

Respon Kadar NPK dan C-Organik Pupuk Organik Cair terhadap Variasi Komposisi Daun Mangga, Pelepah Pisang, dan Lama Fermentasi dengan Bioaktivator EM4

Adam Rayhansyah*, Abimanyu Liswoyo, Caecilia Pujiastuti, Lilik Suprianti

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: 21031010086@student.upnjatim.ac.id

Diterima: 14 Juni 2023

Disetujui: 18 Juni 2026

Abstract

Indonesia is an agrarian country with high fertilizer demand, yet domestic fertilizer production has been unable to meet these needs, making organic fertilizer alternatives necessary. This study aims to examine the effect of fermentation time and material ratio on the nutrient content of liquid organic fertilizer (LOF) made from mango leaves and banana pseudostem using Effective Microorganisms 4 (EM4) as a bioactivator. The anaerobic fermentation process was conducted with variations in the ratio of banana pseudostem to mango leaves (1:0, 1:1, and 0:1) and fermentation duration (8, 12, and 16 days). The parameters analyzed included organic carbon (C-Organic), Nitrogen (N), Phosphate (P_2O_5), Potassium (K_2O), and C/N ratio using spectrophotometry, Kjeldahl, and AAS methods. The results showed that the optimum condition was obtained on day 12 with a material ratio of 0:1 (banana pseudostem : mango leaves), yielding C-Organic content of 13.718%, Nitrogen of 1.247%, Phosphate of 1.739%, Potassium of 2.511%, and a C/N ratio of 11.0008. This treatment met the liquid organic fertilizer quality standards based on the Indonesian Ministry of Agriculture Regulation (PERMENTAN) 2011. The use of mango leaves in higher proportions proved to produce higher macronutrient content compared to banana pseudostem, as mango leaves contain higher nitrogen and mineral levels with a tissue structure that is more easily decomposed.

Keywords: *liquid organic fertilizer, mango leaves, banana pseudostem, EM4, anaerobic fermentation, macronutrients*

Abstrak

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki kebutuhan pupuk tinggi, namun produksi pupuk dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut sehingga diperlukan alternatif pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu fermentasi dan perbandingan bahan terhadap kandungan unsur hara pupuk organik cair (POC) berbahan daun mangga dan pelepah pisang menggunakan bioaktivator Effective Microorganisms 4 (EM4). Proses fermentasi dilakukan secara anaerob dengan variasi perbandingan pelepah pisang (1:0, 1:1, 0:1) serta variasi waktu fermentasi (8, 12, 16 hari). Parameter yang dianalisis meliputi kadar C-Organik, Nitrogen (N), Fosfat (P_2O_5), Kalium (K_2O), dan rasio C/N menggunakan metode spektrofotometri, Kjeldahl, dan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada hari ke-12 dengan perbandingan bahan 0:1 (pelepah pisang : daun mangga), menghasilkan kadar C-Organik sebesar 13,718%, Nitrogen sebesar 1,247%, Fosfat sebesar 1,739%, Kalium sebesar 2,511%, dan rasio C/N sebesar 11,0008. Perlakuan tersebut telah memenuhi standar mutu pupuk organik cair berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (PERMENTAN) 2011. Penggunaan daun mangga dalam proporsi lebih tinggi terbukti menghasilkan kandungan unsur hara makro yang lebih tinggi dibandingkan pelepah pisang, karena daun mangga memiliki kandungan nitrogen dan mineral yang lebih tinggi serta struktur jaringan yang lebih mudah terdekomposisi.

Kata Kunci: *pupuk organik cair, daun mangga, pelepah pisang, em4, fermentasi anaerob, unsur hara makro*

1. Pendahuluan

Sektor pertanian di Indonesia menghadapi tantangan serius akibat ketidakseimbangan antara kebutuhan dan produksi pupuk nasional. Pada tahun 2022, kebutuhan pupuk Indonesia mencapai 6,53 juta ton, sementara produksi dalam negeri hanya sebesar 4,95 juta ton, sehingga defisit tersebut harus dipenuhi melalui impor [1]. Kondisi ini diperparah dengan kenaikan harga pupuk yang signifikan, dimana harga pupuk NPK meningkat hingga 196,85% antara tahun 2021 dan 2022 [2]. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pupuk yang lebih terjangkau dan berkelanjutan, salah satunya melalui pemanfaatan limbah biomassa organik menjadi pupuk organik cair (POC) [3].

Daun mangga (*Mangifera indica* L.) dan pelepah pisang merupakan limbah biomassa yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Produksi pisang Indonesia mencapai 9,33 juta ton pada tahun 2023, namun pelepahnya hanya menjadi limbah [4]. Pelepah pisang mengandung karbon organik (9,62%), nitrogen (0,46%), dan kalium (0,67%), sedangkan daun mangga mengandung karbon organik (37,59%), nitrogen (1,12%), dan kalium (0,33%) [5]. Kandungan unsur hara tersebut menjadikan keduanya berpotensi sebagai bahan baku POC yang bernilai ekonomis [6].

Proses fermentasi anaerob berbantuan Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan metode yang efektif dalam mengkonversi bahan organik menjadi POC. EM4 mengandung campuran mikroorganisme menguntungkan seperti *Lactobacillus* sp., *Rhodopseudomonas* sp., *Actinomyces* sp., dan ragi yang mampu menguraikan senyawa organik kompleks menjadi unsur hara yang mudah diserap tanaman [7]. Penelitian sebelumnya menggunakan daun api-api dan ketapang menghasilkan C-Organik sebesar 6,20% dan N-total sebesar 0,19%, yang belum memenuhi standar PERMENTAN 2019 yang mensyaratkan C-Organik minimum 10% dan N minimum 0,5% [8]. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji kombinasi daun mangga dan pelepah pisang dengan variasi waktu fermentasi (8, 12 dan 16 hari) dan rasio bahan (1:0,1:1 dan 0:1) untuk menghasilkan POC yang memenuhi standar PERMENTAN 2019 [9].

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol fermentor 15 liter, selang, airlock, beaker glass, gelas ukur, neraca analitik, pH meter, termometer, pisau, plastisin, botol sampel, saringan, dan blender. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun mangga kering dan pelepah pisang yang diperoleh dari lingkungan sekitar, air cucian beras putih dengan rasio beras dan air sebesar 1:4, gula merah, dan Effective Microorganisms 4 (EM4) sebagai bioaktivator.

