

SIFAT FISIKA DAN KIMIA BOKASHI LIMBAH PERTANIAN KANGKUNG, BAYAM DAN KUBIS

Physical and Chemical Properties of Agricultural Waste: Bokashi Water Spinach, Spinach, and Cabbage

Maharatun Nida¹, Antar Sofyan², Noorkomala Sari³)*

^{1,2,3} Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat Jl. Jend.
A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan, Kode Pos 70714

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v8i1.7224>

Abstrak: Aktivitas pertanian menyumbang banyak limbah di Indonesia, berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2019 menyatakan bahwa Indonesia sebagai negara penghasil 67 juta ton limbah dengan komposisi 60 % limbah organik dari total limbah yang dihasilkan. Limbah pertanian dapat dijadikan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk organik yang dapat kembali digunakan untuk menambah unsur hara esensial tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Dalam menentukan kualitas bokashi sebagai salah satu pupuk organik perlu dilakukan pengukuran terhadap sifat fisika bokashi yang meliputi warna, bau serta sifat kimianya untuk mengetahui kematangan bokashi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai sifat kimia dan fisik bokashi limbah kangkung, bayam dan kubis dengan standar kualitas kompos berdasarkan SNI No. 19-7030-2004. Pelaksanaan penelitian telah dilakukan bulan Maret 2021 - Mei 2021 dilaksanakan di Lembaga Wahanana Loktabat Utara Banjarbaru dan di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan perlakuan b_0 (kontrol/Tanpa limbah sayur) b_1 (bokashi limbah Kangkung) b_2 (bokashi limbah bayam) b_3 (bokashi limbah kubis) Perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga didapat 20 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna bokashi, aroma bokashi, kadar air serta kandungan N-Total, P-Total, K-Total, C-Organik telah memenuhi kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 19-7030-2004 tetapi, pada parameter pH bokashi dan C/N Rasio beberapa perlakuan belum memenuhi kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 19-7030-2004.

Kata kunci : C/N Rasio, N-Total, C-Organik, kualitas kompos

Abstract: Agricultural activities contribute many waste in Indonesia, based on data from the Ministry of Environment and Forestry in 2019 which states that Indonesia is a country that produces 67 million tons of waste with a composition of 60% organic waste from the total waste produced. Agricultural waste can be used as a basic material for the manufacture of organic fertilizers which can be reused to add essential soil nutrients to increase plant productivity. In determining the quality of bokashi as an organic fertilizer we need to measure the physical properties of bokashi which include color, smell and its chemical properties for determine the maturity of bokashi. This study aims to compare the value of the chemical and physical bokashi of the waste water from water spinach, spinach and cabbage with compost quality standards based on SNI No. 19-7030-2004. The research was conducted in March 2021 to May 2021 at the Wahanana Loktabat Utara Banjarbaru and at the Physics and Chemistry Laboratory on Department of Geology, Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University. The method used in this study was a one-factor Completely Randomized Design (CRD) with treatments b_0 (control/without vegetable waste) b_1 (water spinach waste bokashi) b_2 (spinach waste bokashi) b_3 (cabbage waste bokashi). The treatment was repeated for 5 times so that we have 20 experimental units obtained. The results showed that the content of N-Total, P-Total, K-Total, C-Organic, bokashi color, bokashi smell, and water content had fulfilled the criteria of the Indonesian National Standard (SNI) No. 19-7030-2004 however, on the parameters of pH bokashi and C/N ratio of several treatments did not meet the criteria of the Indonesian National Standard (SNI) No. 19-7030-2004.

Key words: C/N Ratio, N-Total, C-Organic, Quality of Compost

*Korespondensi email: noorkomala.sari@ulm.ac.id

Alamat : Jl. Jendral A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan 70741

PENDAHULUAN

Limbah pertanian dapat dijadikan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk organik yang dapat kembali digunakan untuk menambah unsur hara esensial tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Tingkat kesuburan tanaman disebabkan dari beberapa faktor salah satunya karena tanah yang subur. Tanah memiliki kesuburan yang berbeda-beda tergantung kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman (Rohendi, 2005).

Limbah kangkung, bayam dan kubis merupakan limbah pertanian yang mudah didapatkan namun masih kurang dimanfaatkan oleh petani kangkung. Limbah kangkung yang berpotensi digunakan sebagai bahan dasar bokashi karena mengandung salah satu unsur hara esensial, yaitu sulfur yang merupakan salah satu unsur hara mikro yang sangat diperlukan tanaman, Sedangkan limbah bayam juga berpotensi dijadikan bokashi karena mengandung mangan, magnesium dan kalium yang tinggi (Lingga dan Marsono, 2010), dan limbah kubis yang diolah sebagai bokashi kubis berpengaruh terhadap tinggi tanaman bawang merah karena pupuk bokashi memiliki ketersediaan hara N P dan K yang berperan dalam meningkatkan tinggi tanaman (Frona *et al.*, 2016).

Penentuan kualitas bokashi perlu dilakukan pengamatan terhadap sifat fisik bokashi yang meliputi warna, bau serta tingkat kematangan bokashi. Tingkat kematangan bokashi merupakan unsur yang penting dalam menentukan kualitas bokashi. Penggunaan bokashi yang belum matang dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman karena bokashi yang belum matang apabila diaplikasikan pada tanaman dapat mengakibatkan persaingan penyerapan unsur hara diantara mikroorganisme tanah dengan tanaman sehingga tingkat kematangan sebuah bokashi sangat penting diketahui dalam pembuatan sebuah bokashi (Yuniwati *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan Standar karakteristik kimia dan fisik bokashi limbah kangkung, bayam dan kubis terhadap kualitas kompos berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 19-7030-2004.

BAHAN DAN METODE

Bahan terdiri atas limbah kangkung, limbah bayam, limbah kubis, EM4, kotoran sapi, arang sekam, dedak, gula merah, air, kertas label, *soil munsell color chart*. Penelitian dilaksanakan pada Maret 2021 - Mei 2021. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan perlakuan yang diaplikasikan yaitu pemberian berbagai bahan dasar pupuk organik (b) masing-masing dengan dosis 10 kg/karung yaitu pupuk kandang kotoran sapi (b_0), bokashi limbah Kangkung (b_1), bokashi limbah bayam (b_2), bokashi limbah kubis (b_3). Dalam penelitian ini terdapat 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga didapat 20 satuan percobaan.

