

Efek Penambahan Limbah Makanan terhadap C/N Ratio pada Pengomposan Limbah Kertas*The Effects of Food Waste to C/N Ratio on Composting of Paper Waste***Ni Ketut Rai Wulandari, I. A. Gede Bintang Madrini*, I Made Anom Sutrisna Wijaya***Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana*

*email: bintang_madrini@unud.ac.id

Abstrak

Pengomposan merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah dan daya guna dari limbah organik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah makanan dan limbah kertas terhadap C/N ratio dan menentukan perbandingan campuran dari penambahan limbah makanan dan limbah kertas yang menghasilkan nilai C/N ratio dan kualitas kompos sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004. Bahan baku yang digunakan dalam pengomposan penelitian ini yaitu limbah makanan dan limbah kertas dengan perbandingan komposisi bahan limbah makanan dan limbah kertas yaitu: 1:1, 1:2, 1:3 dan 0:1. Proses pengomposan pada penelitian ini menggunakan bioreaktor *Tahiron New Garden Bag 2*. Pada proses pengomposan suhu dan pH diamati setiap hari selama 60 hari. Kadar air diamati setiap 4 hari sekali dan kadar C-organik (%), kadar Nitrogen (%) diamati setiap 7 hari sekali. Pada perlakuan 1:1 mengalami peningkatan suhu termofilik sebanyak 2 kali masing-masing pada hari ke 14 dan 34 sebesar 46 dan 46,3°C, pada perlakuan 1:2 dan 1:3 hanya mampu mencapai suhu mesofilik sedangkan perlakuan 0:1 tidak mengalami peningkatan suhu. Perbandingan kandungan C/N ratio pada bahan baku limbah makanan dengan limbah kertas yaitu 1:1 sebesar 24,44, 1:2 sebesar 40,60, 1:3 sebesar 52,06 dan 0:1 sebesar 71,81. Sedangkan kandungan C/N ratio pada kompos limbah makanan dengan limbah kertas yaitu 1:1 sebesar 12,06, 1:2 sebesar 37,00, 1:3 sebesar 42,85 dan 0:1 sebesar 104,84. Komposisi campuran bahan limbah makanan dan limbah kertas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004 yaitu perlakuan 1:1 dengan kadar air akhir 35%, suhu akhir 23,3°C, pH akhir 7,2, C/N ratio akhir 12,6% dan kandungan bahan organik akhir 53%.

Kata Kunci : Limbah Kertas, Limbah Makanan, Bioreaktor, C/N Ratio**Abstract**

The composting is the one alternative to increase the value of waste and usability of organic waste. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of food waste and paper waste on C/N ratio and to determine the mixtures ratio of the food waste and paper waste toward C/N ratio and the quality of compost in accordance to Indonesian National Standard (SNI) 19- 7030-2004. The ratio of materials used in this research was food waste and paper namely: 1:1, 1:2, 1:3 and 0:1, respectively. The composting was conducted in six of *Tahiron New Garden Bag 2* used as a bioreactor in this research. The temperature and pH were collected every day for 60 days. The water content was observed every 4 days. The organic C levels (%) and Nitrogen levels (%) was observed in 7 days. The 1:1 material ratio showed two times of the thermophilic stage which occurred on the 14th and 34th days for 46 °C and respectively 46.3 °C. The material ratio of 1:2 and 1:3 was able to reach the mesophilic temperature while the 0:1 treatment did not increase temperature. The C/N ratio before composting of the 1:1, 1:2, 1:3 and 0:1 material ratio were 24.44, 40.60, 52.06 and 71.81 respectively. While the C/N ratio after composting of the 1:1, 1:2, 1:3 and 0:1 material ratio were 12.06, 37.00, 42.85 and 104.84, respectively. The mixtures ratio of the food waste and paper waste in accordance with Indonesian National Standard (SNI) 19-7030-2004 was the 1:1 material ratio treatment which have a final moisture content of 35%, final temperature of 23.3 °C, final pH of 7.2, final C/N ratio of 12.6 and final organic matter of 53%.

Keywords: Paper waste, Food waste, Bioreactor, Composting, C/N Ratio.**PENDAHULUAN**

Jumlah penduduk di Provinsi Bali yang mencapai 4.230.051 jiwa (Wikipedia, 2017) mengakibatkan meningkatnya produksi limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga maupun industri seperti usaha rumah makan, restoran, kafe, foodcourt,

hotel maupun pedagang kaki lima juga turut menyumbang volume limbah. Limbah yang dihasilkan diantaranya limbah makanan dan kertas yang dikategorikan dalam limbah organik.

Implementasi kebijakan pengelolaan limbah yang konvensional menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah sarana dan prasarana, terutama tempat

pembuangan akhir yang semakin sulit didapat yang dikarenakan keterbatasan lahan. Selain itu, biaya pengelolaan limbah yang dibutuhkan juga akan semakin bertambah seiring bertambahnya jumlah limbah. Mengacu pada peraturan perundangan yang berlaku, yaitu UU No. 23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup, maka sebaiknya limbah yang dihasilkan dikelola dan dimanfaatkan yang diikuti dengan pengendalian pencemaran dan degradasi kualitas lingkungan serta sumber daya alam.