Preparasi Bahan Baku

Dimulai dengan mengecilkan ukuran kedua bahan utama yaitu limbah batang pisang dan daun mangga dengan cara dipotong kecil-kecil menggunakan pisau. Selanjutnya masing-masing bahan dihaluskan agar luas permukaan bahan menjadi lebih kecil. Persiapan bioaktivator dilakukan dengan melarutkan EM-4 dengan air cucian beras dengan konsentrasi 40 ml per 1 kg bahan, serta penambahan gula merah 40 gram.

Proses Fermentasi

Daun mangga dan pelepah pisang yang sudah dipotong kecil-kecil ditimbang sesuai perbandingan berat bahan dicampurkan dengan air cucian beras, gula merah dan EM-4 dihaluskan menggunakan blender sampai sekecil mungkin. Selanjutnya, bahan yang sudah dihaluskan dilakukan proses fermentasi selama 8, 12 atau 16 hari.

Analisis Kandungan Karbon Metode Spektrofotometri Walkley-Black Modifikasi

Proses pengujian ini dilakukan Environmental Laboratory, Mechanical, and Calibration Mutiara Kebonagung Sidoarjo, Jawa Timur. Metode ini digunakan untuk menentukan kadar karbon dengan cara Karbon organik dalam sampel dioksidasi oleh Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam kuat menggunakan Asam sulfat (H_2SO_4). Sebagian $Cr_2O_7^{2-}$ akan direduksi menjadi Cr^{3+} oleh karbon dalam sampel. Sisa dikromat yang tidak bereaksi kemudian dititrasi menggunakan Ferro ammonium sulfate (FAS) dengan indikator Diphenylamine indikator. Selisih antara dikromat awal dan sisa dikromat digunakan untuk menghitung kadar karbon.

Analisis Kandungan Nitrogen Metode Kjeldahl

Proses pengujian ini dilakukan Environmental Laboratory, Mechanical, and Calibration Mutiara Kebonagung Sidoarjo, Jawa Timur. Metode ini digunakan untuk menentukan kadar nitrogen dengan cara Nitrogen organik dalam sampel diubah menjadi amonium sulfat melalui proses destruksi menggunakan Asam sulfat pekat dengan bantuan katalis. Setelah proses destruksi, larutan dibuat basa menggunakan Natrium hidroksida, sehingga terbentuk gas amonia (NH_3). Amonia kemudian didestilasi dan ditangkap dalam larutan Asam borat, kemudian dititrasi menggunakan Asam klorida standar.

Analisis Kandungan Kalium Metode AAS

Proses pengujian ini dilakukan Environmental Laboratory, Mechanical, and Calibration Mutiara Kebonagung Sidoarjo, Jawa Timur. Metode ini digunakan untuk menentukan kadar kalium dengan cara Kompos dikeringkan (biasanya dalam oven suhu $60-70^\circ C$) hingga berat konstan, lalu dihaluskan dan diayak. Setelah itu dilakukan proses destruksi basah dengan cara Menimbang sejumlah sampel kompos kering (misal 0,5 - 1 gram), dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl/gelas piala, ditambahkan asam kuat (seperti HNO_3 dan $HClO_4$ atau H_2SO_4 dan H_2O_2) dan dipanaskan hingga larutan jernih. Setelah proses destruksi, Hasil destruksi disaring dan diencerkan dengan akuades ke dalam labu ukur (misal 50 mL atau 100 mL) hingga tanda batas, lalu dihomogenkan. Pembuatan Larutan Standar Kalium dengan membuat deret standar

Kalium (K) dengan konsentrasi yang diketahui (misal 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm) menggunakan larutan stok KCl. Larutan standar ini digunakan untuk membuat kurva kalibrasi. Lalu dilakukan pengukuran flame photometer.

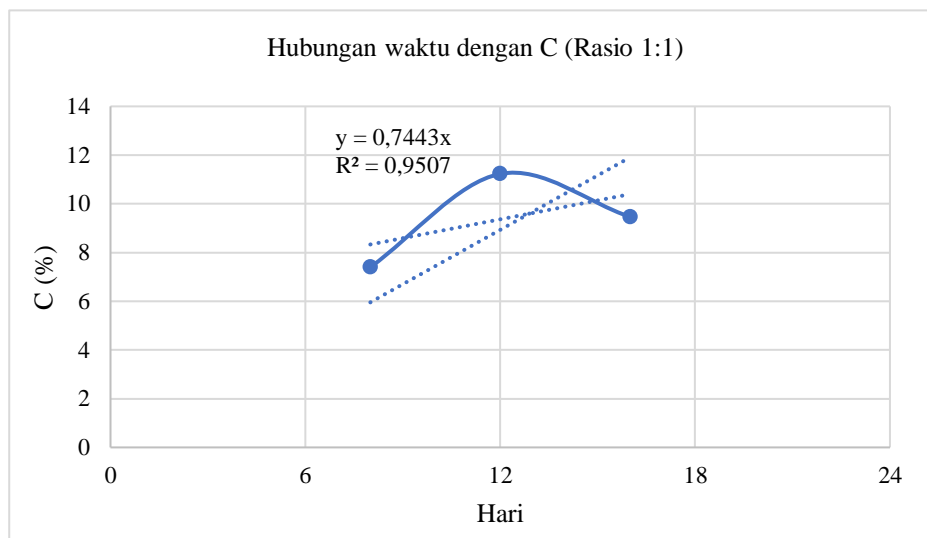
Analisis Kandungan Fosfor Metode Spektrofotometri UV-Vis

Sampel pupuk digerus hingga halus dan homogen. Lalu Timbang sampel pupuk dan masukkan ke dalam gelas kimia atau labu Kjeldahl. Selanjutnya dilakukan proses destruksi dengan menambahkan asam kuat pekat seperti (asam nitrat) dan (asam perklorat) atau (asam sulfat). Lalu panaskan campuran sampel dan asam pada hot plate hingga larutan menjadi jernih (destruksi basah). Dinginkan larutan, saring, dan encerkan dengan akuades ke dalam labu ukur hingga tanda batas. Selanjutnya membuat larutan standar menggunakan Kalium dihidrogen fosfat. Lalu lakukan analisa kimia menggunakan metode kolometri.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kandungan Karbon Dengan Rasio 1:1

Analisis kadar Karbon pupuk multi nutrient menggunakan metode spektrofotometri walkley-black modifikasi pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Karbon Pada Komposisi 1:1

