tidak dapat ditahan dan akan keluar sebagai lindi. Pada hari kedua belas, dilakukan proses penyiraman untuk menghindari tumpukan terlalu kering, sehingga setelah hari tersebut kadar air kembali naik.

Pada metode 2, penyusunan bahan secara berlapis antara sayur dan sabut kelapa, maka air yang mengalir ke arah bawah tumpukan dapat sedikit tertahan oleh adanya sabut kelapa pada lapisan paling bawah. Sehingga kadar air dalam tumpukan dapat terjaga. Namun, analisis tersebut tidak terjadi pada tumpukan P7, P8 dan P9 (dapat dilihat pada Gambar 10).



Gambar 10 Perubahan kadar air pada metode 3

Tumpukan P7, P8 dan P9 mengalami penurunan kadar air karena bahan dalam tumpukannya didominasi oleh kangkung. Sedangkan pada tumpukan P77, P88 dan P99 lebih didominasi oleh sayuran kubis dan sawi. Kadar air kangkung lebih rendah dari pada kubis, hal ini dibuktikan dalam penelitian [14]. Dengan kadar air yang sedikit, seiring berjalannya waktu, maka lama lama kadar air yang terdapat dalam tumpukan akan turun. Sedangkan pada tumpukan P77, P88 dan P99 yang bahannya memiliki kandungan air lebih tinggi, air yang keluar dan hasil dari proses degradasi (yang berupa air juga) tidak bisa secara langsung keluar tumpukan, akan tetapi tertahan dengan adanya lapisan sabut kelapa. Selain sifatnya yang

mampu menahan air, sabut kelapa yang dicacah dapat mengurangi jumlah pori dalam tumpukan sehingga kemungkinan air untuk keluar dalam tumpukan akan berkurang.

E. Perubahan Rasio C/N

Proses degradasi dalam pengomposan membutuhkan C-organik untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan, dan nitrogen untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel bakteri [15]. Hasil pengukuran C organik dan nitrogen total dalam penelitian ini menunjukkan penurunan selama proses pengomposan. Perubahan rasio C/N bahan pengomposan antara awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 4. Penurunan kandungan C-organik dalam tumpukan terjadi karena karbon digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya.

Pada metode 1 kandungan C-organik lebih tinggi dari metode 2 dan 3, hal ini karena bahan yang tidak dicacah membuat mikroba kesulitan dalam mendegradasinya. Sehingga di akhir pengomposan C-organik yang tersisa juga lebih tinggi dari metode dengan pencacahan. Sedangkan pada metode 2 dan 3, bahan yang dicacah dapat membuat mikroba lebih mudah dalam mendegradasinya. Sehingga penurunan C-organik oleh mikroba lebih besar dari metode 1. Sedangkan kandungan N total yang besar ada pada metode 1, hal ini disebabkan sayur yang tidak dicacah akan membuat tingkat degradasi oleh mikroba lebih sulit. Sedangkan penurunan nitrogen total pada metode 2 dan 3 diakibatkan oleh hilangnya nitrat yang larut bersama lindi. Pada bahan yang dicacah, kandungan airnya lebih tinggi dari yang tidak dicacah, sehingga lindi yang dihasilkan lebih banyak.

Table 4. Perubahan Rasio C/N dalam Pengomposan

Tumpukan (P)	Awal			Akhir		
	C-organik (%)	N total (%)	Rasio C/N	C-organik (%)	N total (%)	Rasio C/N
P1	38,00	1,74	21,84	19,17	3,47	5,53
P2	38,87	1,55	25,16	21,03	3,38	6,21
P3	39,75	1,35	29,44	21,17	3,14	6,74
P11	38,00	1,74	21,84	18,35	3,58	5,12
P22	38,87	1,55	25,16	19,76	3,55	5,56
P33	39,75	1,35	29,44	24,62	3,35	7,34
P4	38,00	1,74	21,84	15,72	1,61	9,76
P5	38,87	1,55	25,16	16,78	1,49	11,29
P6	39,75	1,35	29,44	18,02	1,36	13,21
P44	38,00	1,74	21,84	15,87	1,70	9,35
P55	38,87	1,55	25,16	16,21	1,35	11,97
P66	39,75	1,35	29,44	17,65	1,34	13,21
P7	38,00	1,74	21,84	16,75	1,64	10,22
P8	38,87	1,55	25,16	18,88	1,59	11,88
P9	39,75	1,35	29,44	19,24	1,54	12,50
P77	38,00	1,74	21,84	16,96	1,79	9,47
P88	38,87	1,55	25,16	18,23	1,62	11,24
P99	39,75	1,35	29,44	18,69	1,59	11,79
PK Tc	34,50	2,52	13,69	4,12	4,61	0,89
PK C	34,50	2,52	13,69	3,53	3,48	1,01

Rasio C/N pada metode 1 tidak ada yang mencapai rentang SNI (10-20). Sedangkan pada metode 2, hanya perbandingan 60:40 yang belum mencapainya. Pada metode 3 hampir semuanya masuk dalam kriteria SNI, hanya P77 yang tidak masuk rentang. Metode 3 (dicacah, dilapis) dalam hal ini menjadi yang terbaik apabila dilihat dari rasio C/N.