Pemanfaatan limbah yang paling sesuai pada limbah organik yaitu pengomposan. Proses pengomposan bertujuan untuk menurunkan kadar C/N bahan organik kompos agar mendekati ratio C/N tanah (10-12) sehingga dapat diserap dengan mudah oleh tanah. C/N merupakan salah satu aspek yang paling penting dari keseimbangan hara. C/N ratio bahan organik merupakan perbandingan antara banyaknya kandungan unsur karbon dengan banyaknya kandungan nitrogen pada suatu bahan. Limbah makanan digunakan sebagai kompos karena kandungan bahan organik yang tinggi dan logam berat yang rendah (Yang *et al.*, 1998). Sedangkan limbah kertas umumnya kaya akan sumber karbon, namun diperlukan sejumlah sumber nitrogen untuk mencapai C/N ratio yang disyaratkan sebagai bahan kompos. Untuk itu perlu ditambahkan sumber nitrogen dari limbah sisa pengolahan makanan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan karbon dan nitrogen pada pengomposan limbah makanan dengan limbah kertas serta mengetahui komposisi campuran bahan limbah makanan dan limbah kertas yang menghasilkan kualitas kompos yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pejeng, Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar, Bali. Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan berjalan sejak bulan Juli 2018 sampai dengan bulan September 2018. Sedangkan pengujian kualitas kompos dan bahan baku dilakukan di laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana dan laboratorium tanah, tanaman, pupuk dan air Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah makanan berupa sisa nasi, daging/ikan

matang, sisa mie, sisa sayuran dan sisa buah-buahan, limbah kertas dan bahan kimia yang digunakan untuk uji C-organik dan Nitrogen. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pencacah sampah organik, terpal, sekop, mixer, ember besar ukuran 50 liter, sarung tangan, timbangan digital, pH meter AMT300, termometer AMT300, *moisture* meter TK100W, dan biokomposter *New Garden Bag 2*.

Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan perbandingan berbasis berat limbah makanan dengan limbah kertas yaitu : 0:1 dengan berat bahan 70kg limbah kertas tanpa penambahan limbah makanan, 1:1 dengan berat campuran bahan 35 kg limbah makanan dan 35 kg limbah kertas, 1:2 dengan berat 23,4 kg limbah makanan dan 46,67 kg limbah kertas, 1:3 dengan berat 17,5 kg limbah makanan dan 52,5 limbah kertas. Untuk itu terdapat 4 perlakuan perbandingan. Pengomposan dilakukan selama 60 hari.

Limbah makanan yang telah dikumpulkan dicacah terlebih dahulu dengan mesin pencacah sampah organik dan limbah kertas dicacah dengan mesin *shredder*. Sebelum proses pencampuran bahan kompos, terlebih dahulu limbah kertas dibasahi sehingga proses pencampuran limbah makanan dengan limbah kertas dapat tercampur secara homogen. Langkah-langkah pembasahan kertas yaitu: (1) Mencacah kertas menjadi bagian-bagian kecil untuk memudahkan dalam proses penyerapan air, (2) Potongan kertas kemudian ditimbang sesuai dengan berat masing-masing perlakuan, (3) Potongan kertas disasah diatas terpal dan dilakukan penyiraman dengan air, selama proses penyiraman dilakukan pengadukan kertas dan pengukuran kadar air kertas, (4) Penyiraman dilakukan sampai tidak terlihat kembali potongan kertas kering dan kertas yang dibasahi memiliki kadar air sebesar 50 – 60%, (5) Setelah semua bahan baku kompos siap, selanjutnya limbah makanan dan limbah kertas yang telah dibasahi sesuai perbandingan yang telah ditentukan pada semua perlakuan, (6) Bahan kompos yang telah tercampur selanjutnya dimasukkan kedalam biokomposter (7) Bahan kompos yang telah dimasukkan kedalam biokomposter kemudian dinaungi dengan terpal untuk melindungi kompos dari faktor gangguan luar berupa hujan, paparan sinar matahari langsung dan serangan hewan selama proses pengomposan.

Setelah proses pengomposan mulai berjalan, dilakukan pengamatan suhu dan pH setiap hari, kadar air setiap 4 hari sekali, karbon, nitrogen dan C/N ratio setiap 7 hari sekali dan kandungan bahan organik pada akhir pengomposan. Pembalikan bahan dilakukan setiap 7 hari sekali.

Uji Kualitas kompos dan Uji Statistik

Setelah proses pengomposan berakhir dilakukan uji kualitas kompos: uji derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter, kadar air (%) menggunakan moisture meter, kadar karbon (%) ditentukan menggunakan metode Walkey and Black, kadar nitrogen ditentukan menggunakan Kjeldhal dan kadar C/N ratio ditentukan dengan cara membagi kadar karbon dengan kadar nitrogen. Selanjutnya data hasil uji kualitas kompos dianalisis (uji statistik) menggunakan independent t-test dengan bantuan software Ms. Excel. Sebelum dilakukn uji t-test sebelumnya dilakukan uji kesamaan varian (homogenitas) dengan F-test (*Levene, s Test*), jika varian sama maka uji t menggunakan *Equal Variance Assumed* dan jika varian berbeda menggunakan *Unequal Variance Assumed*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Bahan Kimia pada Limbah Makanan dan Limbah Kertas

Bahan baku pada penelitian ini berupa : limbah makanan dan limbah kertas memiliki kriteria seperti pada Tabel 1. Salah satu aspek yang paling penting dari keseimbangan hara total adalah kadar organik karbon dengan nitrogen (C/N). Untuk proses metabolisme mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Penentuan parameter awal ini dilakukan untuk menjadi landasan dasar perbandingan campuran bahan baku kompos

Tabel 1. Kandungan bahan kimia pada limbah makanan dan limbah kertas

Parameter	Limbah Makanan	Limbah Kertas
pH	4,6	7,2
Kadar air (%)	83	68
Bahan Organik (%)	85	83
Kadar C-organik (%)	43,59	43,41
Kadar Nitrogen (%)	4,84	0,60
Kadar rasio C/N (%)	9,01	71,81

Berdasarkan Tabel 1. Kandungan C/N Ratio bahan limbah makanan sebesar 9,01 dan limbah kertas sebesar 71,81. Menurut Gaur (1983), proses pengomposan akan berjalan optimal apabila bahan baku kompos mempunyai nisbah C/N sebesar 25-40. Tingginya kandungan C/N rasio pada bahan baku limbah kertas menyebabkan proses pengomposan akan berjalan lebih lama (Komarayati & Pasaribu, 2005), sehingga diperlukannya campuran limbah makanan yang mempunyai kandungan C/N ratio rendah.