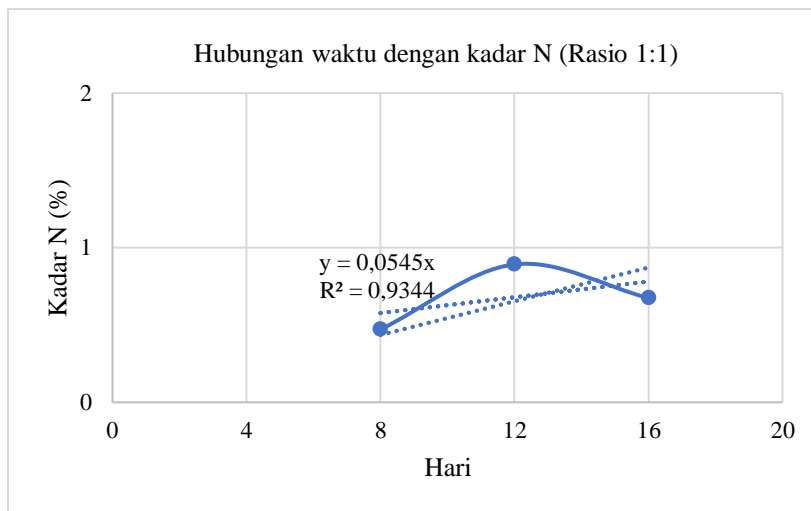
Berdasarkan grafik, kadar C-organik selama fermentasi 16 hari menunjukkan pola peningkatan dari hari ke-8 hingga mencapai puncak pada hari ke-12, kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-16. Peningkatan kadar C-organik pada fase awal fermentasi menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme masih tinggi dan proses penguraian bahan organik berlangsung secara intensif. Pada fase ini, mikroorganisme secara aktif memanfaatkan senyawa organik seperti karbohidrat, protein, dan lipid sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan pembelahan sel.

Setelah mencapai puncak pada hari ke-12, kadar C-organik mulai menurun pada hari ke-16. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan bahan organik yang mudah terurai serta menurunnya aktivitas mikroorganisme akibat memasuki fase stasioner, di mana jumlah mikroorganisme yang tumbuh seimbang dengan yang mati [10]. Selain itu, sebagian karbon digunakan oleh mikroorganisme untuk metabolisme dan dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk gas, seperti CO₂, sehingga menyebabkan kadar C-organik semakin menurun seiring waktu fermentasi.

Nilai C-organik tertinggi diperoleh pada hari ke-12 sebesar 11.229 sedangkan nilai terendah diperoleh pada hari ke-8 sebesar 7.398. Berdasarkan standar PERMENTAN (2019), kadar C-organik minimum untuk pupuk organik cair (POC) adalah ≥10, sehingga perlakuan 12 hari telah memenuhi standar tersebut.

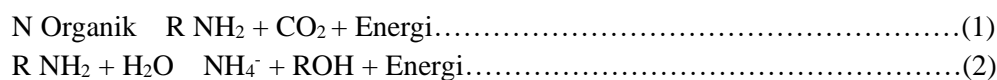
Analisis Kandungan Nitrogen Dengan Rasio 1:1

Analisis kadar Nitrogen pupuk multi nutrient menggunakan metode Kjeldahl pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Nitrogen Pada Komposisi 1:1

Berdasarkan **Gambar 3** kadar N-total selama fermentasi 16 hari, seluruh perlakuan menunjukkan pola yang relatif sama, yaitu mengalami peningkatan dari hari ke-8 hingga mencapai puncak pada hari ke-12, kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-16. Peningkatan kadar nitrogen pada hari ke-8 hingga hari ke-12 mengindikasikan terjadinya fase pertumbuhan eksponensial mikroorganisme, di mana pembelahan sel berlangsung dengan cepat sehingga aktivitas metabolisme meningkat dan berkontribusi terhadap pembentukan senyawa nitrogen. Secara mikrobiologis, peningkatan kadar nitrogen selama fermentasi dipengaruhi oleh proses amonifikasi, yaitu penguraian nitrogen organik menjadi amonium. Proses ini melibatkan tahapan proteolisis dan aminifikasi, di mana protein diuraikan menjadi asam amino, kemudian dikonversi menjadi amonia (NH₃) atau amonium (NH₄⁺) [11]. Reaksi yang terjadi dalam proses tersebut adalah sebagai berikut:

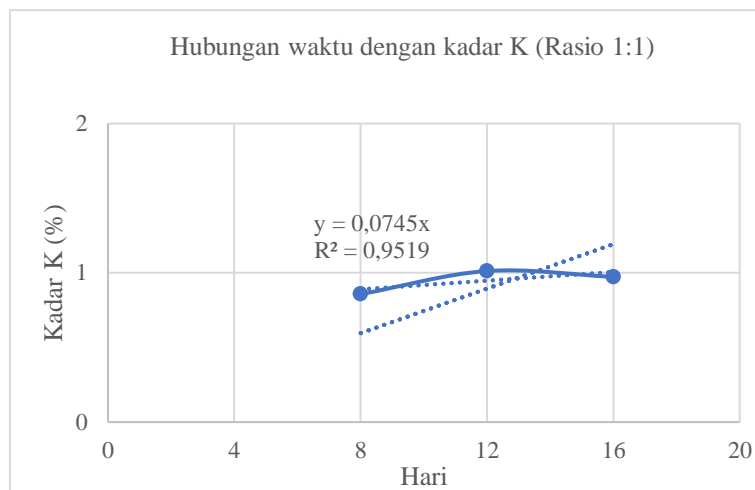


Setelah mencapai puncak pada hari ke-12, kadar nitrogen pada seluruh perlakuan mengalami penurunan hingga hari ke-16. Penurunan ini diduga disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan nutrisi yang mudah diakses, sehingga aktivitas mikroorganisme menurun dan proses pembelahan sel terhenti [10]. Selain itu, kehilangan nitrogen juga dapat terjadi akibat kondisi fisik bahan, seperti pori-pori kompos yang terlalu besar sehingga nitrogen yang terbentuk mudah terlepas ke udara dalam bentuk gas [12].

Nilai nitrogen tertinggi diperoleh pada perlakuan pada hari ke-12 sebesar 0,892, sedangkan nilai terendah diperoleh pada hari ke-8 sebesar 0,471. Berdasarkan standar PERMENTAN (2019), kadar nitrogen minimum untuk pupuk organik cair (POC) adalah 0,50. Hal ini menunjukkan perlakuan 12 hari dan 16 hari sudah memenuhi syarat.

Analisis Kandungan Kalium Dengan Rasio 1:1

Analisis kadar Kalium pupuk multi nutrient menggunakan metode AAS pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 4**. Analisis K₂O selama fermentasi 16 hari menunjukkan adanya perubahan kadar kalium pada setiap perlakuan. Berdasarkan grafik, kadar kalium mengalami peningkatan pada hari ke-8 hingga mencapai puncaknya pada hari ke-12, kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-16. Peningkatan kadar kalium terjadi saat mikroorganisme tersebut tumbuh dan membelah pada kecepatan maksimum sehingga aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan senyawa organik menjadi unsur kalium mengalami peningkatan dan mempengaruhi kenaikan kadar kalium [13].

