

Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Sampah Buah-Buahan dan Sayuran pada Rasio Bahan dan *Headspace* yang Berbeda

Manufacture of Liquid Organic Fertilizer Made from Fruit and Vegetable Waste at Different Ratios of Materials and Headspace

I Putu Yogi Krisnadi Rahardi, Ida Ayu Gede Bintang Madrini*, I Made Anom Sutrisna Wijaya

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: bintang_madrini@unud.ac.id

Abstrak

Pengomposan pupuk organik cair (POC) perbedaan volume bahan dengan *headspace* bisa dipakai sebagai indeks untuk mengetahui efektivitas pengomposan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio bahan dan *headspace* terhadap laju pengomposan dan kualitas POC yang dihasilkan serta untuk menentukan rasio bahan dan *headspace* yang menghasilkan kualitas POC terbaik sesuai dengan persyaratan teknis minimal POC dari Menteri Pertanian Republik Indonesia berdasarkan Surat Keputusan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Pengomposan menggunakan sistem anaerobik dan bahan yang digunakan berupa sampah buah-buahan dan sayuran. Pada penelitian ini memakai metode Rancangan Acak Lengkap satu faktor. Adapun faktor yang digunakan berupa rasio bahan dan *headspace* yaitu 1:5, 2:4, 3:3, 4:2, dan 5:1. Kelima perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan sehingga didapat 15 unit percobaan. Parameter penelitian meliputi kadar awal bahan, total mikroba bioaktivator, suhu bahan dan POC, pH bahan dan POC, penyusutan ketinggian bahan, kadar nitrogen (N-total), fosfor (P), kalium (K), C-organik, C/N rasio, bahan organik (OM), *electrical conductivity* (EC), dan total bakteri POC. Data yang didapat dari hasil pengamatan dianalisis dengan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan*. Secara umum kualitas POC yang dihasilkan sesuai syarat teknis minimal dengan suhu POC 29,3°C-29,8°C, pH POC 5,3-6,3, kadar nitrogen 2,01%-2,15%, fosfor 2,02%-2,09%, kalium 2,03%-2,08%, C-organik 2,39%-3,69%, dan total bakteri POC $5,31 \times 10^7$ - $3,12 \times 10^9$ cfu/ml. Rasio bahan dan *headspace* berpengaruh terhadap laju pengomposan dan kualitas POC yang dihasilkan. Perlakuan P2 (2:4) merupakan perlakuan terbaik berdasarkan hasil analisis data dan hasil dari parameter yang digunakan.

Kata Kunci: *headspace, pengomposan, pupuk organik cair, sampah buah-buahan dan sayuran*

Abstract

Composting liquid organic fertilizer, composting efficiency may be gauged using the variation in material volume with headspace. The purpose of this study is to ascertain how the ratio of materials to headspace affects the rate of composting and the quality of the POC that results, as well as to identify the ratio of materials to headspace that yields the best POC quality in accordance with the minimal technical POC requirements based here on Decision of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Composting uses an anaerobic system and the materials used are fruit and vegetable waste. The method used is a one-factor Completely Randomized Design. The factor used is the ratio of material and headspace, namely 1:5, 2:4, 3:3, 4:2, and 5:1. The five treatment were repeated 3 times to obtain 15 experimental units. The research parameters include the initial content of the material, total microbial bioactivator, temperature, pH, material height shrinkage, nitrogen, phosphorus, potassium, and C-organic content, C/N ratio, organic matter, EC, and total POC bacteria. Data obtained from observations were analyzed by ANOVA test and continued with Duncan's test. In general, the quality of the POC produced complies with the minimum technical requirements with POC temperature 29,3°C-29,8°C, POC pH 5,3-6,3, nitrogen content 2,01%-2,15%, phosphorus 2,02%-2,09%, potassium 2,03%-2,08%, C-organic 2,39%-3,69%, and total POC bacteria $5,31 \times 10^7$ - $3,12 \times 10^9$ cfu/ml. The ratio of materials and headspace affect the rate of composting and the quality of the resulting POC. Treatment P2 (2:4) is the best treatment based on results of data analysis and parameters used.

Keywords: *composting, fruits and vegetable waste, headspace, liquid organic fertilizer*

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Provinsi Bali selaras dengan meningkatnya jumlah sampah yang dihasilkan. Muhsinin *et al.* (2019) menyatakan jumlah sampah yang dihasilkan setara dengan tingkat konsumsi masyarakat dengan barang yang digunakan. Dikutip dari tulisan Muhajir (2019) penelitian terbaru dari Bali Partnership mengungkapkan bahwa Bali menghasilkan 4.281 ton sampah per hari atau setara dengan 1.500.000 ton per tahun. Dari total sampah tersebut sebesar 60% di antaranya adalah sampah organik. Salah satu solusi yang dapat ditawarkan yaitu mengolah sampah organik menjadi pupuk organik. Pupuk organik dapat dibedakan menjadi dua yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC). Menurut Muliani *et al.*, (2017) dalam POC terdapat unsur hara mikro dan unsur hara makro yang penting. POC mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N-total), fosfor (P), dan kalium (K) (Purwanto *et al.*, 2019).

Sampah organik bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan POC. Bahan baku POC yang baik yaitu sampah organik dengan kadar air yang tinggi seperti sisa sayuran dan buah-buahan (Rijal & Ermayani, 2020). Pada pembuatan pupuk organik cair dapat menggunakan alat berupa komposter dengan sistem aerobik ataupun anaerobik. Salah satu faktor yang mempengaruhi pengomposan yaitu volume bahan pada komposter. Faktor volume bahan dalam membuat POC sangat berkaitan dengan volume ruang kosong (*headspace*) pada komposter. *Headspace* sebagai tempat pertukaran udara yang dikumpulkan dalam komposter di atas bahan yang dikomposkan (Sobieraj *et al.*, 2021). *Headspace* menjadi bagian komposter yang mengandung gas, salah satunya berupa oksigen. Oksigen dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam proses menguraikan bahan organik (Doraja *et al.*, 2012). Volume *headspace* dapat berfungsi sebagai indeks untuk mengetahui efektivitas pengomposan (Liao *et al.*, 1997).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio bahan dan *headspace* terhadap laju pengomposan dan kualitas POC yang dihasilkan serta untuk menentukan rasio bahan dan *headspace* yang menghasilkan kualitas POC terbaik sesuai persyaratan teknis minimal POC dari Menteri Pertanian Republik Indonesia berdasarkan Surat Keputusan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Unud Jimbaran. Analisis hasil akhir POC dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian dan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Kampus Unud Sudirman. Waktu Penelitian ini yaitu pada bulan Desember 2021 – Februari 2022.