Kandungan Bahan Kimia Perbandingan 1:1, 1:2 dan 1:3 dengan Campuran Limbah Makanan dan Limbah Kertas

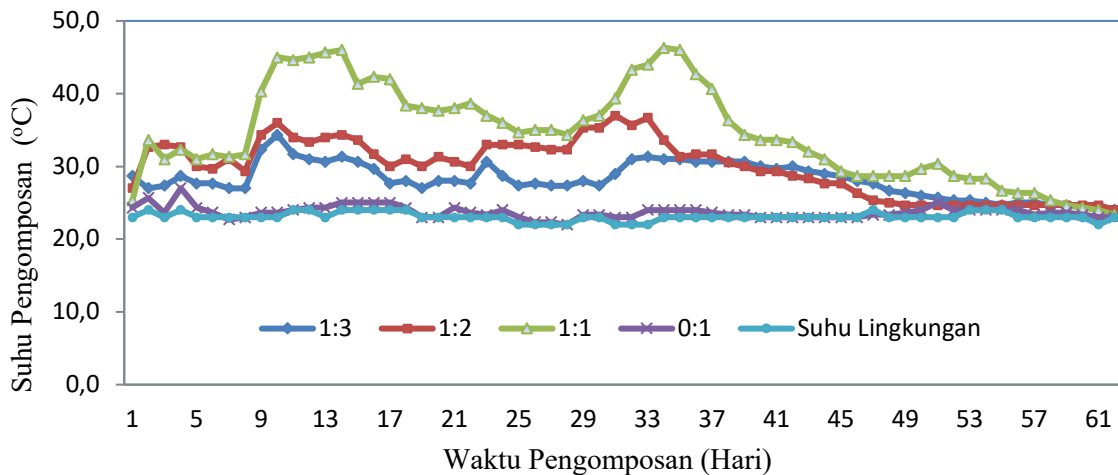
Kadar C/N rasio sangat penting untuk memasok unsur hara yang diperlukan mikroorganisme selama proses pengomposan berlangsung. Kadar karbon diperlukan mikroorganisme sehingga penyumbang energi dalam proses dekomposisi kandungan karbon juga mempengaruhi proses pengikat nitrogen oleh mikroorganisme, sedangkan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein.

Tabel 2. Kandungan bahan kimia pada perlakuan perbandingan 1:1, 1:2 dan 1:3 dengan campuran limbah makanan dan limbah kertas

Parameter	Perbandingan Limbah Makanan dan Limbah Kertas		
	1:1	1:2	1:3
pH	7,3	6,8	7,2
Kadar air (%)	76	75	72
Bahan Organik (%)	85	85	84
Kadar C-organik (%)	39,39	40,90	41,15
Kadar Nitrogen (%)	1,61	1,01	0,81
Kadar rasio C/N	24,47	40,50	50,80

Suhu Proses Pengomposan

Pada awal proses pengomposan tumpukan bahan baku kompos mengalami proses aklimasi, yaitu proses penyesuaian suhu kompos, dimana aktivitas mikroorganisme yang berfungsi merombak campuran bahan baku kompos melakukan adaptasi dengan kondisi mesofilik (Madrini, 2016). Hasil dari pengamatan suhu pada proses pengomposan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Suhu bahan selama pengomposan

Suhu pada seluruh perlakuan mulai meningkat pada hari ke-2 dengan rentang suhu 25,7 - 33,7⁰C dimana suhu lingkungan saat itu adalah 25⁰C, hal tersebut menunjukkan bahwa perombakan campuran bahan-bahan organik oleh mikroorganisme mulai aktif. Peningkatan suhu yang terjadi pada awal pengomposan disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme pengurai (Djuarninani, *et al.*, 2005).

Terlihat pada Gambar 1. Perlakuan 1:2, dan 1: 3 hanya mampu mencapai fase mesofilik dengan rentang suhu maksimal yang dicapai sebesar 34,3 - 37,0⁰C. Pada perlakuan 1:1 mampu mencapai

fase termofilik sebanyak 2 kali yaitu pada hari ke-9 dengan rentang suhu 40,3 - 42,0⁰C dan hari ke-32 dengan rentang suhu 40,7 - 43,3⁰C. Hal ini diduga karena adanya pertukaran posisi bahan baku pengomposan dalam biokomposter yang diakibatkan karena adanya proses pembalikan setiap 7 hari sekali. Sedangkan pada perlakuan 0:1 tidak menunjukkan adanya peningkatan suhu, hal ini disebabkan karena pada perlakuan 0:1 tidak ditambahkan limbah makanan. Setelah mengalami fase termofilik dan fase mesofilik, selanjutnya mulai mengalami fase pematangan kompos yang ditandai dengan adanya penurunan suhu yang mendekati suhu lingkungan.

Tabel 3. Hasil analisis data suhu dengan menggunakan independent t-test

Perbandingan antar perlakuan	t-stat (t-hitung)	T Critical two tail ($t_{\alpha/2}$)	Signifikansi
0:1 dengan 1:1	-12,95	1,99	Signifikan
0:1 dengan 1:2	-12,53	1,99	Signifikan
0:1 dengan 1:3	-14,26	1,99	Signifikan
1:1 dengan 1:2	4,78	1,98	Signifikan
1:1 dengan 1:3	7,19	1,99	Signifikan
1:2 dengan 1:3	3,06	1,98	Signifikan

Berdasarkan hasil analisis t-test pada suhu pengomposan yang disajikan pada Tabel 3. didapatkan hasil bahwa seluruh perlakuan menunjukkan adanya perbedaan rata-rata suhu selama proses pengomposan. Terlihat bahwa nilai t-stat lebih besar dari t-tabel (T Critical two tail). Hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan suhu antara masing-masing perlakuan. Perbedaan suhu pada setiap perlakuan disebabkan karena perbandingan bahan baku yang berbeda.