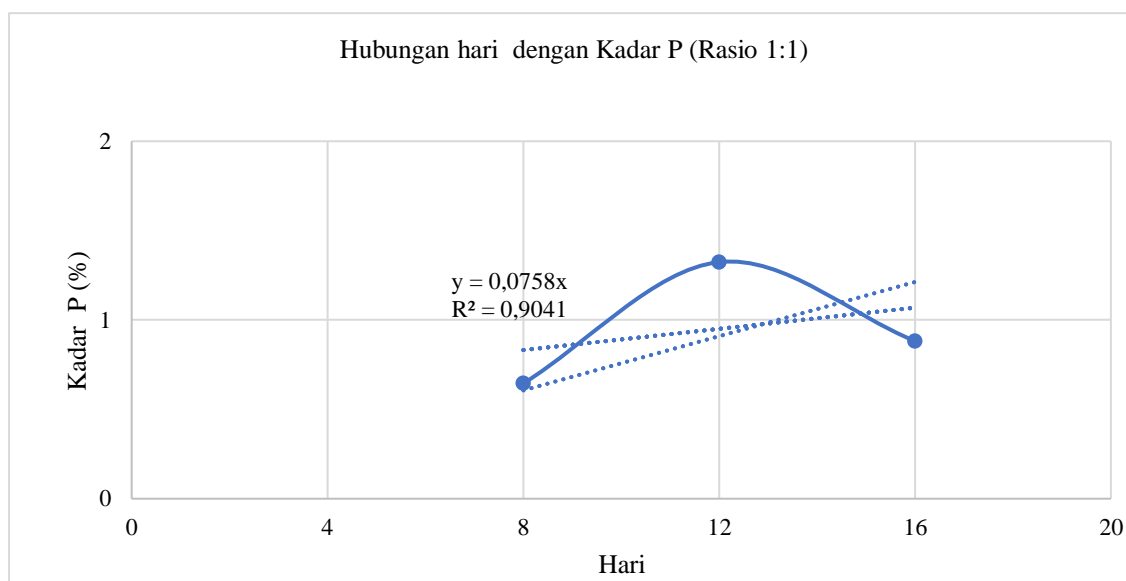


Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Kalium Pada Komposisi 1:1

Setelah mencapai puncak pada hari ke-12, kadar kalium mulai mengalami penurunan hingga hari ke-16. Penurunan ini diduga disebabkan oleh mikroorganisme yang telah memasuki fase stasioner, yaitu kondisi di mana jumlah mikroorganisme yang tumbuh seimbang dengan yang mati, sehingga aktivitas dekomposisi menurun [10]. Selain itu, berkurangnya ketersediaan substrat yang mudah terurai juga turut mempengaruhi penurunan kadar kalium selama fermentasi berlangsung. Nilai kalium tertinggi diperoleh pada hari ke-12 sebesar 1.012, sedangkan nilai terendah diperoleh pada hari ke-8 dengan rasio 1:0 sebesar 0,857.

Analisis Kandungan Fosfor Dengan Rasio 1:1

Analisis kadar fosfor pupuk multi nutrient menggunakan metode Spektrofotometri UV Vis pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 5**.



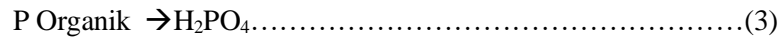
Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Fosfor Pada Komposisi 1:1

Analisis P_2O_5 selama fermentasi 16 hari menunjukkan adanya perubahan kadar fosfor pada setiap perlakuan. Berdasarkan grafik, kadar fosfor mengalami peningkatan pada hari ke-8 hingga hari ke-12, kemudian menurun hingga hari ke-16. Peningkatan pada awal fermentasi ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme masih tinggi dan ketersediaan nutrisi dalam bahan masih mencukupi, sehingga proses pelarutan fosfor berlangsung secara optimal.

Keberadaan mikroorganisme pelarut fosfat dalam aktivator EM4 berperan dalam melarutkan fosfor yang terikat dalam bahan organik menjadi bentuk yang lebih tersedia, sehingga kadar fosfor dalam pupuk organik cair (POC) meningkat [15]. Mikroorganisme ini menghasilkan asam organik yang mampu mengubah fosfor tidak larut menjadi bentuk larut yang dapat terdeteksi sebagai P_2O_5 . Namun, pada hari ke-12 hingga hari ke-16 terjadi penurunan kadar fosfor.

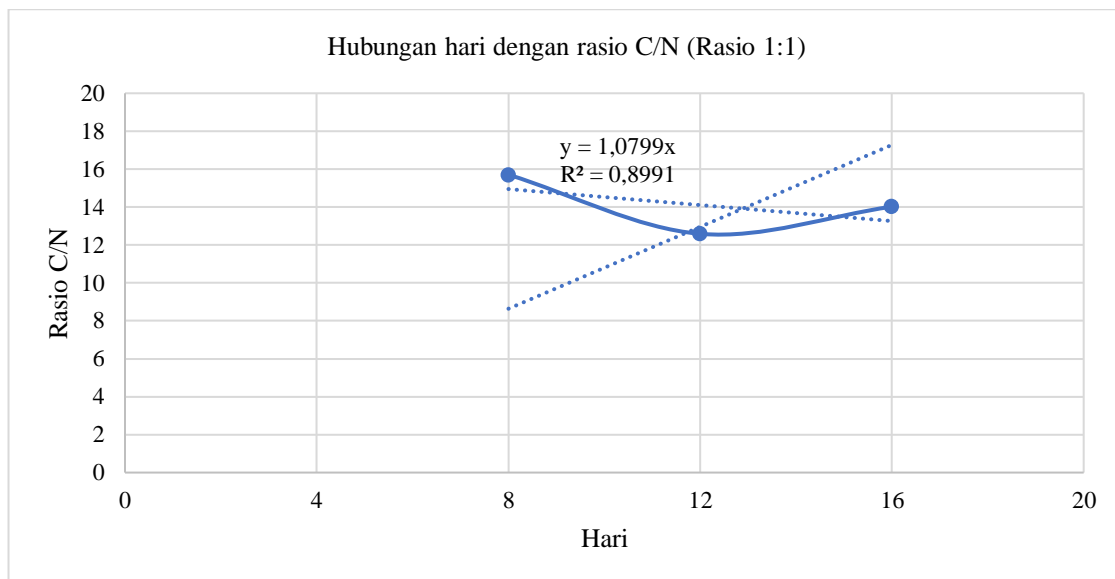
Penurunan ini diduga disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan nutrisi serta menurunnya aktivitas mikroorganisme seiring dengan berlangsungnya fermentasi [14]. Selain itu, menurut [16], penurunan kadar fosfor juga dapat terjadi karena mikroorganisme pelarut fosfat telah mencapai fase stasioner atau mengalami penurunan aktivitas, sehingga kemampuan melarutkan fosfor menjadi berkurang. Nilai fosfor tertinggi diperoleh pada hari ke-12 sebesar 1.324, sedangkan nilai terendah diperoleh pada hari ke-8 sebesar 0.645.