Bahan dan Alat

Adapun bahan yang digunakan yaitu sampah buah-buahan dan sayuran, EM4, air cucian beras, dan air bersih. Kemudian alat yang digunakan yaitu komposter sistem anaerobik dengan volume komposter yang dapat menampung bahan sebanyak 19.782 cm³, pisau, talenan, timbangan digital, terpal plastik, gelas ukur 500 ml, baskom plastik, alat semprot/*sprayer* merek Misty, termometer digital merek TP-101, pH meter digital merek iTuin, termometer digital merek TPM-10, alat ukur kadar air merek TK100W, EC meter merek ATC EZ-9902, alat tulis, penggaris, kamera HP, dan laptop merek Acer.

Rancangan Percobaan

Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor digunakan pada penelitian ini. Adapun faktor yang digunakan yaitu rasio bahan dan *headspace* berdasarkan volume pada 5 taraf perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga didapat 15 sampel. Perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang digunakan sebagai berikut:

- P1 = 1:5 (volume bahan: volume *headspace*)
- P2 = 2:4 (volume bahan: volume *headspace*)
- P3 = 3:3 (volume bahan: volume *headspace*)
- P4 = 4:2 (volume bahan: volume *headspace*)
- P5 = 5:1 (volume bahan: volume *headspace*)

Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda. Bahan (sampah buah-buahan dan sayuran) diisi sesuai dengan rancangan percobaan. Perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang dipakai yaitu, 1:5, 2:4, 3:3, 4:2, dan 5:1. Pengomposan dilakukan selama 26 hari. Tahapan penelitian ini, yaitu pertama menyiapkan bahan dan alat, bahan berupa sampah buah-buahan dan sayuran. Bahan dikecilkan ukurannya (2-3cm) dengan cara dipotong. Kemudian dilakukan pengadukan bahan hingga bahan homogen serta dilakukan analisis kadar awal bahan. Selanjutnya menyiapkan volume bahan sesuai perlakuan dan ditambahkan bioaktivator berupa air cucian beras sebanyak 100 ml dan EM4 sebanyak 50 ml.

Selanjutnya diaduk kembali agar bahan dan bioaktivator tercampur merata. Setelah itu bahan dimasukkan ke dalam komposter anaerobik sesuai dengan perlakuan.

Beberapa parameter proses yang diamati setiap hari yaitu; suhu, pH, dan penyusutan ketinggian bahan. Parameter suhu dan pH diukur pada bahan dan air lindi/POC. Parameter hasil seperti kadar nitrogen (N-total), kadar fosfor (P), kadar kalium (K), C-organik, C/N rasio, EC, OM, dan total bakteri POC diukur pada akhir pengomposan.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati yaitu kadar awal bahan (C/N rasio, KA, OM, pH, C-organik, N-total, dan EC), total mikroba bioaktivator dengan metode uji *Total Plate Count* (TPC), suhu pengomposan dengan menggunakan termometer, pH pengomposan dengan menggunakan pH meter, penyusutan ketinggian bahan. Kadar nitrogen (N-total), fosfor (P), dan kalium (K) dengan menggunakan metode Kjeldahl. Metode Walkley & Black digunakan untuk kadar C-organik, C/N rasio didapatkan dari hasil membagi kadar C-organik dengan kadar N-total, bahan organik (OM), *electrical conductivity* (EC) dengan menggunakan EC meter, dan total bakteri POC dengan metode uji TPC.

Analisis Data

Setelah pengomposan selesai, dilakukan analisis data dengan menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan* apabila perlakuan berpengaruh signifikan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program aplikasi statistik SPSS Versi 24. Data objektif yang didapat dari hasil pengamatan meliputi suhu, pH, penyusutan ketinggian bahan, kadar nitrogen (N-total), kadar fosfor (P), kadar

kalium (K), C-organik, C/N rasio, EC, OM, dan total bakteri POC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Awal Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini berupa sampah buah-buahan dan sayuran. Bahan-bahan tersebut memiliki nilai C/N rasio sebesar 48,9, kadar air 65,9%, bahan organik 69,8%, kadar C-organik 40,59%. Kadar C/N rasio pada awal pengomposan akan mempengaruhi terhadap laju pengomposan. Pengomposan menjadi lebih cepat pada kondisi C/N rasio awal yang rendah, sedangkan C/N rasio awal yang tinggi membuat pengomposan menjadi lebih lama (Ekawandani & Kusuma, 2018).

Total Mikroba Bioaktivator

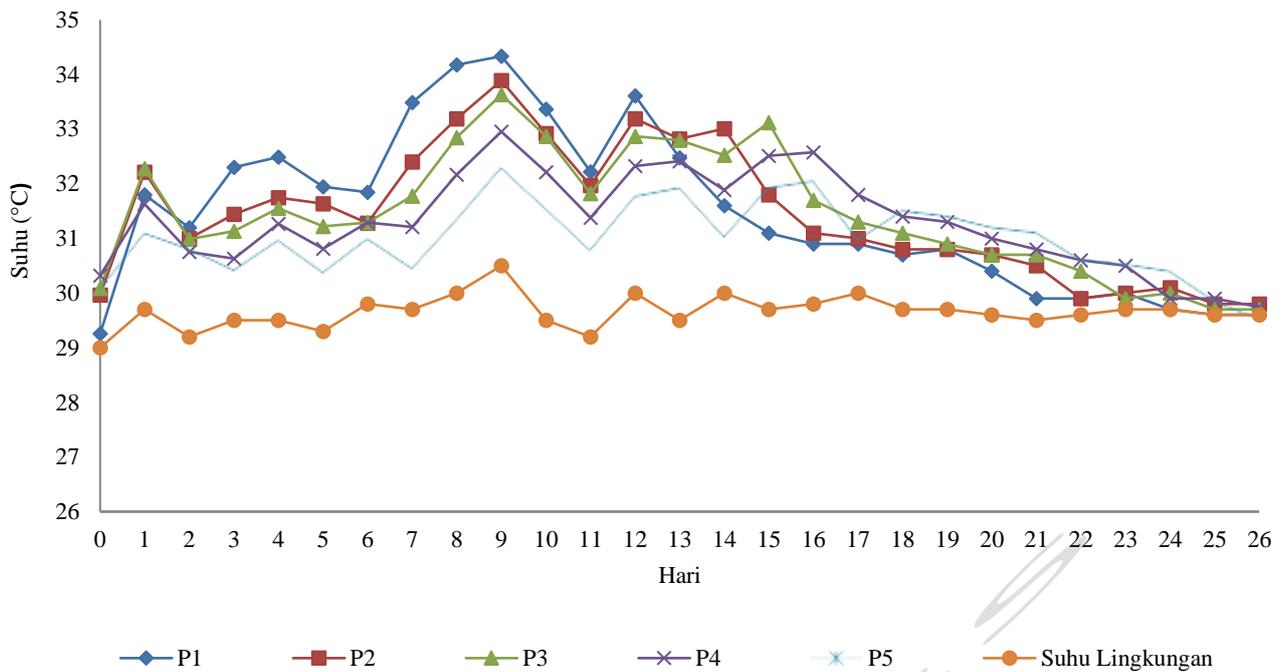
Bioaktivator yang digunakan berupa air cucian beras yang dilarutkan dengan EM4. Air cucian beras yang digunakan sebanyak 100 ml dan EM4 sebanyak 50 ml. Air cucian beras didapatkan dari proses mencuci beras sebanyak satu kali. Beras yang dicuci sebanyak 1 kg dengan 2 liter air (Jannah *et al.*, 2018). Jumlah mikroorganisme pada bioaktivator sebanyak $29,5 \times 10^6$ cfu/ml.