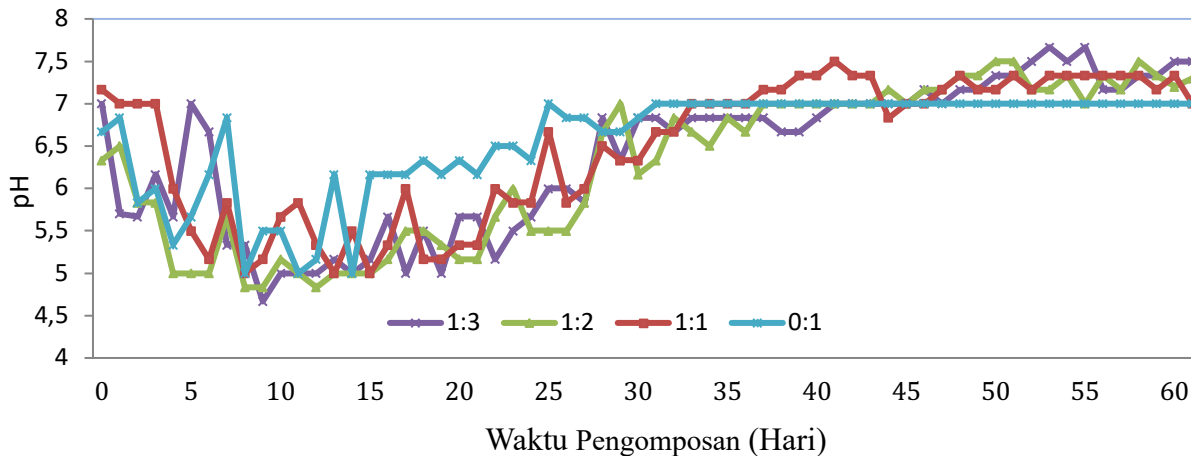
Derajat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman atau nilai pH kompos merupakan salah satu faktor yang berpengaruh selama proses pengomposan. Mikroba akan bekerja pada keadaan pH netral hingga sedikit asam dengan kisaran pH 8 - 5,5. Pada awal proses pengomposan, nilai pH pada masing - masing perlakuan memiliki nilai yaitu 0:1 sebesar 6,7 dengan suhu awal 24,3⁰C, perlakuan 1:1 sebesar 7,2 dengan suhu awal 24,3⁰C, perlakuan 1:2 sebesar 6,3 dengan suhu awal 27⁰C, dan perlakuan 1:3 sebesar 7 dengan suhu awal 28,7⁰C. Menurut Sutanto (2002), nilai pH proses pengomposan berkisar antara

6-9. Nilai pH cenderung menurun yaitu pada hari ke-2 sampai hari ke-25 pada perlakuan 0:1 berkisar antara 5 – 6,8, perlakuan 1:1 berkisar antara 5 – 7,2, perlakuan 1:2 berkisar antara 4,8 sampai 6,5, dan perlakuan 1:3 berkisar antara 4,7 – 7.

Adanya peningkatan nilai pH hingga akhir proses pengomposan, disebabkan oleh terbentuknya NH_3 selama proses dekomposisi. Selain itu, disebabkan

juga oleh penguraian asam-asam organik menjadi CO_2 serta sumbangan kation-kation basa hasil mineralisasi bahan organik sehingga pH kembali netral. Selama proses pengomposan sampai sampai fase akhir proses pengomposan juga terjadi peningkatan pH yang terlihat pada hari ke-26 sampai hari ke-60 hingga nilai pH cenderung stabil dengan nilai berkisar antar 6,8-7,5.



Gambar 2. pH bahan kompos selama pengomposan

Tabel 4. Hasil analisis data pH dengan menggunakan independent t-test

Perbandingan antar perlakuan	t-stat (t-hitung)	T Critical two tail ($t_{\alpha/2}$)	Sigfikansi
0:1 dengan 1:1	0,57	1,98	Tidak signifikan
0:1 dengan 1:2	2,00	1,98	Signifikan
0:1 dengan 1:3	1,26	1,98	Tidak signifikan
1:1 dengan 1:2	1,30	1,97	Tidak signifikan
1:1 dengan 1:3	0,63	1,97	Tidak signifikan
1:2 dengan 1:3	-0,67	1,97	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan independet t-test pada data perubahan derajat keasamaan (pH) kompos seperti pada Tabel 4. Didapatkan hasil bahwa perbandingan antara 0:1 dengan 1:1, 0:1 dengan 1:3, 1:1 dengan 1:2, 1:1 dengan 1:3 dan 1:2 dengan 1:3 memiliki nilai t-stat lebih kecil dibandingkan t-tabel (T Critical two tail), hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan. Sedangkan pada perlakuan 0:1 dengan 1:2 memiliki nilai t-stat lebih besar dibandingkan t-tabel (T Critical two tail), hal ini menunjukkan adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan.

Menurut Indriani (2011), pada proses pengomposan mikroorganisme akan aktif pada kondisi pH netral sampai sedikit asam yaitu pada pH 5,5 – 8. Pada tahap awal pengomposan akan terbentuk asam-asam organik. Kondisi asam ini

akan memicu pertumbuhan jamur dan akan menguraikan senyawa lignin dan selulosa pada bahan organik. Selama proses dekomposisi bahan kompos, asam-asam organik tersebut akan menjadi netral dan pH kompos setelah proses pematangan biasanya berkisar 6-8.