F. Mass Balance

Perubahan berat total yang menurun merupakan indikator kehilangan massa bahan organik *biodegradable* sebagai hasil respirasi [4]. Berat bahan yang hilang adalah gas-gas hasil penguapan oleh mikroba yang terbuang ke udara, misalnya amonia sehingga menyebabkan berat bahan akhir menjadi berkurang [14]. Selain itu hasil samping dari proses degradasi berupa CO₂ dan air juga keluar dari tumpukan akibat penguapan atau menjadi lindi.

Metode yang mempunyai penurunan berat bahan yang besar adalah metode 2 (dicacah, dicampur) yaitu 78% (berdasarkan berat kering). Hal ini karena metode ini dicacah dan dicampur ditumpuk biasa tanpa dicetak. Sehingga mikroba lebih mudah mendegradasinya karena tidak ada sekat atau lapisan sabut kelapa seperti pada metode 1 dan 3. Perubahan berat bahan pengomposan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram *mass balance* pada Tabel 5. Sedangkan metode 3 (dicacah, dilapis) penurunan berat bahannya sebesar 49%, hal ini lebih tinggi dari pada metode 1 (tidak dicacah, dilapis) yakni 33%. Hal ini disebabkan karena meskipun sama-sama disusun secara berlapis, bahan yang dicacah dapat meningkatkan reduksi sampah.

Table 5. Mass Balance

Tumpukan (P)	Berat kering (Kg)		Persentase reduksi total (%)
	awal	akhir	
P1	15,80	10,55	33,22
P2	18,69	13,18	29,45
P3	21,60	16,85	21,96
P11	15,99	10,39	35,03
P22	18,92	13,39	29,26
P33	21,89	16,88	22,91
P4	15,42	3,30	78,59
P5	19,05	4,60	75,85
P6	21,25	5,15	75,78
P44	16,00	4,98	68,88
P55	18,23	6,06	66,73
P66	21,71	10,47	51,77
P7	14,99	7,59	49,37
P8	18,43	9,40	48,98
P9	20,88	10,94	47,61
P77	15,76	6,37	59,55
P88	18,55	8,88	52,15
P99	21,47	10,36	51,73
PK Tc	3,88	2,02	47,98
PK C	2,95	1,26	57,17

G. Kualitas Kompos Matang

Pemanenan kompos dilakukan pada waktu umur pengomposan 60 hari. Hal ini dilakukan karena ciri-ciri kematangan kompos telah terlihat yaitu warna coklat kehitaman, bau seperti tanah, suhu dan pH juga sudah stabil.

Adapun kualitas kompos yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6
Kualitas Kompos Matang

Tumpukan (P)	Karbon (%)	Nitrogen (%)	Rasio C/N	Kadar Air (%)	suhu (°C)	pH
SNI 19-7030-2004	9,8 - 32	0,4	10 -20	maks 50	maks 30	6,8 - 7,5
P1	19,17	3,47	5,53	27,87	26	7,2
P2	21,03	3,38	6,21	38,36	26	7,2
P3	21,17	3,14	6,74	29,57	26	7,2
P11	18,35	3,58	5,12	29,82	27	7,2
P22	19,76	3,55	5,56	25,29	26	7,2
P33	24,62	3,35	7,34	41,18	26	7,2
P4	15,72	1,61	9,76	45,77	26	7,2
P5	16,78	1,49	11,29	54,06	26	7,2
P6	18,02	1,36	13,21	51,79	26	7,2
P44	15,87	1,70	9,35	40,89	26	7,2
P55	16,21	1,35	11,97	52,73	26	7,2
P66	17,65	1,34	13,21	46,57	26	7,2
P7	16,75	1,64	10,22	46,05	26	7,2
P8	18,88	1,59	11,88	54,23	26	7,2
P9	19,24	1,54	12,50	43,84	26	7,2
P77	16,96	1,79	9,47	49,38	26	7,2
P88	18,23	1,62	11,24	40,74	26	7,2
P99	18,69	1,59	11,79	37,10	26	7,2
PK Tc	4,12	4,61	0,89	12,80	27	7,2
PK C	3,53	3,48	1,01	29,95	27	7,2

Apabila ditinjau dari variasi penambahan *bulking agent*, kualitas kompos yang dihasilkan dengan penambahan 60% lebih baik dari persentase yang lain. Namun jika ditinjau dari metode pengomposannya, baik penambahan 40%, 50% maupun 60% yang paling baik adalah pada metode 3 (dicacah, dilapis). Di antara penambahan tersebut, penambahan *bulking agent* 50% adalah yang paling baik dikarenakan rasio C/Nnya yang mendekati rasio C/N tanah (10-12).