Suhu Pengomposan

Suhu adalah salah satu parameter pengomposan yang menunjukkan aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan kompos. Pada penelitian ini, suhu diamati pada bahan kompos dan pada pupuk organik cair.

Suhu bahan

Perubahan suhu bahan selama waktu pengomposan untuk seluruh perlakuan yang digunakan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik suhu bahan selama pengomposan

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, pada hari ke-3 suhu bahan kompos mengalami peningkatan pada masing-masing perlakuan dengan rentan suhu antara 30,4°C - 32,3°C. Hasil pengukuran rata-rata suhu bahan ditunjukkan pada Tabel 1. Selama pengomposan suhu mengalami perubahan secara fluktuatif. Perubahan suhu ini terjadi karena pada perombahan bahan organik terjadi pelepasan energi dalam bentuk panas, sehingga mengakibatkan naik turunnya suhu (Marjenah *et al.*, 2017). Suhu tertinggi diperoleh perlakuan P1 dengan rasio 1:5 dan nilai suhunya yaitu sebesar 34,3°C pada hari ke-9. Semua perlakuan yang digunakan hanya mampu mencapai fase mesofilik dengan rentan suhu maksimal yang dicapai sebesar 32,3°C - 34,3°C. Hal ini dikarenakan pasokan oksigen pada komposter terbatas sesuai dengan besar volume *headspace* masing-masing perlakuan. Pembuatan pupuk menggunakan sistem anaerobik merupakan modifikasi dari struktur biologi dan kimia bahan

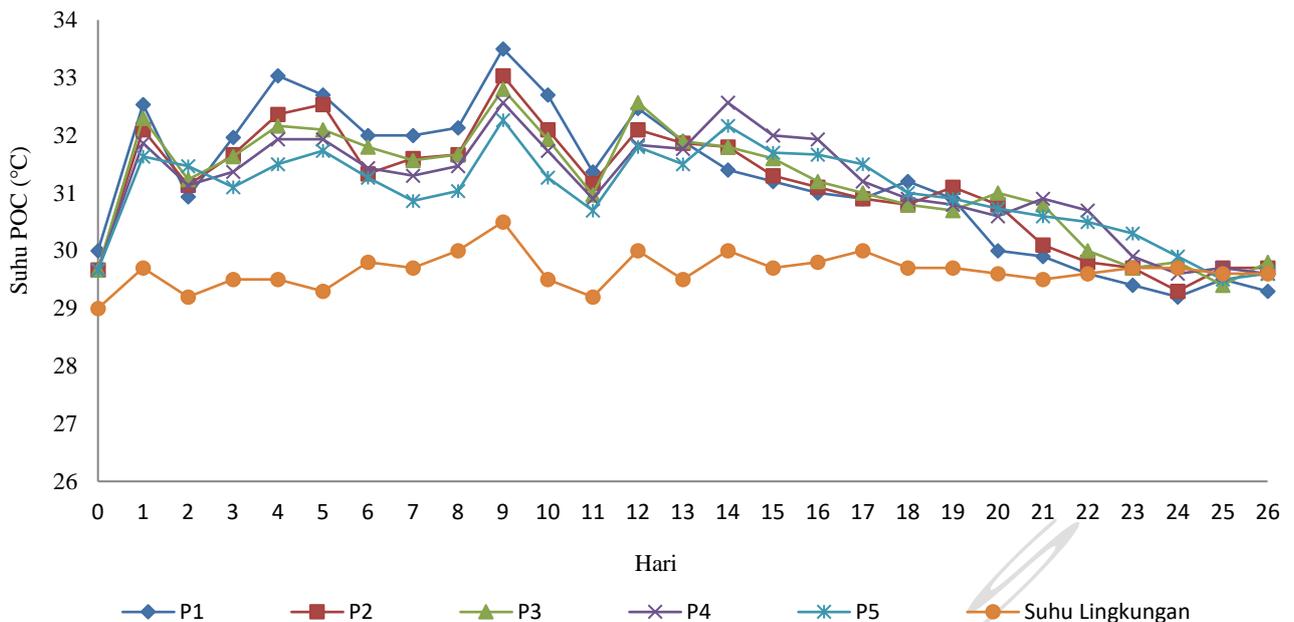
kompos tanpa adanya oksigen atau udara dari luar (Graha *et al.*, 2015). Saat jumlah oksigen menipis, mikroorganisme pada bahan tidak bisa bekerja maksimal (Atmaja *et al.*, 2017). Namun hal ini tidak menghambat proses fermentasi pada pengomposan. Fermentasi anaerobik dimungkinkan terjadi pada suhu antara 3°C - 70°C (Faesal *et al.*, 2017).