Secara biokimia, fosfor organik dalam bahan akan mengalami transformasi menjadi bentuk ortofosfat yang larut, seperti dihidrogen fosfat ($H_2PO_4^-$), selama proses fermentasi. Transformasi ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan enzim dan asam organik yang mendukung proses mineralisasi fosfor [17]. Reaksi yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut:



Analisis Rasio C/N Dengan Rasio 1:1

Analisis rasio C/N pupuk multi nutrient pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Rasio C/N Pada Komposisi 1:1

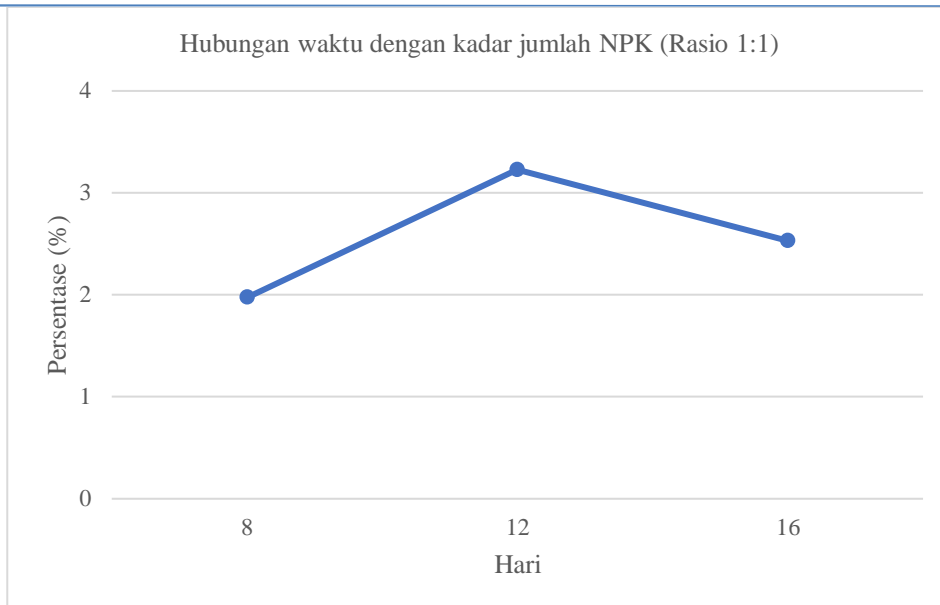
Rasio C/N menunjukkan bahwa kandungan karbon dalam bahan kompos masih relatif tinggi, sehingga ketersediaan energi bagi mikroorganisme juga melimpah [18]. Berdasarkan hasil analisis, rasio C/N selama proses fermentasi mengalami peningkatan dan mencapai nilai puncak pada hari ke-8. Hal ini disebabkan oleh kadar nitrogen setelah hari ke-8 memiliki nilai yang cukup kecil sehingga nilai perbandingan C terhadap N menjadi semakin besar.

Nilai rasio C/N yang diperoleh tergolong tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa kandungan C-organik dan nitrogen belum memenuhi keseimbangan yang optimal sesuai standar pengomposan. Selain itu, tingginya rasio C/N juga dipengaruhi oleh dominasi kandungan C-organik dibandingkan nitrogen, mengingat mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen untuk sintesis protein [10]. Nilai rasio C/N tertinggi diperoleh pada hari ke-8 sebesar 15.707. Sementara itu, nilai terendah diperoleh pada hari ke-12 sebesar 12.588.

Analisis Unsur Hara makro Dengan Rasio 1:1

Analisis Unsur hara makro pupuk multi nutrient pada komposisi 1:1 yang ditunjukkan dalam **Gambar 7**. Gambar ini menunjukkan bahwa kadar unsur hara makro (N, P, dan K) mengalami peningkatan dari hari ke-8 hingga hari ke-12. Peningkatan ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik selama proses fermentasi. Perubahan kadar nitrogen pada setiap perlakuan tidak sama, yang disebabkan oleh perbedaan kecepatan mikroba dalam mendegradasi bahan fermentasi [19].

Kandungan fosfor dipengaruhi oleh tingkat keasaman (pH) larutan, di mana keasaman cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi hingga mencapai kondisi tertentu. Sementara itu, kalium berperan sebagai katalisator yang mendukung aktivitas mikroorganisme dalam mempercepat proses fermentasi. Semakin cepat proses fermentasi berlangsung, semakin banyak bahan organik yang terurai sehingga kadar kalium dalam pupuk organik cair dapat meningkat [20].

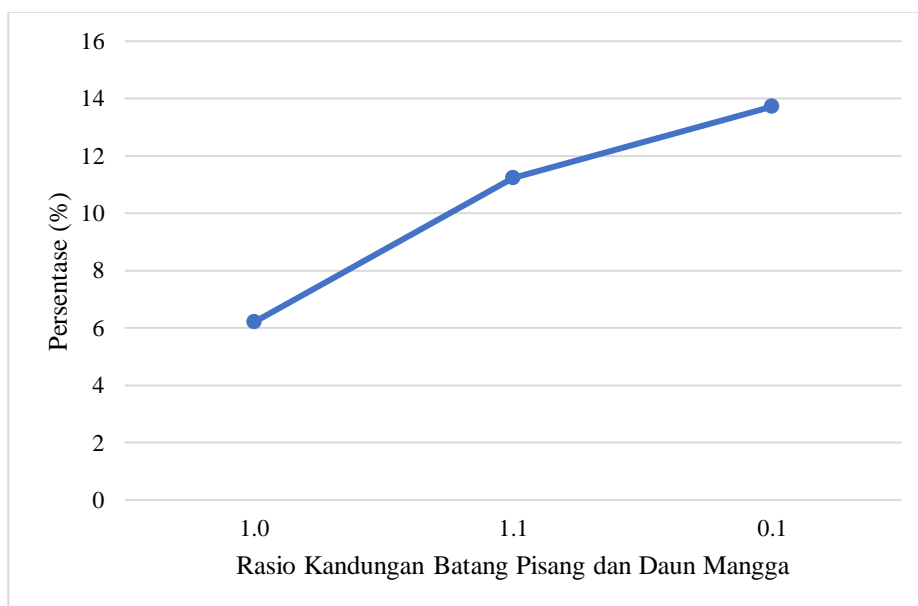


Gambar 7. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap unsur hara makro Pada Komposisi 1:1

Setelah mencapai puncak pada hari ke-12, kadar unsur hara makro mengalami penurunan pada hari ke-16. Penurunan ini disebabkan oleh pemanfaatan unsur hara oleh mikroorganisme selama proses dekomposisi bahan organik, sehingga kandungan N, P, dan K dalam pupuk organik cair berkurang [19]. Nilai rasio unsur hara makro tertinggi diperoleh pada hari ke-12 sebesar 3.228. Sementara itu, nilai terendah diperoleh pada hari ke-8 sebesar 1.973.