Limbah kangkung, bayam dan bokashi menggunakan dua ulangan dengan dosis pembuatan bokashi yang sama tiap ulangan, masing-masing bahan yang digunakan akan dibagi menjadi dua bagian perkarungnya. Pembuatan bokashi dilakukan dengan dua cara yaitu 10 kg limbah dimasukkan

kedalam karung diikuti dengan memasukan 4 kg kotoran ternak sapi, 0,4 kg dedak, 2 kg arang sekam dan diaduk merata dengan disiram menggunakan EM4 sebanyak 14 mL dan 10 gram gula merah. Masing-masing karung diikat menggunakan tali rafia dan dibiarkan selama 14 hari. Dan dilakukan pembalikan bokashi setiap 4 hari sekali agar bahan baku bokashi dapat tercampur dengan rata.

Pengamatan parameter fisika yang meliputi suhu bokashi dan suhu lingkungan setiap hari sampai berakhir proses pembuatan bokashi. Pengukuran kadar air dalam bokashi dilakukan dengan cara pengonvenan sampel bokashi pada suhu 105°C selama 1 x 24 jam. Pengukuran kadar air dilakukan pada akhir pembuatan pupuk organik. Rumus menentukan kadar air sebagai berikut (SNI, 1990).

$$\text{Kadar air (\%)} = (W - W1) \times 100 / W$$

Keterangan :

W = bobot contoh asal dalam gram

W1 = Bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram

100 = faktor konversi ke %

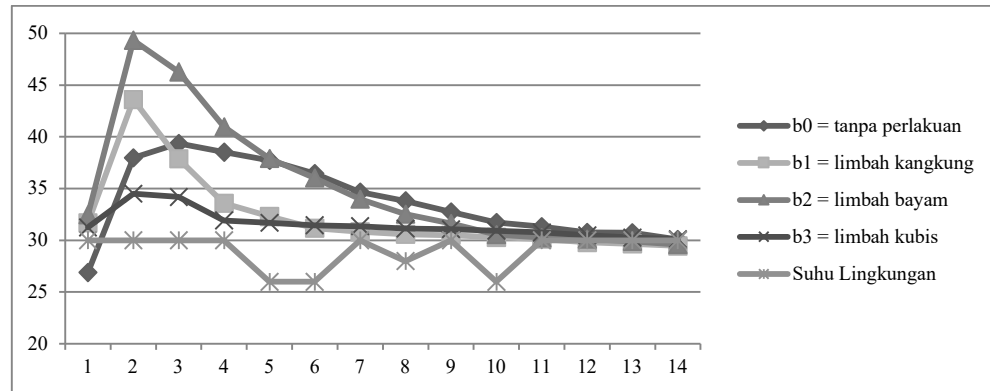
Fk (faktor koreksi kadar air) = 100/(100 - % kadar air) (dihitung dari kadar air contoh pupuk halus dan digunakan sebagai faktor koreksi dalam perhitungan hasil analisis selain kadar air dalam bahan ikutan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Bokashi

Hasil pengukuran suhu dari bahan yang telah dibuat bokashi pada berbagai taraf perlakuan yaitu kontrol (b0), limbah kangkung (b1), limbah bayam (b2) dan limbah kubis (b3), pengamatan suhu bokashi dilakukan selama 14 hari. Pengamatan suhu bokashi selama 14 hari dari awal pengomposan pada b0 26,9°C, b1 31,68°C, b2 32,46 °C dan b3 31,26 °C suhu mengalami kenaikan dan penurunan yang beragam sampai mengalami pendinginan pada suhu sekitar 30°C (Gambar 1).

Pada proses pengomposan didapati suhu pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 setiap harinya selalu mengalami perubahan suhu selama 14 hari pengomposan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pada hari pertama perlakuan b0, b1, b2 dan b3 telah memasuki fase mesofilik karena suhu bokashi (b0) 26,9 °C, (b1) 31,68 °C, (b2) 32,46 °C dan (b3) 31,26 °C pada fase ini mikroba mesofilik memiliki peran untuk memperkecil ukuran partikel bahan organik sehingga memperkecil luas permukaan bahan organik sehingga mempercepat proses pengomposan, kemudian pada proses awal dekomposisi oksigen dan senyawa yang mudah terdegradasi akan dimanfaatkan oleh mikroba sehingga suhu tumpukan bokashi akan meningkat secara cepat. Mikroorganisme hidup pada suhu 25 °C - 45 °C dan memiliki peran memperkecil limbah organik (Djuarnani, 2005).



Gambar 1. Data harian suhu bokashi limbah pertanian kangkung, bayam dan kubis

Fase termofilik berlangsung pada hari ke-2 pada perlakuan b0, b1, b2, dan b3 dengan suhu (b0) 37,96 °C, (b1) 43,6 °C, (b2) 49,32 °C dan (b3) 34,5 °C. kemudian pada fase ini bokashi mencapai suhu puncak yaitu pada hari ke-3 dengan suhu yaitu pada perlakuan (b0) 39,36 °C, (b1) 37,8 °C, (b2) 49,32 °C dan (b3) 34,5 °C. Pada hari kedua dan ketiga suhu mengalami kenaikan fase ini disebut dengan fase termofilik. mikroba termofilik memiliki peran untuk mengonsumsi karbohidrat dan protein agar bahan kompos agar mudah terdegradasi dengan cepat sehingga terjadi peningkatan suhu. Suhu bokashi mencapai tertinggi pada perlakuan b2 dengan suhu 49,32 °C karena terombaknya selulosa dan hemiselulosa oleh mikroba termofilik, selanjutnya pada proses ini dekomposisi mulai melambat dan mencapai temperatur puncak. Menurut Isroi (2007) bahwa dalam keadaan ini bahan organik akan melakukan dekomposisi, hal ini karena mikroba dalam bokashi menggunakan oksigen menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas.