Suhu bahan mulai menurun karena aktivitas mikroba mulai berkurang. Dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa penurunan suhu bahan yang mendekati suhu lingkungan paling cepat terjadi di hari ke-21 pada perlakuan P1 (1:5) yaitu sebesar 29,9°C. Kemudian secara berturut-turut pada hari ke-22, 23, 24, dan 25 perlakuan P2 (2:4), P3 (3:3), P4 (4:2), dan P5 (5:1) mengalami penurunan suhu mendekati suhu lingkungan. Dari hasil uji ANOVA didapatkan perlakuan rasio bahan dan *headspace* tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter suhu bahan ($P > 0,05$).

Tabel 1. Rata-rata suhu bahan pengomposan dan hasil analisis data

Perlakuan	Suhu Bahan
P1 (1:5)	31,50 a
P2 (2:4)	31,47 a
P3 (3:3)	31,43 a
P4 (4:2)	31,33 a
P5 (5:1)	30,97 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)



Gambar 2. Grafik suhu POC selama pengomposan

Suhu pupuk organik cair

Perubahan suhu POC untuk semua perlakuan disajikan pada Gambar 2. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu sudah dapat dilihat mulai hari pertama dan mengalami peningkatan dengan nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Kenaikan suhu pada awal pengomposan menandakan bahwa pengomposan berjalan dengan baik, hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme yang digunakan bekerja secara maksimal selama pengomposan (Marjenah *et al.*, 2017). Suhu tertinggi diperoleh perlakuan P1 dengan rasio yang digunakan

1:5 dan nilai suhunya yaitu sebesar 33,5°C pada hari ke-9. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penurunan suhu paling cepat diantara perlakuan lainnya diperoleh perlakuan P1. Pada hari ke-20 perlakuan P1 sudah mendekati suhu lingkungan dengan nilai suhu sebesar 30°C. Kemudian secara berturut-turut pada hari ke-21, 22, 23, dan 24 perlakuan P2, P3, P4, dan P5 sudah mendekati suhu lingkungan. Dilihat dari hasil uji ANOVA yang ditunjukkan di Tabel 2, didapatkan bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* tidak berpengaruh signifikan pada parameter suhu POC ($P>0,05$).

Tabel 2. Rata-rata suhu POC dan hasil analisis data

Perlakuan	Suhu POC
P1 (1:5)	31,40 a
P2 (2:4)	31,00 a
P3 (3:3)	31,27 a
P4 (4:2)	30,80 a
P5 (5:1)	31,00 a

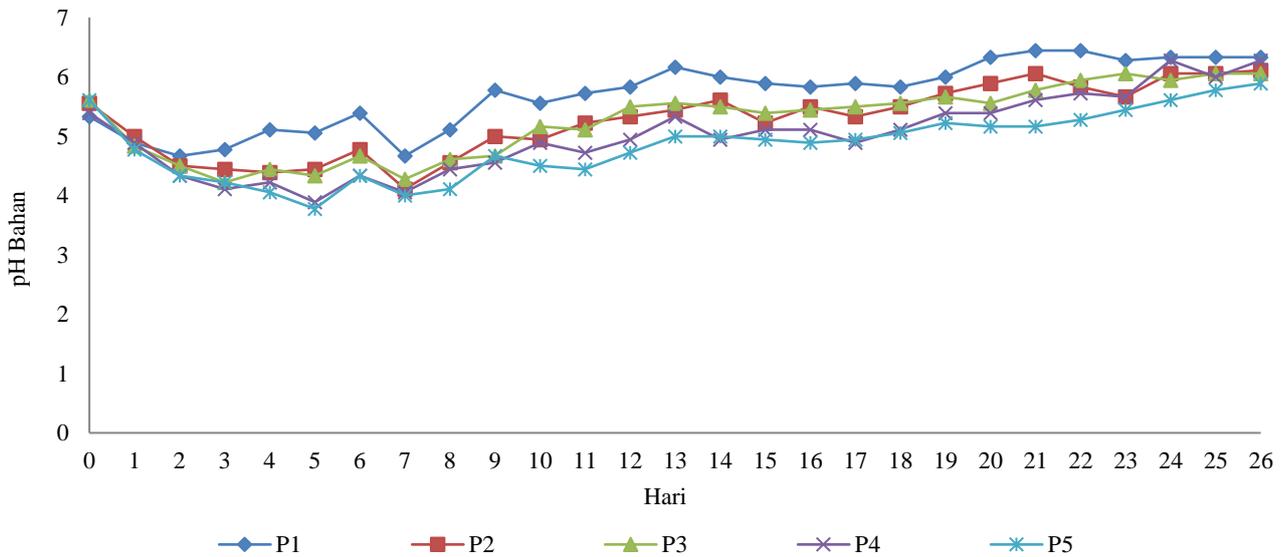
Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$)

pH Pengomposan

Derajat keasaman (pH) adalah salah satu parameter yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme selama pengomposan. pH diukur setiap hari dengan mengukur pH pada bahan dan POC.

pH bahan

Berdasarkan Gambar 3 pH yang tercatat dari awal hingga akhir pengomposan berkisar antara 3,8 – 6,4. Proses perubahan pH bahan selama pengomposan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pH bahan selama pengomposan