Kadar Air Pengomposan

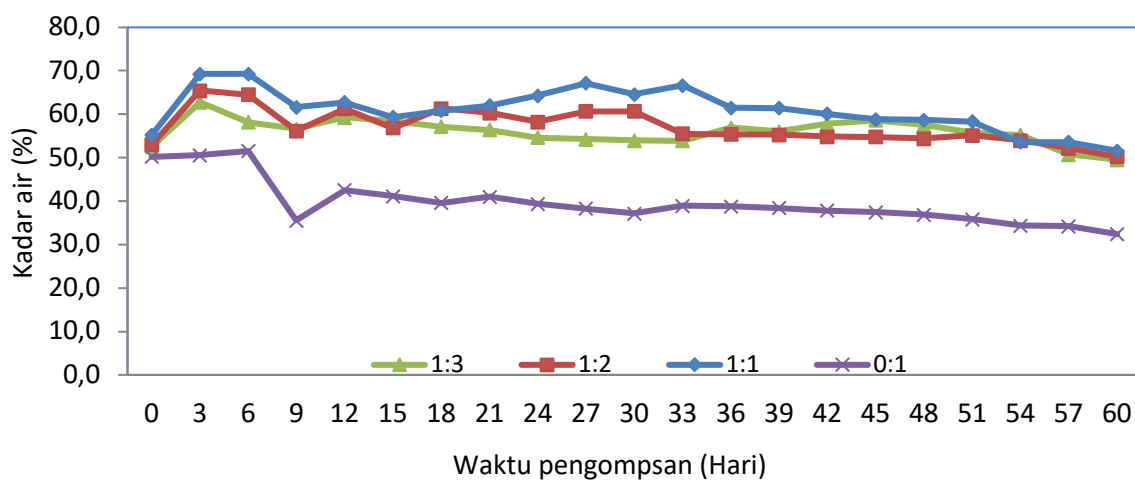
Kadar air merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik. Pengomposan dengan kandungan air dibawah 30% akan berjalan dengan lambat dan dapat mengakibatkan berkurangnya populasi mikroorganisme pengurai. Hasil pengamatan pH selama proses pengomposan disajikan seperti pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, pada awal proses pengomposan masing-masing perlakuan mengalami peningkatan

kadar air pada hari ke-4 dengan rentang 62,8 – 69,3%. Terjadinya peningkatan kadar air selama proses pengomposan dikarenakan kenaikan suhu yang menghasilkan uap air. Dan mulai mengalami penurunan kadar air pada hari ke-10 dengan nilai kadar air pada perlakuan 0:1 sebesar 35,5%, perlakuan 1:1 sebesar 61,1%, perlakuan 1:2 sebesar 56,2, dan perlakuan 1:3 sebesar 56,6%. Penurunan kadar air yang terjadi selama proses pengomposan aerob disebabkan oleh aktivitas mikroorganismenya. Selain itu juga diduga karena mikroorganismenya membutuhkan asupan air dalam melakukan reaksi enzimatik untuk mengubah protein dari bahan organik sehingga dapat diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana

yang dapat diserap tanaman seperti ammonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-). Sedangkan aktivitas pembalikan dilakukan agar proses pengomposan berlangsung secara homogen.

Dari keempat perlakuan dalam penelitian ini menunjukkan kadar air pada perlakuan 0:1 cenderung paling rendah yakni sebesar 32,4% dibandingkan perlakuan lainnya hal ini disebabkan karena pada perlakuan 0:1 tidak ditambahkan bulking agent berupa limbah makanan sehingga menyebabkan aktivitas mikroorganismenya hal ini mengakibatkan tidak terjadinya peningkatan suhu yang signifikan. Sedangkan kadar air pada perlakuan 1:1 sebesar 51,6%, 1:2 sebesar 50,2%, dan perlakuan 1:3 sebesar 49,6% pada hari ke-62.



Gambar 3. Kadar air bahan kompos selama pengomposan

Tabel 5. Hasil analisis data dengan menggunakan independent t-test

Perbandingan antar perlakuan	t-stat (t-hitung)	T Critical two tail ($t_{\alpha/2}$)	Sigfikansi
0:1 dengan 1:1	-13,56	2,02	Signifikan
0:1 dengan 1:2	-12,10	2,02	Signifikan
0:1 dengan 1:3	-12,40	2,03	Signifikan
1:1 dengan 1:2	2,47	2,02	Signifikan
1:1 dengan 1:3	3,95	2,03	Signifikan
1:2 dengan 1:3	1,05	2,02	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan independent t-test pada data perubahan kadar air kompos seperti pada Tabel 5. Didapatkan hasil bahwa perbandingan 0:1 dengan 1:1, 0:1 dengan 1:2, 0:1 dengan 1:3, 1:1 dengan 1:2, dan 1:1 dengan 1:3 memiliki nilai t-test lebih besar dibandingkan t-tabel (T Critical two tail), hal ini menunjukkan adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan sedangkan perlakuan 1:2 dengan 1:3 memiliki nilai t-test lebih kecil dibandingkan t-

tabel (T Critical two tail), hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah makanan berpengaruh terhadap kadar air. Nitrogen merupakan zat yang dibutuhkan mikroorganismenya untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan sehingga aktivitas mikroorganismenya akan meningkat dan menyebabkan peningkatan pada kompos pada suhu kompos.