H. Hasil Analisis Data dengan Uji Anova

Analisis data dengan anova dilakukan untuk menguji adakah perbedaan rata-rata dalam kandungan C-organik, N total dan rasio C/N terhadap jumlah *bulking agent* yang ditambahkan dan metode pengomposan. Angka *significance level* (taraf signifikansi) yang dipakai dalam uji ini yaitu 0,05. Apabila nilai signifikansi di atas 0,05, maka dapat dikatakan tidak ada perbedaan rata-rata pada nilai parameter (C-organik, N total dan rasio C/N) terhadap variabel bebasnya. Namun apabila nilainya di bawah 0,05, maka ada perbedaan rata-rata parameter terhadap variabel bebasnya. Sehingga apabila kejadiannya seperti itu, perlu diuji lanjut untuk mengetahui variabel mana saja yang berbeda.

Dari hasil uji anova antara parameter dengan jumlah penambahan *bulking agent* pada Tabel 7, nilai signifikansi semuanya di atas 0,05, maka dapat dikatakan tidak ada perbedaan yang bermakna dari rata-rata parameter terhadap jumlah penambahan *bulking agent*.

Apabila dilihat dari hasil uji parameter dengan metode pengomposan pada Tabel 8, didapatkan nilai signifikansi di

bawah 0,05, maka dapat dikatakan bahwa parameter C-organik, N total dan rasio C/N menunjukkan perbedaan nilai rata-rat yang bermakna terhadap metode pengomposan. Untuk melihat metode pengomposan mana saja yang berbeda rata-ratanya, maka dilakukan uji lanjut yaitu uji *Bonferroni*. Uji *Bonferroni* ini dilakukan karena hasil uji kehomogenan varian mempunyai nilai signifikansi di atas 0,05. Berdasarkan uji *Bonferroni* (Tabel 9), didapatkan bahwa metode pengomposan yang menunjukkan perbedaan rata-rata parameter (ada tanda *) adalah metode 1 dengan 2, dan metode 1 dengan 3. Sedangkan metode 2 dengan 3 tidak menunjukkan perbedaan rata-rata yang bermakna.

Table 7
Uji Anova Parameter Terhadap Penambahan Bulking Agent

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
C_organik	Between Groups	22.886	2	11.443	2.852	.089
	Within Groups	60.193	15	4.013		
	Total	83.078	17			
N_total	Between Groups	.181	2	.090	.097	.908
	Within Groups	14.011	15	.934		
	Total	14.192	17			
Rasio_CN	Between Groups	22.281	2	11.140	1.395	.278
	Within Groups	119.777	15	7.985		
	Total	142.058	17			

Table 8
Uji Anova Parameter Terhadap Metode Pengomposan

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
C_organik	Between Groups	48.705	2	24.353	10.627	.001
	Within Groups	34.373	15	2.292		
	Total	83.078	17			
N_total	Between Groups	13.909	2	6.954	368.981	.000
	Within Groups	.283	15	.019		
	Total	14.192	17			
Rasio_CN	Between Groups	113.990	2	56.995	30.460	.000
	Within Groups	28.068	15	1.871		
	Total	142.058	17			

Table 9
Uji Bonferroni Parameter Terhadap Metode Pengomposan

Dependent Variable	(I) Metode	(J) Metode	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
C_organik	Met. 1	Met. 2	3.97500*	.87398	.001	1.6207	6.3293
		Met. 3	2.55833*	.87398	.031	.2040	4.9126
	Met. 2	Met. 1	-3.97500*	.87398	.001	-6.3293	1.6207
		Met. 3	-1.41667	.87398	.378	-3.7710	.9376
	Met. 3	Met. 1	-2.55833*	.87398	.031	-4.9126	-.2040
		Met. 2	1.41667	.87398	.378	-.9376	3.7710
N_total	Met. 1	Met. 2	1.93667*	.07926	.000	1.7232	2.1502
		Met. 3	1.78333*	.07926	.000	1.5698	1.9968
	Met. 2	Met. 1	-1.93667*	.07926	.000	-2.1502	1.7232
		Met. 3	1.78333*	.07926	.000	1.5698	1.9968