Analisis Kandungan Karbon pada 12 hari

Analisis kadar Karbon pupuk multi nutrient menggunakan metode spektrofotometri walkley-black modifikasi pada 12 hari yang ditunjukkan dalam **Gambar 8**.

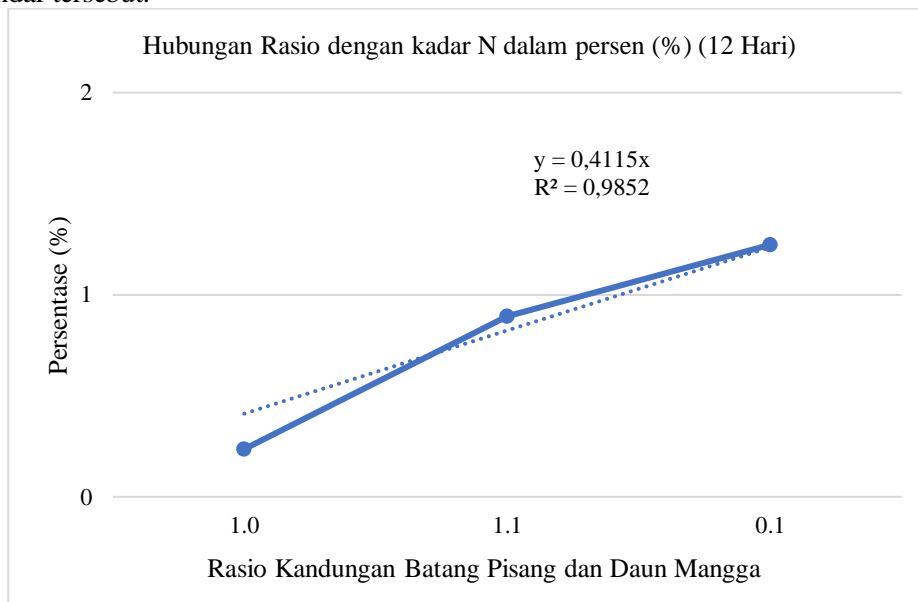


Gambar 8. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap Kadar Karbon Pada 12 hari

Berdasarkan grafik, kadar C-organik selama fermentasi 12 hari menunjukkan pola peningkatan dari komposisi 1:0 hingga mencapai puncak pada komposisi bahan 0:1. Peningkatan kadar C-organik ini menunjukkan kandungan karbon daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Hal ini sesuai dengan penelitian [5], bahwa kandungan karbon daun mangga lebih besar dari batang pisang Nilai C-organik tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 0:1 sebesar 13.718, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 1:0 sebesar 6.206. Berdasarkan standar PERMENTAN (2019), kadar C-organik minimum untuk pupuk organik cair (POC) adalah ≥ 10 , sehingga komposisi 0:1 telah memenuhi standar tersebut.

Analisis Kandungan Nitrogen pada 12 hari

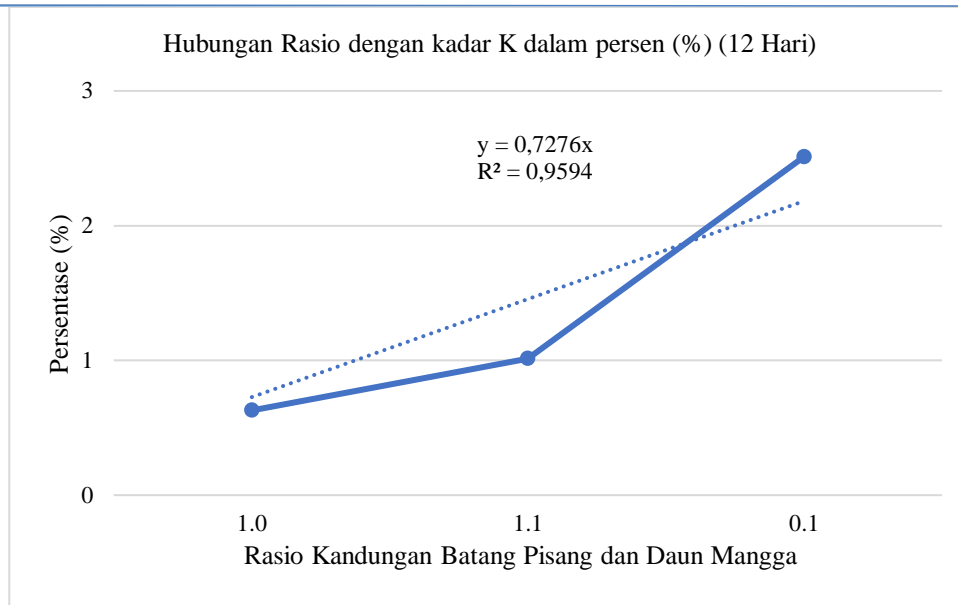
Analisis kadar nitrogen pupuk multi nutrient kjeldahl pada 12 hari yang ditunjukkan **Gambar 9**. Berdasarkan grafik, kadar nitrogen selama fermentasi 12 hari menunjukkan pola peningkatan dari komposisi 1:0 hingga mencapai puncak pada komposisi bahan 0:1. Peningkatan kadar kalium ini menunjukkan kandungan nitrogen daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Hal ini sesuai dengan penelitian [5], bahwa kandungan kalium daun mangga lebih besar dari batang pisang Nilai nitrogen tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 0:1 sebesar 1.247, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 1:0 sebesar 0.236 dan komposisi 1:1 sebesar 0.892. Berdasarkan standar PERMENTAN (2019), kadar nitrogen minimum untuk pupuk organik cair (POC) adalah 0.5, sehingga komposisi 0:1 dan 1:1 telah memenuhi standar tersebut.