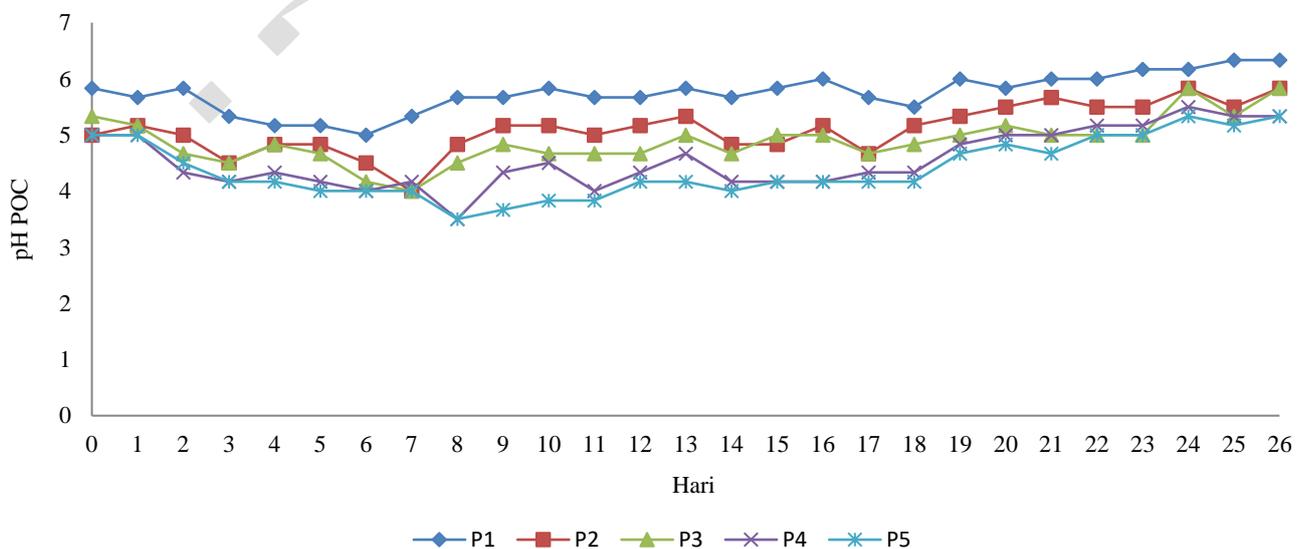
Hari pertama pengomposan, nilai pH yang tercatat cenderung menurun di setiap perlakuan hingga hari ke-8 dengan nilai pH yang tercatat antara 3,8 – 5,6. Menurut Wulandari *et al.* (2020), menurunnya pH disebabkan oleh beberapa mikroorganisme merombak bahan organik menjadi asam organik. Pada akhir pengomposan, nilai pH yang diperoleh dari semua perlakuan berkisar antara 5,9-6,3 dengan nilai pH tertinggi didapatkan perlakuan P1 pada nilai 6,3 dan terendah diperoleh perlakuan P5 pada nilai

5,9. Berdasarkan dari hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter pH bahan ($P < 0,05$). Berdasarkan hasil uji *Duncan* yang digunakan, didapatkan perlakuan P1 (1:5) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya. Pada Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata pH bahan dari hasil pengukuran dan hasil analisis.

Tabel 3. Rata-rata pH bahan selama pengomposan dan hasil analisis data

Perlakuan	pH Bahan
P1 (1:5)	5,73 b
P2 (2:4)	5,27 ab
P3 (3:3)	5,27 ab
P4 (4:2)	5,03 a
P5 (5:1)	4,83 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)



Gambar 4. Grafik pH POC selama pengomposan

pH pupuk organik cair

Berdasarkan Gambar 4 nilai pH POC yang tercatat antara 3,5 – 6,3 sampai akhir pengomposan. Proses perubahan nilai pH POC dari setiap perlakuan ditunjukkan dalam Gambar 4. Tabel 4 menunjukkan perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan pada parameter pH POC ($P < 0,05$). Kemudian dari hasil uji *Duncan* yang digunakan, terlihat semua perlakuan berpengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Nilai pH terendah didapat pada perlakuan P4 dan P5 yaitu

sebesar 3,5, sedangkan perlakuan P1 memperoleh nilai pH tertinggi pada nilai 6,3. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata pH POC yang ditunjukkan dalam Tabel 4. Pada hari ke-0 pengomposan, nilai pH POC yang tercatat untuk semua perlakuan secara berturut-turut yaitu sebesar 5,8, 5,0, 5,3, 5,0, dan 5,0. Pada hari terakhir pengomposan, nilai pH POC semua perlakuan yaitu sebesar 6,3, 5,8, 5,8, 5,3 dan 5,3. Dapat dilihat bahwa nilai pH POC pada semua perlakuan mengalami peningkatan.

Tabel 4. Rata-rata pH POC selama pengomposan dan hasil analisis data

Perlakuan	pH POC
P1 (1:5)	5,77 d
P2 (2:4)	5,13 c
P3 (3:3)	4,90 bc
P4 (4:2)	4,53 ab
P5 (5:1)	4,40 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Penyusutan Ketinggian Bahan

Besarnya nilai penyusutan ketinggian bahan ini diukur dengan cara menghitung selisih antara ketinggian awal bahan dengan ketinggian akhir bahan, kemudia dibagi ketinggian awal dan dikali 100%. Nilai rata-rata penyusutan ketinggian bahan

dan hasil analisis data disajikan dalam Tabel 5. Dilihat dari hasil uji ANOVA menunjukkan perlakuan rasio bahan dan *headspace* berpengaruh signifikan pada parameter penyusutan ketinggian bahan ($P < 0,05$).

Tabel 5. Rata-rata penyusutan ketinggian dan hasil analisis data

Perlakuan	Penyusutan Ketinggian Bahan
P1 (1:5)	3,83 a
P2 (2:4)	6,77 b
P3 (3:3)	9,10 c
P4 (4:2)	11,77 d
P5 (5:1)	14,27 e

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Hasil uji *Duncan* yang menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Secara keseluruhan, penyusutan ketinggian bahan di hari terakhir pengomposan dengan rentan nilai yang didapat antara 21,3% - 45,1%. Nilai penyusutan ketinggian bahan terbesar didapat pada perlakuan P5 yaitu sebesar 45,1%. Penyusutan ketinggian bahan terjadi karena selama pengomposan berlangsung terjadi degradasi bahan kompos oleh mikroorganisme menjadi gas (Addinsyah & Herumurti, 2017).

Kadar N-total Pupuk Organik Cair

Menurut Sundari *et al.*, (2012) nitrogen (N-total) adalah salah satu unsur penting buat tanaman untuk pertumbuhan vegetatif dan pembentukan protein. Tanaman yang kekurangan nitrogen akan menghambat pertumbuhannya, akarnya akan terbatas, dan daunnya akan menguning dan rontok. Pada Tabel 6 disajikan rata-rata kadar N-total POC dan hasil analisis data.

Tabel 6. Rata-rata kadar N-total POC dan hasil analisis data

Perlakuan	N-total POC (%)
P1 (1:5)	2,01 a
P2 (2:4)	2,12 b
P3 (3:3)	2,02 a
P4 (4:2)	2,02 a
P5 (5:1)	2,05 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Menurut hasil uji ANOVA diperoleh perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan untuk parameter kadar N-total POC ($P < 0,05$). Berdasarkan hasil uji *Duncan* yang digunakan, perlakuan P2 dengan menggunakan rasio 2:4 berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya. Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kelima perlakuan yang digunakan mempunyai kadar N-total antara 2,01%-2,12%. Perlakuan P2 mempunyai kadar N-total tertinggi dengan nilai 2,12%. Kemudian pada

perlakuan P1 memiliki kadar N-total paling rendah dengan nilai 2,01%. Dapat dilihat pada Tabel 6 kadar N-total semua perlakuan yang digunakan sudah memenuhi persyaratan teknis minimal mutu POC yaitu sebesar 2%-6%.