Dependent Variable	(I) Metode	(J) Metode	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Rasio_CN	Met. 3	Met. 3	-.15333	.07926	.216	-.3668	.0602
		Met. 1	-1.78333*	.07926	.000	-1.9968	1.5698
		Met. 2	.15333	.07926	.216	-.0602	.3668
	Met. 1	Met. 2	-5.54833*	.78976	.000	-7.6757	3.4209
		Met. 3	-5.10000*	.78976	.000	-7.2274	2.9726
		Met. 2	5.54833*	.78976	.000	3.4209	7.6757
	Met. 2	Met. 1	.44833	.78976	1.000	-1.6791	2.5757
		Met. 3	5.10000*	.78976	.000	2.9726	7.2274
		Met. 1	-4.4833	.78976	1.000	-2.5757	1.6791

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian adalah apabila ditinjau dari variasi penambahan *bulking agent*, kualitas kompos yang paling baik yaitu dengan penambahan 60%. Hasil yang diperoleh adalah suhu 26°C, pH 7,2, kadar air 46,57%, C-organik 17,65%, N total 1,34% dan rasio C/N 13,21. Sedangkan ditinjau dari metode pengomposan, kualitas kompos yang paling baik yaitu menggunakan metode 3 (dicacah, dilapis). Hasil yang diperoleh yakni suhu 26°C, pH 7,2, kadar air 40,74%, C-organik 18,23%, N total 1,62% dan rasio C/N 11,24. Namun, ditinjau dari reduksi totalnya, metode 2 (dicacah, dicampur) yang paling besar dengan nilai mencapai 78,59%.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah perlunya diukur parameter lain seperti kalium, fosfor dan kemampuan ikat air untuk membandingkan lebih jauh lagi kualitas kompos yang dihasilkan dari variasi penelitian. Selain itu bahan pengomposan untuk semua tumpukan diusahakan seragam agar perbandingan kualitasnya bisa valid antar variasi. Pengukuran parameter C dan N sebaiknya dilakukan dengan periode 5 hari-an atau per minggu agar dapat melihat laju penurunannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kabupaten Sidoarjo, "Timbulan dan Komponen Sampah Kabupaten Sidoarjo", (2013).

[2] R. Sudradjat, *Mengelola Sampah Kota*. Bogor: Penebar Swadaya (2006) 7.

[3] B. Subali, Ellianawati, "Pengaruh waktu pengomposan terhadap rasio unsur C/N dan jumlah kadar air dalam kompos," presented at the Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng dan DIY, Semarang, (2010).

[4] J. Nugroho, N.S. Bintoro, T. Nurkayanti, "Pengaruh variasi jumlah dan jenis *bulking agent* pada pengomposan limbah organik sayuran dengan komposter mini," presented at the Prosiding Nasional Perteta, Purwokerto, (2010).

[5] L. Murbando, *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya (2008) 11.

[6] Apha, Awwa, Wpcf, *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association/American Water

Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA (2005).

[7] R. Rynk, M.v.D. Kamp, G.B. Wilson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L.L Jr, D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, W.F. Brinton, *On-Farm Composting Handbook*. Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service (1992).

[8] *Soil Survey Standard Test Method Organic Carbon*, Department of Sustainable Natural Resources, New South Wales, Australia.

[9] R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik, *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2006).

[10] B.N. Widarti, W.K. Wardhini, E. Sarwono, "Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang," *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 5, No. 2 (2015) 75-80.

[11] A.A.N. Supadma, D.M. Arthagama, "Uji formulasi kualitas pupuk kompos yang bersumber dari sampah organik dengan penambahan limbah ternak ayam, sapi, babi dan tanaman pahitan," *Bumi Lestari*, Vol. 8, No. 2 (2008) 113-121.

[12] E.S. Pandebesie, D. Rayuanti, "Pengaruh penambahan sekam pada proses pengomposan sampah domestik," *Jurnal Lingkungan Tropis*, Vol. 6, No. 1 (2013) 31-40.

[13] Isroi, *Pengomposan Limbah Kakao*. Jember: Pelatihan TOT Budidaya Kopi dan Kakao (2007) 5.

[14] A.H. Permana, R.S. Hirasman, "Pembuatan kompos dari limbah padat organik yang tidak terpakai (limbah sayuran kangkung, kol dan kulit pisang)," (2009) 1-6.

[15] A. Ismayana, N.S. Indrasti, Suprihatin, A. Maddu, A. Fredy, "Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, Vol. 22, No. 3 (2012) 173-179.