Gambar 9. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap Kadar Nitrogen Pada 12 hari

Analisis Kandungan Kalium pada 12 hari

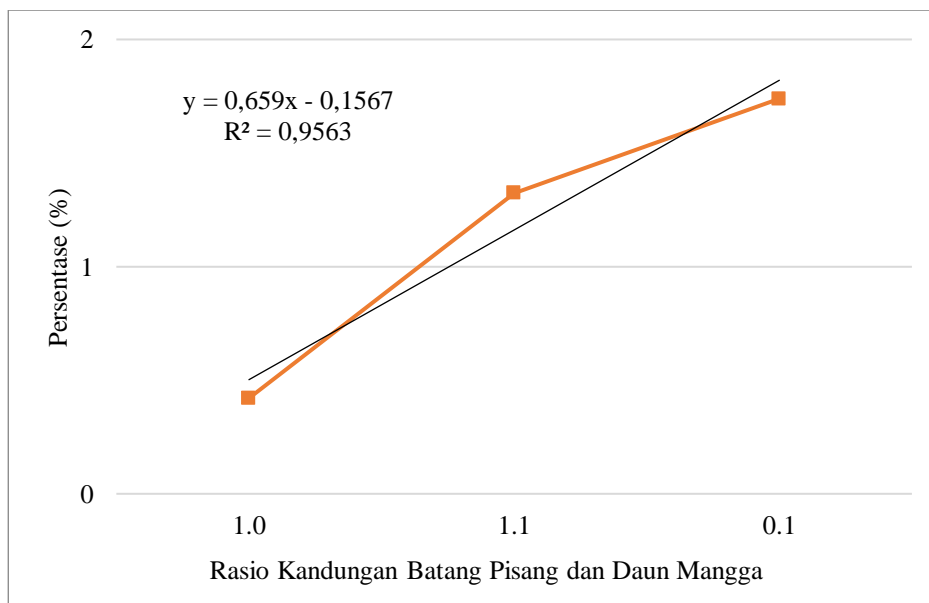
Analisis kadar kalium pupuk multi nutrient menggunakan AAS pada 12 hari yang ditunjukkan dalam **Gambar 10**. Berdasarkan grafik, kadar kalium selama fermentasi 12 hari menunjukkan pola peningkatan dari komposisi 1:0 hingga mencapai puncak pada komposisi bahan 0:1. Peningkatan kadar kalium ini menunjukkan kandungan kalium daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Hal ini belum sesuai dengan penelitian [5], bahwa kandungan kalium daun mangga lebih kecil dari batang pisang. Nilai kalium tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 0:1 sebesar 2.511, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 1:0 sebesar 0.629.



Gambar 10. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap Kadar Kalium Pada 12 hari

Analisis Kandungan Fosfor pada 12 hari

Analisis kadar fosfor pupuk multi nutrient menggunakan Spektrofotometri UV Vis pada 12 hari yang ditunjukkan dalam **Gambar 11**. Berdasarkan grafik, kadar fosfor selama fermentasi 12 hari menunjukkan pola peningkatan dari komposisi 1:0 hingga mencapai puncak pada komposisi bahan 0:1. Peningkatan kadar fosfor ini menunjukkan kandungan fosfor daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Hal ini belum sesuai dengan penelitian [5], bahwa kandungan fosfor daun mangga lebih kecil dari batang pisang. Nilai fosfor tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 0:1 sebesar 1.739, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 1:0 sebesar 0,421.

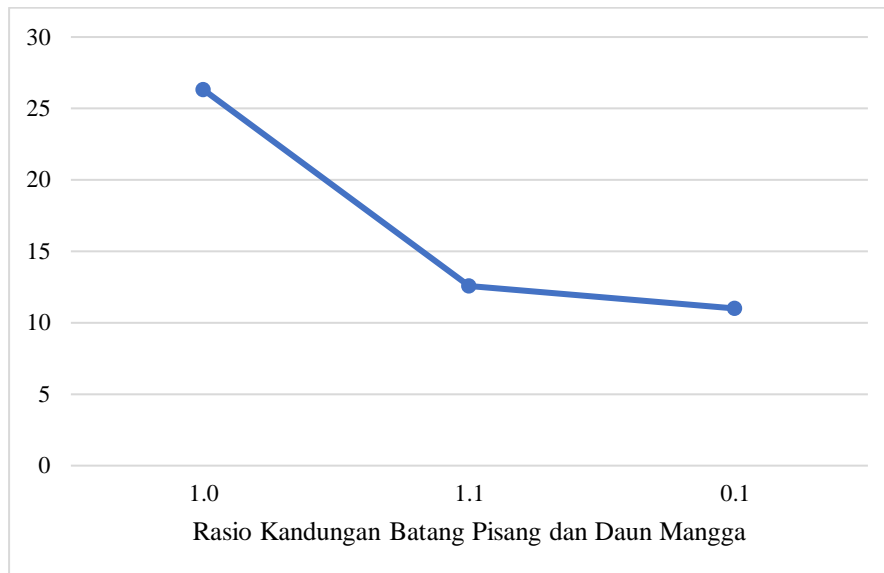


Gambar 11. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap Kadar Fosfor Pada 12 hari

Analisis Rasio C/N pada 12 hari

Analisis rasio C/N pupuk multi nutrient pada 12 hari yang ditunjukkan dalam **Gambar 12**. Berdasarkan grafik, Rasio C/N selama fermentasi 12 hari menunjukkan pola penurunan dari komposisi bahan 1:0 hingga komposisi bahan 0:1. Peningkatan Rasio C/N ini menunjukkan kandungan Rasio C/N daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Hal ini belum sesuai dengan penelitian [5], bahwa

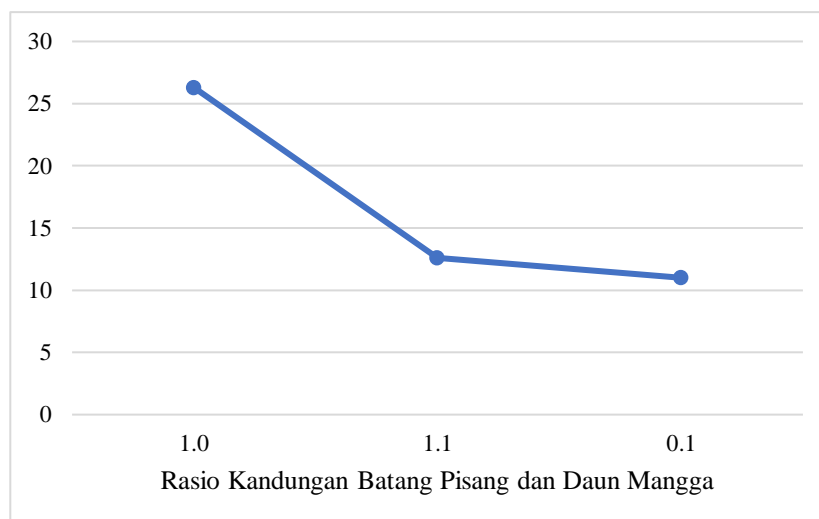
kandungan Rasio C/N daun mangga lebih besar dari batang pisang. Hal ini dikarenakan oleh kadar nitrogen batang pisang memiliki nilai yang cukup kecil sehingga nilai perbandingan C terhadap N menjadi semakin besar. Nilai Rasio C/N tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 1:0 sebesar 26,29, sedangkan nilai sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 0:1 sebesar 11,0008.