Kadar P Pupuk Organik Cair

Pada Tabel 7 disajikan nilai rata-rata kadar P POC dan hasil analisis data yang digunakan.

Tabel 7. Rata-rata kadar P POC dan hasil analisis data

Perlakuan	Kadar P POC (%)
P1 (1:5)	2,02 a
P2 (2:4)	2,09 c
P3 (3:3)	2,03 b
P4 (4:2)	2,03 b
P5 (5:1)	2,03 b

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan pada parameter kadar fosfor (P) POC ($P < 0,05$). Kemudian hasil uji *Duncan* yang digunakan, didapatkan perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya. Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa kelima perlakuan yang digunakan mempunyai kadar P antara 2,02% - 2,09%. Nilai rata-rata kadar P POC terendah yaitu sebesar 2,02% diperoleh perlakuan P1, sedangkan kadar P tertinggi diperoleh perlakuan P2 yaitu sebesar 2,09%. Unsur fosfor (P) bagi tanaman berfungsi dalam perkembangan buah, biji, bunga, dan mendorong pematangan buah (Makiyah, 2013). Hasil pengukuran kadar P seperti yang disajikan pada

Tabel 7, semua perlakuan yang digunakan memenuhi persyaratan teknis minimal mutu POC yaitu sebesar 2% - 6%.

Kadar K Pupuk Organik Cair

Unsur kalium (K) untuk tanaman dimanfaatkan untuk mengatur translokasi fotosintesis, sintesis protein serta mekanisme lain-lain (Sundari *et al.*, 2012). Tanaman yang kekurangan kalsium memiliki gejala seperti tanaman tidak bisa tinggi, ruas daun memendek, dan pinggir daun berwarna coklat (Sundari *et al.*, 2012). Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata dari hasil pengukuran kadar K dan hasil analisis data.

Tabel 8. Rata-rata kadar K POC dan hasil analisis data

Perlakuan	Kadar K POC (%)
P1 (1:5)	2,03 a
P2 (2:4)	2,08 b
P3 (3:3)	2,03 a
P4 (4:2)	2,03 a
P5 (5:1)	2,03 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* berpengaruh signifikan pada parameter kadar kalium (K) POC ($P < 0,05$). Dari hasil uji lanjut *Duncan* yang digunakan, didapatkan perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata pada perlakuan lainnya. Kadar K dalam pupuk yang dihasilkan bervariasi antara 2,03% - 2,08%. Penggunaan perlakuan P2 menghasilkan POC dengan kadar K tertinggi yaitu sebesar 2,08%, sedangkan perlakuan P1, P3, P4, dan P5 menghasilkan kadar K sebesar 2,03%. Dari kelima perlakuan yang digunakan, POC yang dihasilkan

memiliki kadar K yang sudah memenuhi persyaratan teknis minimal mutu POC dari Menteri Pertanian yaitu sebesar 2%-6%.

Kadar C-organik Pupuk Organik Cair

Menurut Graha *et al.*, (2015), unsur karbon (C-organik) sangat dibutuhkan dalam pengomposan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan pembentukan sel. Dilihat dari hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa penggunaan perlakuan rasio bahan dan *headspace* berpengaruh signifikan pada parameter kadar C-organik POC ($P < 0,05$). Kemudian

dari hasil uji *Duncan* yang digunakan, disimpulkan bahwa perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya yang digunakan. Tabel 9

menunjukkan nilai rata-rata kadar C-organik dan hasil analisis data.

Tabel 9. Rata-rata kadar C-organik dan hasil analisis data

Perlakuan	C-organik POC (%)
P1 (1:5)	2,39 a
P2 (2:4)	3,69 c
P3 (3:3)	3,17 b
P4 (4:2)	3,04 b
P5 (5:1)	2,91 b

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$)

Kandungan C-organik tertinggi didapat oleh perlakuan P2 dengan nilai 3,69%, kemudian untuk kandungan C-organik terendah didapatkan oleh perlakuan P1 dengan nilai 2,39%. Kadar C-organik bahan sebesar 40,59%. Kadar C-organik pada POC yang dihasilkan menurun dari kadar C-organik pada bahan awal. Hal ini terjadi karena kadar C-organik dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi, kemudian C-organik tersebut hilang sebagai CO₂, sehingga terjadi penurunan (Wulandari *et al.*, 2020). Secara umum, kadar C-organik POC yang

dihasilkan belum sesuai dengan persyaratan teknis minimal kadar C-organik POC dari Menteri Pertanian yaitu minimum 10%.

C/N Rasio Pupuk Organik Cair

Prinsip utama pengomposan yaitu menurunkan nilai C/N rasio bahan kompos mendekati atau sama dengan C/N rasio pada tanah (<20) (Sitompul *et al.*, 2017). Pada Tabel 10 menyajikan nilai rata-rata C/N rasio POC dan hasil analisis data.

Tabel 10. Rata-rata C/N rasio POC dan hasil analisis data

Perlakuan	C/N Rasio POC
P1 (1:5)	1,19 a
P2 (2:4)	1,74 c
P3 (3:3)	1,57 bc
P4 (4:2)	1,51 bc
P5 (5:1)	1,42 ab

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$)

Tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* berpengaruh signifikan pada parameter C/N rasio POC ($P<0,05$). Kemudian dari hasil uji lanjut *Duncan* yang digunakan, didapatkan hasil bahwa perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata pada perlakuan lainnya. Terlihat pada Tabel 10 bahwa perlakuan P2 dengan menggunakan rasio 2:4, memiliki nilai C/N rasio paling tinggi yaitu sebesar 1,74. Nilai C/N rasio pupuk organik cair dari semua perlakuan yang digunakan mengalami penurunan dari nilai C/N rasio bahan. Pada penelitian ini menggunakan bahan dengan C/N rasio sebesar 48,9. Penurunan nilai C/N rasio pada setiap perlakuan disebabkan adanya penurunan jumlah

karbon yang digunakan sebagai sumber energi mikroba untuk menguraikan bahan organik (Widarti *et al.*, 2015). Menurut Atmaja *et al.*, (2017), nilai C/N rasio menurun karena disebabkan terdekomposisinya C-organik dan bahan organik lain yang ada pada bahan kompos.