Kemudian pada hari ke-4 sampai hari ke-14 perlakuan (b0) 38,52 °C – 30,08 °C, (b1) 33,56 °C – 29,46 °C, (b2) 40,49 °C – 29,58 °C dan (b3) 31,92 °C – 30,12 °C kembali tumbuhnya mikroba mesofilik, pada fase ini memasuki fase pendinginan yang ditandai dengan menurunnya suhu dari suhu puncak menuju kestabilan. Pada fase ini mikroba mesofilik merombak sisa bahan organik dari sisa sebelumnya bertujuan agar menjadi gula yang lebih sederhana. Pada fase ini jumlah bahan yang didekomposisi lebih sedikit sehingga panas yang dilepaskan lebih kecil. Pendapat ini didukung oleh Isroi (2007), yang menyatakan bahwa mikroorganisme akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses yang dulu menjadi gula yang lebih sederhana. Bahan yang didekomposisi lebih sedikit jumlahnya dan panas yang dilepaskan juga lebih kecil, selain itu suhu pada fase ini berangsur angsur menurun karena semua bahan telah terurai.

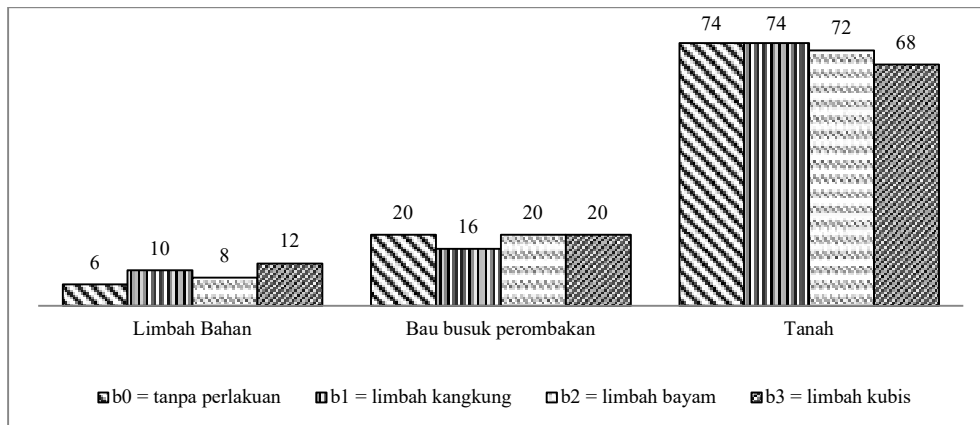
Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 1, yakni keterkaitan antara hari pengamatan dan suhu kompos menunjukkan suhu tertinggi pada hari ke-2 pada perlakuan b1, b2, dan b3 sedangkan pada b0 suhu tertinggi adalah hari ke-3. Suhu tertinggi yaitu pada perlakuan b2 dihari ke-2 dengan suhu 49,32 °C. Tingkat kenaikan suhu tidak sama pada setiap perlakuan, mulai perlakuan kontrol b0 sampai dengan perlakuan kubis b3. Adanya penambahan limbah organik yang berbeda membuat *effective*

mikroorganisme menjadi aktif sesuai komposisi bahan. Gambar 1 menunjukkan bahwa pada hari ke 14 suhu tertinggi bokashi adalah perlakuan b2 dengan suhu 30,12 °C yaitu perlakuan limbah bayam. Hal ini diduga proses pendinginan dan pematangan pada perlakuan b0, b1 dan b2 lebih cepat karena jenis limbah lebih mudah terdekomposisi. Pada hari ke-9 fase pendinginan dimulai ditandai dengan penurunan suhu puncak menuju kestabilan suhu yang berkisar antara suhu 29-30 °C.

Penurunan suhu dapat terjadi karena bakteri yang terdapat dalam bahan banyak yang mati disebabkan salah satunya dilakukan pembalikan hal ini bertujuan melakukan pencampuran bahan agar bokashi yang dihasilkan bagus. Pada hari selanjutnya bahan mencapai suhu titik terendah kemudian suhu kembali naik hal tersebut terjadi karena bakteri yang ada pada bahan bekerja lagi secara aktif hingga kembali mencapai suhu yang tinggi. Apabila suhu bokashi terlalu tinggi maka bakteri akan banyak yang mati untuk mencegah hal tersebut maka dilakukan pembalikan.

Aroma Bokashi

Berdasarkan hasil kuisisioner pada responden berbagai kalangan yang terdiri dari petani, pedagang pertanian, mahasiswa Fakultas Pertanian, pegawai Dinas Pertanian, dan pegawai Dinas Perkebunan didapatkan hasil yang beragam dengan parameter aroma limbah bahan, aroma bau busuk perombakan dan aroma tanah yaitu sebagai berikut.



Gambar 2. Nilai persentase koresponden dalam mengidentifikasi aroma bokash limbah pertanian

Berdasarkan gambar 2 diketahui bahwa lebih dari 50% koresponden masing-masing parameter mengkategorikan sebagai aroma tanah. Lebih dari 70% responden mengkategorikan sebagai aroma tanah dibandingkan dengan aroma lainnya baik parameter aroma limbah bahan maupun aroma bau busuk dengan perbandingan yang jauh lebih rendah yaitu hanya 1/3 dari persentase aroma tanah dari koresponden mengkategorikan aroma bau busuk perombakan pada perlakuan b0, b1, b2, dan b3 serta pada parameter aroma bau busuk lebih rendah dibandingkan persentase aroma limbah bahan dan aroma tanah perombakan yaitu hanya 1/11 dari persentase aroma tanah koresponden menganggap aroma bau busuk.

Salah satu tanda adanya proses pengomposan terjadi aktivitas dekomposisi mikroba yaitu adanya aroma pada bokashi (Haffiudin, 2015). Salah satu hasil perombakan organik yaitu amoniak, yang

menghasilkan gas yang dapat mempengaruhi aroma bokashi, amoniak juga dipengaruhi oleh kandungan C/N kompos, semakin rendah C/N kompos maka akan menghasilkan produk sampingan amoniak yang berbau busuk (Agustina, 2013).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, ke empat perlakuan bokashi b0, b1, b2 dan b3 telah memenuhi syarat bokashi yang berkualitas karena berdasarkan hasil kuisioner ke empat perlakuan kepada 50 responden dari berbagai kalangan pada perlakuan b0 tanpa perlakuan (gambar 9) sebanyak 6% memilih aroma bau seperti limbah, sebanyak 20% memilih aroma menyengat dan sebanyak 74% memilih bau seperti tanah. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat hasil sesuai dengan SNI bahwa limbah pupuk kandang sapi memiliki bau seperti tanah, hal tersebut juga didukung karena pembalikan yang merata sehingga tidak menimbulkan bau busuk.