Kadar Bahan Organik

Kadar bahan organik yang diukur merupakan perkiraan besarnya materi organik yang terkandung dalam kompos. Bahan organik yang terkandung dalam kompos akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrisi pertumbuhan. Bahan organik akan memperbaiki struktur tanah. Menurut Mirwan M. (2015) bahan organik merupakan indikator telah terjadinya proses dekomposisi dalam pengomposan dan kematangan kompos. Kadar karbon cenderung mengalami penurunan selama proses dekomposisi, hal ini dikarenakan karbon digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi untuk menyusun bahan selular sel-sel mikroba dengan membebaskan CO₂ dan bahan lain yang menguap.

Tabel 6. Nilai akhir kandungan bahan organik pada kompos

Perlakuan	Kadar bahan organik (%)
1:1	53
1:2	56
1:3	57
0:1	82

Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa perlakuan 1:1, 1:2 dan 1:3 mempunyai kandungan bahan organik berkisar antara 53% - 57%, sehingga secara umum ketiga perlakuan mempunyai kadar bahan organik sesuai SNI. Perlakuan 0:1 mempunyai kadar bahan organik tertinggi yaitu sebesar 82%, sedangkan perlakuan 1:1 mempunyai kandungan bahan organik paling rendah, yaitu sebesar 53%. Tingginya kandungan bahan organik pada perlakuan 0:1 disebabkan karena proses dekomposisi yang kurang sempurna akibat tanpa dilakukannya penambahan limbah makanan dan tidak terjadinya perubahan suhu dan tidak mampu mencapai suhu termofilik sehingga mikroorganisme tidak mampu menguraikan bahan organik kompos secara optimal.

Kadar Karbon dan Nitrogen

Menurut Djuarni, *et al.*, 2005, dalam proses pengomposan kandungan karbon organik dalam bahan baku kompos digunakan mikroba sebagai sumber energi dan pembentukan sel. Unsur karbon merupakan sumber energi di dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel oleh bakteri sedangkan Nitrogen merupakan zat yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dekomposer untuk tumbuh dan berkembang biak (Murbando, 2000). Berdasarkan Tabel 7, kandungan unsur karbon pada perlakuan 1:1, 1:2, 1:3 dan 0:1 yakni sebesar 25,78%, 34,94%, 42,26%, dan 45,48%. Kandungan Karbon paling tinggi terjadi pada

perlakuan 0:1 sebesar 45,48%, sedangkan kandungan karbon paling rendah terjadi pada perlakuan 1:1 sebesar 25,78. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan 0:1 tanpa penambahan unsur nitrogen sulit terdekomposisi dibandingkan perlakuan 1:1, 1:2 dan 1:3. Terjadinya penurunan nilai karbon disebabkan karena senyawa karbon organik digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan selanjutnya karbon tersebut hilang sebagai CO₂, sehingga nilainya dapat rendah. Menurut SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang mempunyai kandungan karbon berkisar antara 9,8 – 32%. Sehingga secara umum perlakuan 1:1 memiliki kandungan karbon yang sesuai dengan SNI.

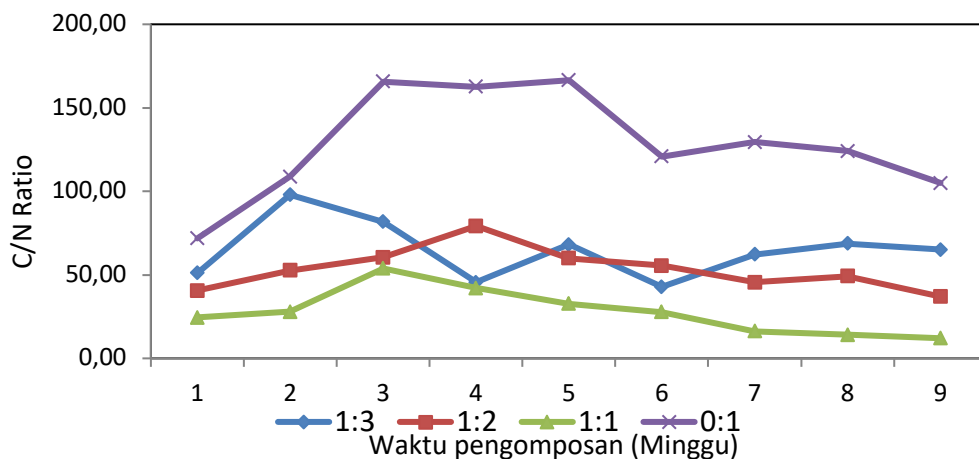
Tabel 7. Nilai akhir kadar karbon dan nitrogen pada kompos

Perlakuan	Karbon (%)	Nitrogen (%)
1:1	25,78	2,15
1:2	34,94	1,14
1:3	42,26	1,07
0:1	45,48	0,40

Sedangkan nitrogen memiliki peran sebagai sumber makanan oleh mikroba untuk pertumbuhan sel-selnya (Wahyono, *et al.*, 2003). Kandungan unsur nitrogen pada perlakuan 1:1 sebesar 2,15%, 1:2 sebesar 1,14%, 1:3 sebesar 1,07%, dan 0:1 sebesar 0,40%. Kandungan nitrogen paling tinggi terjadi pada perlakuan 1:1 sedangkan kandungan nitrogen paling rendah terjadi pada perlakuan 0:1. Menurut SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang mempunyai kandungan nitrogen 0,40%. Sehingga secara umum seluruh perlakuan kandungan nitrogen yang belum memenuhi standar SNI. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002) pada akhir proses dekomposisi terjadi kematian mikroorganisme sehingga unsur hara yang banyak digunakan mikroorganisme seperti nitrogen pada sebagian jasad renik yang mati terombak kembali menjadi unsur hara.