Kadar bahan organik (OM) POC

Bahan organik (OM) dalam pupuk organik cair untuk memperbaiki struktur tanah, kemudian dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi pertumbuhan. Pada Tabel 11 ditampilkan nilai rata-rata OM POC dan hasil analisis data.

Tabel 11. Rata-rata OM POC dan hasil analisis data

Perlakuan	OM POC (%)
P1	4,12 a
P2	6,36 c
P3	5,47 b
P4	5,24 b
P5	5,02 b

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$)

Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan pada parameter kadar OM POC ($P < 0,05$). Hasil uji *Duncan* yang digunakan, menunjukkan perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya yang digunakan. Pada Tabel 11 menunjukkan bahwa kelima perlakuan mempunyai kandungan bahan organik antara 4,12% - 6,36%. Kadar OM tertinggi diperoleh perlakuan P2

yaitu sebesar 6,36%, kemudian kadar OM terendah ada pada perlakuan P1 dengan nilai 4,12%.

Electrical Conductivity (EC) POC

Electrical Conductivity (EC) adalah ukuran konsentrasi ion yang terlarut dalam pupuk. Nilai EC mempengaruhi penyerapan unsur hara dan air oleh akar tanaman. Pada Tabel 12 dapat dilihat nilai rata-rata EC pupuk organik cair dan hasil analisis data.

Tabel 12. Nilai rata-rata EC pupuk organik cair dan hasil analisis data

Perlakuan	EC POC (mS/cm)
P1 (1:5)	1,883 ab
P2 (2:4)	2,056 b
P3 (3:3)	2,003 b
P4 (4:2)	1,973 b
P5 (5:1)	1,765 a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Dari hasil uji ANOVA yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan pada parameter EC POC ($P < 0,05$). Kemudian hasil uji *Duncan* yang digunakan, didapatkan perlakuan P2 (2:4) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai EC POC yang didapatkan antara 1,765 mS/cm – 2,056 mS/cm. Pada perlakuan P5 nilai EC yang diperoleh merupakan yang terendah dengan nilai 1,765 mS/cm. Sedangkan nilai EC tertinggi didapat oleh perlakuan P2 dengan nilai 2,056 mS/cm.

Total Bakteri Pupuk Organik Cair

Perhitungan total atau jumlah koloni bakteri dilakukan dengan menggunakan metode *total plate count* (TPC). Prinsip uji TPC adalah membiakkan bakteri pada media sampel yang terdapat nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri tersebut (Santhi, 2017). Pada Tabel 13 disajikan data nilai rata-rata total koloni bakteri POC dan hasil analisis data.

Tabel 13. Nilai rata-rata total koloni bakteri POC dan hasil analisis data

Perlakuan	Total Bakteri POC (cfu/ml)
P1 (1:5)	$3,12 \times 10^9$ c
P2 (2:4)	$3,84 \times 10^8$ b
P3 (3:3)	$3,03 \times 10^8$ ab
P4 (4:2)	$5,31 \times 10^7$ a
P5 (5:1)	$7,34 \times 10^7$ a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Berdasarkan hasil uji ANOVA yang digunakan, dapat disimpulkan perlakuan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh signifikan pada parameter jumlah koloni bakteri POC ($P < 0,05$). Kemudian dari hasil uji *Duncan* yang digunakan, didapatkan perlakuan P1 (1:5) berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya. Dilihat dari Tabel 13, jumlah koloni bakteri antara $5,31 \times 10^7$ cfu/ml - $3,12 \times 10^9$ cfu/ml. Jumlah koloni bakteri pada POC salah satunya dipengaruhi oleh nilai pH pada POC. Menurut Widarti *et al.*, (2015) nilai pH selama pengomposan memberikan pengaruh pada pertumbuhan bakteri pada pupuk. Nilai pH POC akhir pada perlakuan P1 merupakan yang tertinggi yaitu sebesar 6,3. Jumlah koloni bakteri pada perlakuan P1 merupakan paling tinggi yaitu sebesar

$3,12 \times 10^9$ cfu/ml. Sedangkan jumlah koloni bakteri terendah didapat pada perlakuan P4 yaitu sebesar $5,31 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai pH POC akhir merupakan yang terendah yaitu sebesar 5,3. Jumlah koloni bakteri menjadi salah satu indikator keberhasilan pengomposan. Seperti yang dinyatakan oleh Safitri (2017) tingkat keberhasilan fermentasi disesuaikan pada jumlah minimal bakteri yang ada di dalam hasil fermentasi. Perlakuan P1, P2, dan P3 jumlah koloni bakteri sudah memenuhi persyaratan teknis minimal sebesar $\geq 1 \times 10^8$. Sedangkan pada perlakuan P4 dan P5 belum memenuhi.

Analisis Kualitas Pupuk Organik Cair yang Dihasilkan

Hasil akhir pupuk organik cair pada beberapa parameter masing-masing perlakuan sudah sesuai dengan persyaratan teknis minimal POC yang digunakan. Analisis kualitas POC yang dihasilkan disajikan pada Tabel 14. Pada parameter suhu, pH, kadar nitrogen (N-total), fosfor (P), dan kalium (K) seluruh perlakuan yang digunakan sudah sesuai dengan persyaratan teknis minimal POC dari Menteri Pertanian. Namun pada parameter kadar C-organik

(karbon) seluruh perlakuan belum memenuhi persyaratan teknis minimal C-organik yaitu minimum 10. Terdapat perbedaan pada total bakteri, perlakuan P4 dan P5 belum memenuhi persyaratan teknis minimal yang ditetapkan, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 sudah memenuhi persyaratan teknis minimal total bakteri ($\geq 1 \times 10^8$ cfu/ml). Berdasarkan hasil analisis data dan hasil dari parameter yang digunakan pada Tabel 14, maka perlakuan P2 dipilih sebagai perlakuan terbaik dalam penelitian ini.