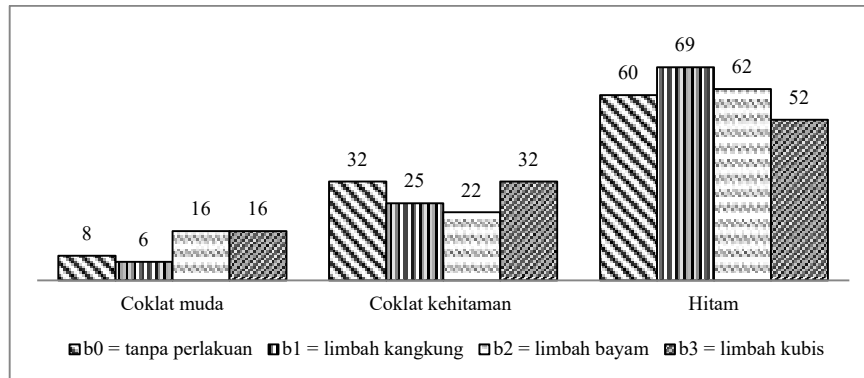
Pada perlakuan b1 bokashi limbah kangkung pada 50 responden dari berbagai kalangan sebanyak 10% memilih aroma bau seperti limbah, sebanyak 16% memilih aroma menyengat dan sebanyak 74% memilih bau seperti tanah. Berdasarkan jumlah data responden maka didapatkan hasil aroma bokashi perlakuan b1 sesuai dengan SNI bahwa perlakuan b0 memiliki bau seperti tanah hal tersebut juga didukung karena pembalikan yang merata sehingga tidak menimbulkan bau busuk.

Pada bokashi limbah bayam pada 50 responden dari berbagai kalangan sebanyak 10% memilih aroma bau seperti limbah, sebanyak 16% memilih aroma menyengat dan sebanyak 74% memilih bau seperti tanah. Berdasarkan data jumlah responden maka didapatkan hasil aroma bokashi perlakuan b2 sesuai dengan SNI bahwa perlakuan b2 memiliki bau seperti tanah hal tersebut juga didukung karena proses pembalikan bokashi yang merata sehingga tidak menimbulkan bau busuk.

Pada perlakuan limbah Kubis pada 50 responden dari berbagai kalangan sebanyak 10% memilih aroma bau seperti limbah, sebanyak 16% memilih aroma menyengat dan sebanyak 74% memilih bau seperti tanah. Berdasarkan perhitungan data responden maka didapatkan hasil bahwa aroma bokashi perlakuan b3 sesuai dengan SNI yaitu memiliki bau seperti tanah. hal tersebut juga didukung karena proses pembalikan bokashi yang rutin dan sesuai sehingga tidak menimbulkan bau busuk.

Warna Bokashi

Berdasarkan hasil kuisioner warna bokashi pada responden berbagai kalangan didapatkan hasil yang beragam sebagai berikut.



Gambar 3. Nilai persentase koresponden dalam mengidentifikasi warna bokashi limbah pertanian

Berdasarkan gambar 3 diketahui bahwa lebih dari 50% koresponden masing-masing parameter mengkategorikan sebagai warna hitam. Lebih dari 50% responden mengkategorikan sebagai warna hitam dibandingkan dengan warna coklat tua maupun coklat muda hanya 1/2 dari jumlah responden yang memilih persentase warna hitam, koresponden mengkategorikan warna coklat tua pada perlakuan b0, b1, b2, dan b3 dibandingkan dari parameter warna tanah serta pada parameter warna coklat muda lebih rendah dibandingkan persentase jumlah responden yang memilih sedangkan warna coklat kehitaman hanya memenuhi 1/2 jumlah koresponden yang memilih warna hitam dan nilai coklat muda mendapatkan jumlah responden yang paling sedikit yaitu hanya 1/7 dari persentase warna hitam, koresponden menganggap warna coklat muda.

Menurut Isroi (2008), salah satu syarat bokashi dikatakan matang adalah berwarna coklat kehitam-hitaman sedangkan bokashi yang memiliki warna hijau atau warna seperti asalnya adalah bokashi yang belum matang. Hasil kuisioner bokashi limbah kubis didapatkan 16 % memilih warna pupuk seperti coklat muda, 32% memilih seperti coklat kehitaman dan 52 % memilih warna hitam seperti tanah. Berdasarkan perhitungan dari data responden maka didapatkan hasil warna bokashi perlakuan b1 sesuai dengan SNI yaitu perlakuan b1 memiliki warna seperti tanah.

Hasil kuisioner bokashi limbah bayam 16 % memilih warna pupuk seperti coklat muda, 22% memilih seperti coklat kehitaman dan 62 % memilih warna hitam seperti tanah. Berdasarkan perhitungan dari data responden maka didapatkan hasil warna bokashi perlakuan b2 sesuai dengan SNI yaitu perlakuan b2 memiliki warna seperti tanah. Sedangkan hasil kuisioner bokashi limbah kangkung dengan hasil 6 % memilih warna pupuk seperti coklat muda, 25% memilih seperti coklat kehitaman dan 69 % memilih warna hitam seperti tanah. Berdasarkan perhitungan dari data responden maka didapatkan hasil warna bokashi limbah kangkung sesuai dengan SNI yaitu memiliki warna seperti tanah.

Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian kadar air pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu didapatkan hasil pada tabel 3 yaitu kadar air pada perlakuan b0 sebesar 46,544 %, perlakuan b1 sebesar 35,16 %,

perlakuan b2 sebesar 30,30 % dan perlakuan b4 dengan kadar air 38,77 % (Tabel 1)

Tabel 1. Rata-rata kadar air bokashi limbah kangkung, bayam dan kubis

| Perlakuan | Rata-rata kadar air | SNI (Min - Maks 50%) |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| tanpa perlakuan (b0) | 46,544 % | memenuhi |
| limbah kangkung (b1) | 35,16 % | memenuhi |
| limbah bayam (b2) | 30,30 % | memenuhi |
| limbah kubis (b3) | 38,77 % | memenuhi |

Salah satu yang mempengaruhi laju dekomposisi dalam pengomposan adalah kadar air. Hal tersebut dikarenakan mikroorganisme perombak memerlukan kadar air yang sesuai. Menurut Kusumo (2012), untuk mengurai material organik pada bahan bokashi agar pengomposan dapat berjalan lebih cepat mikroorganisme memerlukan kadar air yang optimal. Apabila kandungan air terlalu rendah atau terlalu tinggi maka akan mengurangi efisiensi pengomposan berdasarkan hal tersebut maka dekomposisi material organik bergantung pada ketersediaan air (Luo, 2007). Menurut Isroi (2008), kadar air dapat berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik. Kadar air yang berlebihan akan menurunkan suhu pada tumpukan limbah organik sehingga menimbulkan bau busuk, kadar air bokashi juga diharapkan tidak terlalu tinggi agar pada saat pengaplikasian pada tanaman harus dikeringkan terlebih dulu. Kadar air optimal pada bokashi berkisar pada 45 % - 55 % (Hoitink dan Herry, 2008).