Kadar C/N ratio Pada Kompos

Nilai rasio C/N merupakan faktor penting dalam pengomposan yang dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk pembentukan sel-sel tubuhnya. Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan CN rasio bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20) (Dewi dan Tresnowati, 2012). Menurut Gaur (1982), C/N rasio yang terus menurun berkaitan dengan aktivitas mikroba dekomposer yang membebaskan CO₂ sehingga unsur C cenderung menurun sementara N tetap.



Gambar 4. Grafik rasio C/N selama proses pengomposan.

Berdasarkan Gambar 4. Menunjukkan perubahan rasio C/N selama proses pengomposan berlangsung. Perbedaan sudah terlihat dari pengukuran awal pengomposan dan mengalami peningkatan nilai C/N ratio. Hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi campuran limbah kertas dengan limbah makanan yang digunakan. Pada awal proses pengomposan nilai rasio C/N pada masing-masing perlakuan yaitu: 1:3 sebesar 51,06, 1:2 sebesar 40,60, 1:1 sebesar 24,44 dan 0:1 sebesar 71,81. Tingginya nilai C/N rasio pada perlakuan 0:1 disebabkan karena tidak adanya penambahan limbah makanan. Pada perlakuan 1:1 memiliki nilai C/N rasio lebih kecil, hal ini disebabkan karena komposisi limbah makanan pada perlakuan 1:1 lebih banyak dari pada perlakuan 1:2 dan 1:3. Hal ini didukung dengan pernyataan. Pada perlakuan 1:1 mengalami penurunan pada minggu ke-2, perlakuan 1:2 mengalami penuruna pada minggu ke-2, perlakuan 1:3 mengalami penurunan pada minggu ke-1, perlakuan 0:1 mengalami penuruna pada minggu ke-4. Penurunan nilai C/N ratio pada masing-masing perlakuan disebabkan karena terjadinya penurunan jumlah karbon yang dipakai sebagai sumber energi mikroba untuk menguraikan atau mendekomposisikan material organik. Pada proses pengomposan berlangsung perubahan-perubahan bahan organik menjadi $CO_2 + H_2O + \text{nutrien} + \text{humus} + \text{energi}$. Selama proses pengomposan CO_2 menguap dan menyebabkan penurunan pada karbon dan peningkatan kadar nitrogen sehingga nilai C/N ratio menurun (Widirati, *et al.*, 2015).

Berdasarkan Tabel 8, perlakuan 0:1 mengandung nilai C/N masih tinggi yaitu sebesar 112,85 hal ini dikarenakan dalam proses pengomposan dilakukan tanpa penambahan unsur nitrogen. Sedangkan

kandungan C/N ratio pada perlakuan 1:1 sebesar 12,06, 1:2 sebesar 37,00 dan 1:3 sebesar 39,33. Menurut SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang mempunyai kandungan C/N rasio sebesar 10-20, secara keseluruhan dalam proses pengomposan selama 8 minggu perlakuan 1:1 telah memenuhi standar SNI sedangkan perlakuan 0:1, 1:2 dan 1:3 masih memiliki nilai C/N yang tinggi.

Tabel 8. Nilai akhir kadar C/N pada kompos

Perlakuan	C/N
1:1	12,06
1:2	37,00
1:3	39,33
0:1	112,85

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan independent t-test pada data perubahan C/N ratio pada proses pengomposan seperti pada Tabel. 9, didapatkan hasil perbandingan 0:1 dengan 1:1, 0:1 dengan 1:2, 0:1 dengan 1:3, 1:1 dengan 1:2, dan 1:1 dengan 1:3 memiliki nilai t-test lebih besar dibandingkan t-tabel (T Critical two tail), hal ini menunjukkan adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan sedangkan perlakuan 1:2 dengan 1:3 memiliki nilai t-test lebih kecil dibandingkan t-tabel (T Critical two tail), sehingga menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan.

Hasil Analisis Kompos dengan SNI

Kompos yang dihasilkan dari dekomposisi limbah makanan dengan limbah kertas sesuai dengan SNI kompos. Hal ini didasarkan oleh hasil penelitian yang dilakukan pada semua parameter selama 2 bulan. Dilihat dari hasil analisis pH, kadar air, kandungan bahan organik, kandungan karbon, kandungan nitrogen, dan kandungan C/N pada perlakuan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3 dan 0:1, kompos yang

dihasilkan memiliki standar kompos yang berbeda-beda dengan SNI 19-7030-2004. Berikut tabel kematangan kompos yang dihasilkan setelah proses pengomposan selama 2 bulan sesuai dengan

standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Hasil analisis data C/N rasio dengan menggunakan independent t-test

Perbandingan antar perlakuan	t-stat (t-hitung)	T Critical two tail (t-table)	Sigfikansi
0:1 dengan 1:1	13,06	2,03	Signifikan
0:1 dengan 1:2	9,58	2,03	Signifikan
0:1 dengan 1:3	2,62	2,01	Signifikan
1:1 dengan 1:2	-5,53	2,01	Signifikan
1:1 dengan 1:3	-6,60	2,01	Signifikan
1:2 dengan 1:3	-1,92	2,01	Tidak signifikan

Tabel 10. Perbandingan hasil rata-rata perlakuan perbandingan limbah makanan dan limbah kertas setelah dikomposkan selama 2 bulan dengan SNI 19-7030-2004

Parameter	1:1	1:2	1:3	0:1	SNI
Suhu (°C)	23,3	24,0	24,0	23,0	Suhu air tanah
pH	7	7,3	7,5	7	6,80 – 7,49
Kadar air (%)	51	50,2	49,6	32,4	Max. 50
Bahan Organik (%)	53	56	57	82	27 – 58
Kadar C-organik (%)	25,78	34,94	45,48	42,26	9,80 – 32
Kadar Nitrogen (%)	2,15	1,14	1,07	0,40	Min. 0,40
C/N ratio	12,06	37,00	65,09	104,86	10 - 20