Gambar 12. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap Rasio C/N Pada 12 hari

Analisis Unsur Hara makro pada 12 hari

Analisis unsur hara makro pupuk multi nutrient pada 12 hari yang ditunjukkan dalam **Gambar 13**. Berdasarkan grafik, unsur hara makro selama fermentasi 12 hari menunjukkan kenaikan dari komposisi 1:0 hingga mencapai puncak komposisi bahan 0:1. Peningkatan unsur hara makro ini menunjukkan kandungan unsur hara makro daun mangga lebih besar dibandingkan batang pisang. Nilai unsur hara makro tertinggi diperoleh pada komposisi bahan 0:1 sebesar 5.497, sedangkan nilai sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 1:0 sebesar 1,286.



Gambar 13. Grafik Hubungan rasio bahan Fermentasi Terhadap unsur hara makro Pada 12 hari

4. Kesimpulan

Dari hasil proses fermentasi menunjukkan keberhasilan dalam memenuhi standar KEMENTAN pada hari ke-12 dengan N-total sebesar 0,892%, kadar C-Organik sebesar 11,229%, Rasio C/N sebesar 12.5886% dan unsur hara makro sebesar 3,228. Selama proses fermentasi menunjukkan penurunan di hari ke-16. Hal

ini menunjukkan bahwa pada proses fermentasi daun mangga dan pelepah pisang titik optimum berada di hari ke-12. Ini disebabkan oleh setelah titik optimum kadar unsur hara mengalami penurunan, proses penurunan dikarenakan kandungan nitrogen yang sebagai sumber makanan utama bagi mikroorganisme lebih mudah terlepas ke udara dalam bentuk gas, sehingga kadar nitrogen cepat berkurang di hari ke-16 sebesar 0.675.

5. Saran

Penulis menyarankan untuk melakukan evaluasi terhadap temperatur selama proses fermentasi. Agar dapat lebih memantau aktivitas mikroorganisme pengurai berjalan secara stabil selama proses fermentasi dan memantau tingkat kematangan pupuk organik cair

6. Referensi

- [1] M. Sarwani, J. Mulyono, and S. G. Irianto, "Krisis Pupuk Dunia Dan Dampaknya Bagi Indonesia," *J. Anal. Kebijak.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–47, 2023.
- [2] S. N. Amrin, S. Hadi, and C. Cepriadi, "Dampak Kenaikan Harga Pupuk terhadap Penggunaannya pada Usahatani Cabai Keriting di Kota Pekanbaru," *JIA (Jurnal Ilm. Agribisnis) J. Agribisnis dan Ilmu Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 8, no. 6, pp. 507–514, 2023.
- [3] S. Darma, S. Ramayana, and B. Suprianto, "Investigasi Kandungan C Organik , N , P , K dan C / N ratio Daun Tanaman Buah Untuk Bahan Pupuk Organik Investigation of Organic C , N , P , K and C / N ratio of Fruit Plant Leaves to Organic Fertilizer Materials," vol. 3, pp. 12–18, 2020.
- [4] S. Darma, S. Ramayana, Sadaruddin, and B. Suprianto, "Investigasi Kandungan C Organik, N, P, K dan C/N Ratio Daun Tanaman Buah Untuk Bahan Pupuk Organik," *J. Agroekoteknologi Trop. Lembab*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2020.
- [5] Mukarlina, R. Linda, and S. D. B. Ginting, "Kandungan Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Serasah Tumbuhan Api-Api (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) dan Ketapang (*Terminalia catappa* Linn.)," vol. 47, pp. 418–424, 2022.
- [6] R. Putri, A. Muarif, I. Kamar, N. Sylvia, and A. Yosi, "Sayuran Dan Limbah Cair Tahu Dengan Bioaktivator EM4," *Chem. Eng. J. Storage*, vol. 4, no. 4, pp. 500–512, 2024.
- [7] C. Wang *et al.*, "Soil gross N ammonification and nitrification from tropical to temperate forests in eastern China," *Funct. Ecol.*, no. November 2017, pp. 83–94, 2018, doi: 10.1111/1365-2435.13024.
- [8] D. A. P. Sari, D. Taniwiryono, R. Andreina, P. Nursetyowati, and D. S. Irawan, "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bantuan Larva Black Soldier Fly (BSF)," *Agro Bali Agric. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 102–112, 2022.
- [9] N. N. Maghfirani, N. A. Novitrie, V. Setiani, and I. Lesmana, "Analisis Variasi Bahan terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair (POC) Dari Sisa Makanan Analysis of Material Variations to Fertilizer Organic Liquid From Food Waste," vol. 6, no. 2, pp. 81–90, 2024.
- [10] M. A. Kusumadewi, A. Suyanto, and B. Suwerda, "Kandungan Nitrogen , Phosphor , Kalium , dan pH Pupuk Organik Cair dari Sampah Buah Pasar Berdasarkan Variasi Waktu," vol. 11, no. 2, pp. 92–99, 2019.
- [11] L. Muliati, R. Maelani, and S. Nur, "Determination of Optimal Fermentation Time in the Production of Liquid Organic Fertilizer from Tempe Liquid Waste with the Addition of Banana Peels," vol. 7, no. 01, pp. 193–202, 2025.
- [12] D. Widyabudiningsih *et al.*, "Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi," *IJCA (Indonesian J. Chem. Anal.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–39, 2021, doi: 10.20885/ijca.vol4.iss1.art4.
- [13] R. D. M. Simanungkalit, D. A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik, and B. Penelitian, "Pupuk organik dan pupuk hayati," 2006.
- [14] R. Syafri and D. S. Chairil, "Industri Keripik Nenas Dan Nangka Desa Kualu Nenas Dengan," *J. Phot.*, vol. 8, no. 1, pp. 4–9, 2017.
- [15] I. Saputri, P. Studi, T. Pengolahan, H. Bumi, P. Palu, and K. Kunci, "Analisis NPK Pupuk Organik Cair Dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi Yang Berbeda," vol. 11, no. 1, pp. 36–42, 2021.