Berdasarkan pengukuran kadar air pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 menggunakan metode gravimetri di laboratorium. Hasil pengukuran kadar air pada perlakuan b0, b1, b2, dan b3 (tabel 3) yaitu didapatkan hasil kadar air pada perlakuan b0 sebesar 46,544 %, perlakuan b1 sebesar 35,16 %, perlakuan b2 sebesar 30,30 % dan perlakuan b4 dengan kadar air 38,77 %. Perbedaan hasil kadar air bokashi pada setiap perlakuan disebabkan karena perbedaan kandungan kadar air pada setiap limbah perlakuan.

Kadar air yang optimal pada ke empat perlakuan diakibatkan karena proses pembalikan yang rutin dilakukan, pembalikan limbah dilakukan setiap dua hari sekali secara rutin. Saat proses pembalikan angin juga mempengaruhi proses pengomposan karena oksigen diperlukan oleh mikroba selama pengomposan. Menurut Setyorini *et al.*, (2003) salah satu tujuan pembalikan bahan agar tercipta aerasi yang baik pada kompos selama proses dekomposisi berlangsung.

Derajat Keasaman (pH) Bokashi

Berdasarkan hasil penelitian pH bokashi pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu didapatkan hasil pada Tabel 2. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) pH kompos yang sesuai dengan SNI yaitu minimum 6,80 dan maksimum 7,49 sedangkan pH bokashi pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 melebihi batas maksimum pH berdasarkan SNI. Tingginya pH pada ke empat perlakuan tersebut

diduga karena penambahan arang sekam sebagai proses pengomposan. Menurut Septiani (2012), arang sekam memiliki pH yang tinggi yaitu antara 8,5 – 9,0 selain memiliki pH yang tinggi arang sekam juga memiliki kandungan unsur hara yang diperlukan tanaman.

Tabel 2. Rata-rata pH bokashi limbah pertanian kangkung, bayam dan kubis

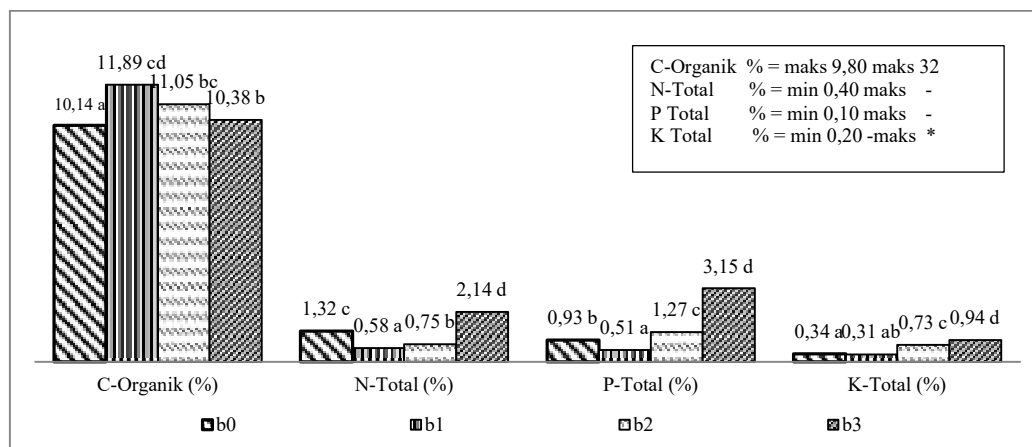
| Perlakuan | Rata-rata pH Bokashi SNI (Min 6,80- Maks 7,49) | Keterangan |
|----------------------|--|----------------|
| tanpa perlakuan (b0) | 8,14 | Tidak memenuhi |
| limbah kangkung (b1) | 8,33 | Tidak memenuhi |
| limbah bayam (b2) | 7,58 | Tidak memenuhi |
| limbah kubis (b3) | 7,99 | Tidak memenuhi |

Meskipun pH bokashi tidak memenuhi sebagai syarat kompos berkualitas, tetapi ke empat perlakuan telah memenuhi sebagai bokashi yang telah matang. Menurut Yuwono (2007), proses pengomposan berlangsung asam – asam organik akan menjadi netral dan kompos akan matang. pH kompos yang matang berkisar antara 6 – 8. pH bokashi yang tinggi tidak hanya memiliki kekurangan tetapi juga memiliki kelebihan yaitu untuk memperbaiki kemasaman tanah terkhusus tanah di daerah Kalimantan Selatan yang memiliki tingkat kemasaman yang tinggi, dengan pH bokashi yang tinggi dapat meningkatkan tanah yang masam tersebut.

C-Organik, N-Total, P- Total dan K-Total Bokashi

Hasil uji kehomogenan ragam Barlett terhadap C-Organik, N-Total, P-Total dan K-Total disajikan pada lampiran 12. Hasil pengujian menunjukkan parameter pengamatan ragam galatnya homogen, dengan demikian semua parameter layak untuk dilakukan analisis ragam.

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat pengaruh nyata terhadap parameter N Total, P-Total, dan K-Total dan C- Organik (Gambar 4).



Gambar 4. C-Organik, N-Total, P-Total, K-Total bokashi dari limbah pertanian

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ (Uji BNT)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis limbah berpengaruh sangat nyata terhadap C-

Organik Bokashi. Rata – rata C – Organik bokashi sebagai berikut. Perlakuan b1 menunjukkan hasil C-Organik yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan b0 dan b3 secara berturut-turut yaitu 10,14 % dan 10,38 % namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2 yaitu 11,05 %. Nilai rata-rata C-Organik berturut-turut pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 10,56%, 11,89 %, 11,05 %, 10,38 % hasil tersebut sesuai dengan kriteria SNI dengan rentang minimum 9,80 % dan maksimum 32%.