Berdasarkan Tabel 10. Hasil pengomposan limbah makanan dengan limbah kertas selama 2 bulan, maka dapat dilihat perbandingan antara standar kualitas kompos, kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 dengan kompos perbandingan 1:1, 1:2, 1:3 dan 0:1. Dari Tabel 9. Menunjukkan bahwa perlakuan pada perbandingan 1:1 memiliki kualitas kompos yang telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 dengan hasil analisis suhu sebesar 23,3°C, pH sebesar 7, kadar air mendekati SNI sebesar 51%, kandungan bahan organik sebesar 53%, kandungan karbon sebesar 25,8%, kandungan nitrogen yang belum sesuai dengan SNI yaitu 2,15% dan kandungan C/N sebesar 12,06.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut: penambahan limbah makanan dalam pada pengomposan limbah kertas dapat mempercepat proses dan meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan. Perbandingan kandungan C/N ratio pada bahan baku limbah makanan dengan limbah kertas yaitu 1:1 sebesar 24,44, 1:2 sebesar 40,50, 1:3 sebesar 50,80 dan 0:1 sebesar 71,81. Sedangkan kandungan C/N ratio pada kompos limbah makanan dengan limbah kertas

selama 8 minggu proses pengomposan yaitu 1:1 sebesar 12,06, 1:2 sebesar 37,00, 1:3 sebesar 65,09 dan 0:1 sebesar 104,86. Bahan baku penomposan limbah makanan dengan limbah kertas pada perlakuan 1:1 telah memenuhi SNI 19-7030-2004 dengan proses pengomposan selama 2 bulan dengan analisis suhu sebesar 23,3°C, pH sebesar 7, kadar air mendekati SNI sebesar 51%, kandungan bahan organik sebesar 53%, kandungan karbon sebesar 25,8%, kandungan nitrogen yang belum sesuai dengan SNI yaitu 2,15% dan kandungan C/N sebesar 12,06.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, adapun saran yang dapat diberikan adalah, perlu dilakukannya perlakuan khusus pada limbah kertas karena memiliki volume yang besar dan kadar air yang rendah sehingga yang mengakibatkan sulitnya proses pencampuran bahan maka dari itu kertas rumput perlu dilakukan treatment dengan cara membasahinya terlebih dahulu sampai tidak terlihat bahan kertas kering.

DAFTAR PUSTAKA

Djuarnani, N. Kristiani dan B. S. Setiawan, 2005. Cara Cepat Membuat Kompos. Penerbit PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Gaur, A.C. 1982. A manual of Rural Composting . Food Agriculture Organization of United Nations. Rome.
- Bali 2017. <https://id.wikipedia.org/wiki/Bali>. Diakses tgl :19 Februari 2019
- Komarayati, S. dan R. A. Pasaribu. 2005. Pembuatan pupuk organik dari limbah padat industri kertas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23 (1) : 35 - 41, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Madrini, B., Shibusawa, S., Kojima, Y., and Hosaka, S. 2016. Effect of natural zeolite(clinoptilolite) on ammonia emission of leftover food-rice hulls composting at the initialstage of the thermophilic process. *Journal of agricultural machinery*, 70 (2), 12-19
- Murbandono, L. 2000. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mirwan, M. 2015. Optimasi Pengomposan Sampah Kebun dengan Variasi Aerasi dan Penambahan Kotoran Sapi Sebagai Bioaktivator. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 4(1):61-66
- Rosmarkam, A dan Yuwono, N.W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius.Yogyakarta. 219 hlm.
- SNI 19-7030-2004 tentang Standar Kualitas Kompos. Tersedia dalam: <http://inswa.or.id/wp-content/uploads/2012/07/Spesifikasi-kompos-SNI.pdf>. Diakses tgl : 19 Februari 2019
- Sutanto, R., 2002. Penerapan Pertanian Organik. Permasalahannya dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Dewi, Y. S. dan Treesnowati. 2012. *Pengolahan Sampah Skala Rumah Tangga Menggunakan Metode Komposting*. Jakarta : Teknik Lingkungan Universitas Satya Negara Indonesia.
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 1997. Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Tersedia dalam: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=2ahUKEwiwk8uSh6PkAhXOfH0KHxq6AM4QFjAEegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fsipongi.menlhk.go.id%2Fcms%2Fimages%2Ffiles%2F1026.pdf&usg=AOvVaw2eJo_aVuip6mLjVqX1UfBQ. Diakses tanggal: 25 Februari 2019
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Tersedia dalam: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8xLXfhqPkAhVRfisKHdISBp0QFjACegQIBRAC&url=http%3A%2F%2F175.184.234.138%2Fp3es%2Fuploads%2FUnduhan%2FUU_32_Tahun_2009_\(PPLH\).pdf&usg=AOvVaw1tls_SKDBg83PkH9gcxaEW](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8xLXfhqPkAhVRfisKHdISBp0QFjACegQIBRAC&url=http%3A%2F%2F175.184.234.138%2Fp3es%2Fuploads%2FUnduhan%2FUU_32_Tahun_2009_(PPLH).pdf&usg=AOvVaw1tls_SKDBg83PkH9gcxaEW). Diakses tanggal : 21 Februari 2019.
- Wahyono S, Sahwan FL, Suryanto, F. 2003. Mengolah Sampah Menjadi Kompos. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta
- Widarti, B.N., Wardhini, W.K., dan Sarwono, E. 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses* 5(2) : 75-80
- Yang J, Liang X, Niu T, Meng W, Zhao Z, dan Zhou GW. 1998 Crystal structure of the catalytic domain of protein-tyrosine phosphatase SHP-1. *J Biol Chem* 273(43):28199-207