Tabel 14. Perbandingan hasil rata-rata POC dengan persyaratan teknis minimal POC dari Menteri Pertanian Republik Indonesia berdasarkan Surat Keputusan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019

Parameter	Hasil Perlakuan					Syarat
	P1	P2	P3	P4	P5	
Suhu Bahan (°C)	34,3	33,9	33,6	33,0	32,3	-
Suhu POC (°C)	29,3	29,7	29,8	29,6	29,6	Suhu Lingkungan (23-30°C)
pH POC	6,3	5,8	5,8	5,3	5,3	4-9
Kadar N-total (%)	2,01	2,12	2,02	2,02	2,05	2-6
Kadar P (%)	2,02	2,09	2,03	2,03	2,03	2-6
Kadar K (%)	2,03	2,08	2,03	2,03	2,03	2-6
Kadar C-organik (%)	2,39	3,69	3,17	3,04	2,91	Min. 10
Total Bakteri (cfu/ml)	$3,12 \times 10^9$	$3,84 \times 10^8$	$3,03 \times 10^8$	$5,31 \times 10^7$	$7,34 \times 10^7$	$\geq 1 \times 10^8$

KESIMPULAN

Penggunaan rasio bahan dan *headspace* yang berbeda berpengaruh terhadap laju pengomposan dan kualitas POC yang dihasilkan sebagian sudah memenuhi persyaratan teknis minimal POC dari Menteri Pertanian Republik Indonesia berdasarkan Surat Keputusan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Suhu maksimal pada bahan yaitu antara 32,3-34,3°C dan suhu akhir pada POC yaitu antara 29,3-29,8°C. Kemudian penggunaan perlakuan P2 (2:4) merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil parameter suhu POC akhir 29,7°C, pH POC 5,8, penyusutan ketinggian bahan 32,3%, kadar N-total 2,12%, kadar P 2,09%, kadar K 2,08%, kadar C-organik 3,69% belum memenuhi syarat teknis minimal, C/N rasio 1,74, bahan organik 6,36%, EC 2,056 mS/cm, TPC $3,84 \times 10^8$ cfu/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Addinsyah, A., & Herumurti, W. (2017). Studi Timbulan dan Reduksi Sampah Rumah Kompos serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca di Surabaya Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 62–67. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.22973>
- Atmaja, I. K. M., Tika, I. W., & Wijaya, I. M. A. S. (2017). Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan Baku terhadap Kualitas Kompos dan Lama Waktu Pengomposan. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 5(1), 111–119.
- Doraja, P. H., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2012). Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), E44–E47.
- Ekawandani, N., & Kusuma, A. A. (2018).

- Pengomposan Sampah Organik (Kubis dan Kulit Pisang) dengan Menggunakan EM4. *Jurnal TEDC*, 12(1), 38–43.
- Faesar, Dj, N., & Soenartiningih. (2017). Seleksi Efektivitas Bakteri Dekomposer terhadap Limbah Tanaman Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(2), 105–114.
- Graha, T. B. S., Argo, B. D., & Lutfi, M. (2015). Pemanfaatan Limbah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) pada Proses Pengomposan Anaerob dengan Menambahkan Variasi Konsentrasi EM4 (Effective Microorganism) dan Variasi Bobot Bulking Agent. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(2)(2), 141–147.
- Jannah, N. K., Yuliani, & Rahayu, Y. S. (2018). Penggunaan Pupuk Cair Berbahan Baku Limbah Air Cucian Beras dengan Penambahan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). *LenteraBio*, 7(1), 15–19.
- Liao, P. H., Jones, L., Lau, A. K., Walkemeyer, S., Egan, B., & Holbek, N. (1997). Composting of Fish Wastes in a Full-Scale in-Vessel System. *Bioresource Technology*, 59(2-3), 163–168.
- Makiyah, M. (2013). Analisis Kadar N, P dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*). In *Skripsi*. Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang.
- Marjenah, Kustiawan, W., Nurhifitiani, I., Sembiring, K. H. M., & Ediyono, R. P. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-Buahan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair. *Ulin-J Hut Trop*, 1(2), 120–127.
- Muhajir, A. (2019). *Inilah Data dan Sumber Sampah Terbaru di Bali*. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2019/07/02/inilah-data-dan-sumber-sampah-terbaru-di-bali/>
- Muhsinin, S., Dinata, D. I., Andriansyah, I., & Asnawi, A. (2019). Peningkatan Potensi Ibu Rumah Tangga dalam Mengolah Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Metode Takakura di Desa Cibiru Wetan, Kabupaten Bandung. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(2), 179–186. <https://doi.org/10.30653/002.201942.110>
- Muliani, E., Noli, Z. A., & Periadnadi. (2017). Pemanfaatan Sampah Organik Kota Sebagai Bahan Dasar Pupuk Organik Cair (POC) untuk Pertumbuhan *Lactuca sativa* L.var. *crispa* dengan Sistem Vertikultur. *Jurnal Metamorfosa*, 4 (2), 152–158.
- Purwanto, E., Sunaryo, Y., & Widata, S. (2019). Pengaruh Kombinasi Pupuk AB Mix dan Pupuk Organik Cair (POC) Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi (*Brassica juncea* L.) Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 2(1), 11–24.
- Rijal, S., & Ermayani. (2020). Kualitas NPK Pupuk Organik Cair dari Limbah Rumah Tangga di Dusun Bat Rurung Desa Barejulat Kecamatan Jonggat Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Sanitasi Dan Lingkungan*, 1, 1–7.
- Safitri, N. D. (2017). Uji Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Lindi dengan Penambahan Bakteri Starter Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pangan (*Sorghum bicolor* dan *Zea mays*). In *Skripsi*. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Santhi, D. G. D. D. (2017). *Uji Total Plate Count (TPC) pada Produk Udang Segar*. 1–7.
- Sitompul, E., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Studi Identifikasi Rasio C/N Pengolahan Sampah Organik Sayuran Sawi, Daun Singkong, dan Kotoran Kambing dengan Variasi Komposisi Menggunakan Metode Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2).
- Sobieraj, K., Stegenta-Dąbrowska, S., Koziel, J. A., & Białowiec, A. (2021). Modeling of CO Accumulation in the Headspace of the Bioreactor During Organic Waste Composting. *Energies*, 14(5), 1–59. <https://doi.org/10.3390/en14051367>
- Sundari, E., Sari, E., & Rinaldo, R. (2012). Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM4. *Prosiding SNTK Topi*, 5(2), 5.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2), 75–80.
- Wulandari, N. K. R., Madrini, I. A. G. B., & Wijaya, I. M. A. S. (2020). Efek Penambahan Limbah Makanan terhadap C/N Ratio pada Pengomposan Limbah Kertas. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(1), 103–112.