Berdasarkan hasil statistik gambar 4 menunjukkan nilai yang tidak terlalu jauh berbeda tetapi terlihat semua perlakuan memiliki nilai C-Organik yang tertinggi dan terendah berkisar di rata-rata (>10% dan < 12%) dapat disimpulkan pada penelitian ini memiliki kandungan C-Organik pada setiap perlakuan tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Berdasarkan kandungan hara tersebut bokashi sangat bermanfaat bagi tanaman karena semakin tinggi kandungan hara tanaman maka akan meningkatkan kualitas bokashi. Meskipun demikian, nilai C-Organik bokashi dinilai baik digunakan untuk tanaman karena masih mengandung C-Organik lebih dari 2%. Menurut Adiningsih *et al.*, (1995) menyatakan bahwa untuk mendapatkan produktivitas tanah yang optimal diperlukan C-Organik lebih dari 2%. Kondisi tersebut bertujuan agar tidak mengurangi kandungan bahan organik dalam tanah seiring waktu yang disebabkan karena proses dekomposisi mineralisasi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis limbah berpengaruh sangat nyata terhadap N-Total Bokashi. Perlakuan b3 menunjukkan hasil 2,14% yang tertinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan yaitu b0, b1 dan b2 yang secara berturut turut yaitu 1,32%, 0,58 %, 0,75 %. Jika dibandingkan secara nominal perlakuan b3 lebih tinggi kadar N-Totalnya dibandingkan perlakuan b0, b1, dan b2. Nilai rata-rata N-Total berturut-turut pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 1,32% , 0,58 %, 0,75 %, 2,14 % hasil tersebut sesuai dengan SNI dengan rentang minimum 0,40 %.

Bokashi limbah kubis menunjukkan nilai N-Total tertinggi hal ini dikarenakan pada komposisi bahan terdapat dua starter kompos yang mengandung kadar Nitrogen masing masing yang tinggi yaitu terdapat pada kotoran sapi menurut Hasil penelitian sebelumnya dari Kaswinarni (2016), yaitu pada pembuatan pupuk kompos dari bahan sampah sayur dengan penambahan starter EM4, kotoran sapi dan ayam masing-masing sebesar 15% dimana perlakuan dengan penambahan starter kotoran ayam memiliki kadar N total yaitu 1,31%, starter EM4 kadar N total 1,25% dan kotoran sapi kadar N total 1,23%.

Nitrogen termasuk salah satu hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman dalam masa pertumbuhannya, nilai N-Total berturut-turut pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 1,32% %, 0,58 %, 0,75 %, 2,14 % semua perlakuan memiliki nilai diatas minimal data SNI terutama pada perlakuan b3 kandungan hara N yang tinggi tetapi masih dalam lingkup SNI sangat bagus untuk pertumbuhan tanaman sayur karena kandungan hara N merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman secara keseluruhan serta berperan dalam pembentukan zat hijau daun yang sangat penting untuk melakukan fotosintesis dampak yang terjadi apabila kekurangan hara N yaitu pertumbuhan tanaman lambat, tanaman kurus dan kerdil daun berwarna kuning. Nitrogen merupakan unsur yang penting dalam

membangun tubuh suatu organisme, sehingga semakin tinggi kandungan nitrogen maka akan meningkatkan kualitas bokashi (Agustina, 2013). Berdasarkan penelitian Chandau *et al.* (2017), berat hasil panen sawi yang diberi perlakuan kompos dari sampah limbah organik lebih besar dari perlakuan tanpa menggunakan kompos karena memiliki daun yang lebih banyak berdasarkan data tersebut diketahui kompos kandungan hara Nitrogen dibawah kadar unsur hara 1% juga berpengaruh terhadap berat tanaman.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis limbah berpengaruh sangat nyata terhadap P-Total Bokashi. Perlakuan b3 menunjukkan hasil 3,15 % yang tertinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan yaitu b0, b1 dan b2 yang secara berturut-turut yaitu 0,93% %, 0,51 % dan 1,27 %. Jika dibandingkan secara nominal perlakuan b3 lebih tinggi kadar N-Totalnya dibandingkan perlakuan b0, b1, dan b2. Nilai rata-rata P-Total berturut-turut pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 0,93% %, 0,51 %, 1,27 %, 3,15 % hasil tersebut sesuai dengan SNI dengan rentang minimum 0,10 %.

Hasil fosfor tertinggi terdapat pada perlakuan b3 disebabkan karena kubis merupakan tanaman yang memiliki fosfor yang tinggi. Menurut Emmawati *et al.*, (2017) kadar fosfor dalam kubis merah adalah 20,725 mg/g. Tingginya fosfor pada masing-masing perlakuan diduga karena penambahan menggunakan aktivator EM4 pada pembuatan bokashi. EM4 mengandung bakteri proteolitik yang mampu merombak protein pada bahan baku bokashi menjadi asam amino. Pendapat ini juga didukung oleh Subagyo dan Setyati (2012), bakteri proteolitik memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim protease yang disekresikan ke lingkungan.

Kadar fosfor yang tinggi disebabkan kadar nitrogen yang terkandung dalam kompos. Berdasarkan hasil penelitian Kaswinarni (2016), dengan perlakuan yang sama yaitu kadar N total pada kompos dengan penambahan starter kotoran ayam cukup tinggi (1,31%). Semakin tinggi kadar N total menyebabkan jumlah mikroba juga akan semakin banyak, sehingga dari mikroba yang banyak, fosfor yang dirombak juga meningkat, berdasarkan hal tersebut menjadi salah satu penyebab kadar fosfor dalam bokashi menjadi tinggi (Marlina dan Neni, 2010). Kandungan fosfor perlakuan b3 memiliki nilai yang paling tinggi, ditinjau dari kadar nilai N-Total memiliki nilai yang tinggi diatas minimum SNI yaitu 2,14 %.

Fosfor juga termasuk satu dari beberapa hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman dalam masa pertumbuhannya nilai fosfor pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 0,93% %, 0,51 %, 1,27 %, 3,15 % semua perlakuan memiliki nilai diatas minimal data SNI terutama pada perlakuan b3 kandungan hara P yang tinggi tetapi masih dalam lingkup SNI sangat bagus untuk pertumbuhan tanaman sayur karena berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda sedangkan apabila tanaman kekurangan unsur P maka seluruh warna daun berubah menjadi lebih tua dan sering tampak mengkilap kemerahan. Berdasarkan Chandau *et al.* (2017), hasil berat pada panen sawi yang telah diberi perlakuan kompos dari sampah limbah organik lebih berat dari perlakuan tanpa menggunakan kompos karena memiliki batang tanaman yang gemuk serta memiliki daun dan batang yang lebih banyak dari pada kontrol, berdasarkan data tersebut diketahui

kompos kandungan hara Nitrogen dibawah kandungan unsur hara 4% juga berpengaruh terhadap berat tanaman.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis limbah berpengaruh sangat nyata terhadap K-Total Bokashi. Rata – rata K-Total bokashi sebagai berikut. Perlakuan b3 menunjukkan hasil 0,94 % yang tertinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan yaitu b0, b1 dan b2 yang secara berturut-turut yaitu 0,34 % %, 0,31 % dan 0,73 %. Jika dibandingkan secara nominal perlakuan b3 lebih tinggi kadar K-Totalnya dibandingkan perlakuan b0, b1, dan b2. Nilai rata-rata K-Total berturut-turut pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 0,34 % %, 0,31 %, 0,73 %, 0,94 % hasil tersebut sesuai dengan SNI dengan rentang minimum 0,20 %.

Keberadaan unsur kalium pada bokashi diduga juga berasal dari bahan tambahan yaitu arang sekam pernyataan tersebut didukung oleh Perwatasari (2012) bahwa arang sekam merupakan sumber kalium (K) yang dibutuhkan tanaman dan tidak mudah menggumpal atau memadat sehingga proses pertumbuhan akar sempurna. Kalium termasuk satu dari beberapa hara makro yang juga sangat diperlukan tanaman dalam masa pertumbuhannya nilai fosfor pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu 0,34 % %, 0,31 %, 0,73 %, 0,94 % semua perlakuan memiliki nilai diatas minimal data SNI terutama pada perlakuan b3 kandungan hara P yang tinggi tetapi masih dalam lingkup SNI. Menurut Sriharti dan Salim (2002), hasil kandungan unsur K yang tinggi pada bokashi disebabkan karena adanya pelapukan bahan organik, hasil kandungan K berperan penting terhadap peningkatan pembentukan klorofil tanaman, karbohidrat pada buah dan meningkatkan kualitas buah dan ketahanan terhadap penyakit, mengatur keseimbangan hara N dan P serta berfungsi dalam penguatan akar serabut.

Berdasarkan Chandau *et al.* (2017), hasil berat pada panen sawi yang telah diberi perlakuan kompos dari sampah limbah organik lebih berat dari perlakuan tanpa menggunakan kompos karena memiliki batang tanaman yang lebih banyak dan gemuk, berdasarkan data tersebut diketahui kandungan hara Nitrogen dibawah kandungan unsur hara 3% juga berpengaruh terhadap berat tanaman.

C/N Rasio Bokashi

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data rata-rata kandungan C/N bokashi yaitu pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 (Tabel 3). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data rata-rata kandungan C/N bokashi yaitu pada perlakuan b0, b1, b2 dan b3 yaitu kandungan C/N perlakuan b0 7,74, b1 21,15, b2 15,10 dan b3 4,88. Berdasarkan perbandingan rasio C/N dilihat bahwa kandungan C/N beberapa perlakuan terlihat sangat berbeda yaitu pada b0 tanpa perlakuan, b1 limbah kangkung, b2 limbah bayam dan b3 limbah kubis. Apabila dilihat dari rasio C/N perlakuan b0, b1 dan b3 tidak memenuhi SNI rasio C/N yaitu dengan data SNI minimal 10 dan maksimal 20. Pada perlakuan b0 memiliki nilai 2,26 dibawah minimal data SNI dan b3 memiliki nilai 5,12 dibawah data SNI sedangkan perlakuan b1 memiliki nilai 0,15 lebih dari data SNI dan pada perlakuan b2 memiliki rasio

C/N 15,10 memenuhi standart SNI.

Tabel 3. Rata-rata rasio C/N bokashi limbah pertanian kangkung, bayam dan kubis

| Perlakuan | Rata-rata C/N SNI (Min 10 Maks 20) | Keterangan |
|----------------------|---------------------------------------|----------------|
| tanpa perlakuan (b0) | 7,74 | Tidak memenuhi |
| limbah kangkung (b1) | 21,15 | Tidak memenuhi |
| limbah bayam (b2) | 15,10 | Memenuhi |
| limbah kubis (b3) | 4,88 | Tidak memenuhi |

Dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/N kematangan bokashi dapat diketahui. Menurut Leao (1995) dalam Yuli dan Fitri (2010), nisbah C/N bokashi yang stabil yaitu 10-30. sehingga pada perlakuan b1 dan b2 dapat dikatakan masih memiliki SNI yang stabil. Rasio C/N suatu limbah menentukan cepat atau lambat dalam kematangan bokashi. Pernyataan tersebut didukung oleh Surtinah (2003), yang menyatakan bahwa rasio C/N dalam bokashi menggambarkan tingkat kematangan bokashi tersebut, apabila rasio C/N sangat tinggi menunjukkan bokashi belum terurai secara sempurna atau belum batang hal tersebut disebabkan tingginya jumlah amonia dan nitrogen yang terkandung dalam pori-pori tumpukan bokashi. Menurut Djuarnani (2005), Jika rasio C/N tinggi mengakibatkan aktivitas biologi mikroorganismen akan berkurang, diperlukan beberapa siklus mikroorganismen untuk mendegradasi kompos sehingga diperlukan waktu yang lama untuk pengomposan dan dihasilkan mutu yang lebih rendah, jika rasio C/N terlalu rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganismen tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau terdenitrifikasi.

Dalam proses pengomposan terjadi reaksi C menjadi CO₂ dan CH₄ berupa gas kemudian menguap yang mengakibatkan turunnya kadar karbon (C). Sebaliknya, nilai N total pada bahan organik terjadi kenaikan karena proses dekomposisi bahan bokashi oleh mikroorganismen yang membuat ammonia dan Nitrogen, sehingga kadar N total bokashi bertambah. Menurut Yuniwati *et al.*, (2012), menurunnya kandungan hara C organik dan bertambahnya kandungan hara N total maka hasil C/N terjadi penurunan. Bahan organik sudah menjadi bokashi/pupuk dan bisa diaplikasikan pada tanaman apabila rasio C/N 10-30.

Menurut hasil penelitian Widarti *et al.*, (2015) Pada proses pengomposan, komposter 1 limbahkubis dan kulit pisang dengan rasio C/N 22 memiliki kadar nitrogen (N) yaitu 2,71%, komposter limbah kubis dan kulit pisang dengan rasio C/N 26. Rasio C/N kompos matang dengan kadar nitrogen (N) yaitu 2,63%; Pada komposter 3 limbahkubis dan kulit pisang rasio C/N 18 memiliki kadar nitrogen (N) yaitu 2,94%. Menurut Cahaya dan Nugroho (2009), kadar N yang lebih kecil dikarenakan sedikitnya jumlah amonia dan nitrogen yang terlepas ke udara karena proses dekomposisi mikroorganismen terkandung dalam pori-pori tumpukan bokashi yang sangar kecil.

Kesimpulan

Didapatkan perbandingan data kuantitatif pada parameter N-Total, K-Total, C-Organik, dan P-Total dengan nilai telah memenuhi karakteristik Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 19-7030-2004 tetapi pada parameter C/N perlakuan b₀, b₁ dan b₃ belum memenuhi SNI serta parameter pH semua perlakuan belum memenuhi SNI dan pada parameter kadar air telah memenuhi SNI No. 19-7030-2004, data kualitatif pada parameter aroma dikategorikan beraroma seperti tanah dan warna bokasi dikategorikan warna seperti tanah telah memenuhi karakteristik SNI No. 19-7030-2004.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S. J., D. Setyorini dan T. Prihatini. (1995). *Pengelolaan Hara Terpadu untuk Mencapai Produksi Pangan yang Mantap dan Akrab Lingkungan*. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Agustina, A. S. (2013). *Rasio C/N, Kandungan Kalium (K), Keasaman (Ph), dan Warna Kompos Hasil Pengomposan Sampah Organik Pasar Dengan Starter EM4 (Effective Microorganism 4) Dalam Berbagai Taraf*. Skripsi. IKIP PGRI. Semarang.
- Cahaya, A.T. dan Nugroho D.A. (2009). *Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu)*. Skripsi. Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Djuarnani, N., Kristian. dan B. S. Setiawan. (2005). *Cara Cepat Membuat Bokashi*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Emawati, E., Yani, N. S., dan Idar, I. (2017). Analisis Kandungan Fosfor (P) dalam Dua Varietas Kubis (*Brassica oleracea*) di Daerah Lembang Bandung. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 08-14.
- Frona, W. S., Zein, A., dan Vauzia, V. (2017). Pengaruh penambahan bokhasi kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) terhadap pertumbuhan bawang putih (*Allium sativum* L) pada tanah podzolik merah kuning. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 10-19.
- Haiffudin, T. (2015). Pengolahan Limbah. <http://Pengolahanlimbah.wordpress.com/category/ekompos-daun/>. Diakses tanggal 15 juni 2021.
- Chandau, H. R., Kamal, M., & Setiawan, A. (2017). Kajian Keragaan Sampah Organik Pasar Tradisional Dan Potensi Pemanfaatannya Sebagai Kompos di Kota Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika dan Aplikasinya* 3 (3).
- Hoitink and Herry, H. J. (2008). *Control of the Composting Procces*. Product Quality. The Ohio State University.
- Isroi. (2007). *Pengomposan Limbah Padat Organik*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Isroi. (2008). *Pengomposan Limbah Padat Organik*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Lingga, P dan Marsono. (2010). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kaswinarni, F. (2016), Pengaruh Penambahan Variasi Starter pada Pengomposan Sampah Organik Pasar terhadap Kadar N Total, N Tersedia dan C/N Rasio. *Prosiding Seminar Nasional Masif II*, 152-155.
- Kusumo, M. E. (2012) Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang Terhadap Bokashi. *Jurnal Ilmu Tropika*. 1.(2) Fakultas Peternakan Universitas Kristen. Palangkaraya.
- Luo, S, Y. (2007). *Biodegradation of Phthalate esters in compost-amanded soil*. Taiwan.
- Marlina dan Neni. (2010). Pemanfaatan Jenis Pupuk Kandang Pada Cabai Merah (*Capsicum annum*). *Jurnal Pemanfaatan Jenis Pupuk Kandang*. 3(2): 105-109

- Perwatasari, B. (2012). Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchio (*Brassica juncea* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Agroviator*. 5(1). Hal: 8-9
- Rohendi, E. (2005). *Lokakarya Sehari Pengelolaan Limbah Pasar DKI Jakarta*. Bogor.
- Setyorini, (2003). *Penelitian Peningkatan Produktivitas Lahan Melalui Teknologi Pertanian Organik*. Laporan Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Pengkajian Teknologi Partisipatif.
- Septiani, D. (2012). *Pengaruh Pemberian Arang Sekam Padi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)*. Skripsi. Politeknik Negri Lampung.
- Subagiyo dan Setyati. (2012). Isolasi dan Seleksi Bakteri Penghasil Enzim Ekstraseluler (Proteolitik, amiolitik, lipolitik dan selulolitik) yang Berasal dari Sedimen Kawasan Mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 17 (3): 164-168.
- Surtinah. (2013). Pengujian Kandungan Unsur Hara Dalam Kompos yang Berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1): 16-25.
- Sriharti dan Salim, T. (2010). *Pemanfaatan sampah tanam (rumput-rumputan) untuk pembuatan kompos*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, p. 1-8.
- Widarti, B. N., W. K. Wardhini dan E. Sarwono. (2015). Pengaruh C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses*. 5 (2) : 75-80.
- Yuniwati M, Frendy I. dan Adiningsih P. (2012). Optimasi Konsidi Proses Pembuatan Kompos dari Limbah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5 (2). Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri AKPRIND Yogyakarta. Yogyakarta.
- Yuwono, D. (2006). *Kompos*. Penebar Smadaya. Jakarta.
- Yuliani, F dan Fitri N. (2010). Pembuatan Pupuk Organik Kompos dari Arang Ampas Tebu dan Limbah Ternak. Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus.Kudus.