

Sintesis Pupuk Organik Dari Kotoran Sapi dan Ampas Kopi Menggunakan Bioaktivator Promi Dengan Metode Fermentasi Anaerob

Dea Vanny Pratiwi*, Aldo Yehezkiel Siregar, Suprihatin

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

*Koresponden email: 22031010074@student.upnjatim.ac.id

Diterima: 14 April 2026

Disetujui: 23 April 2026

Abstract

Cow manure and coffee grounds are agricultural and livestock wastes that possess significant potential as raw materials for organic fertilizer due to their high content of macro-nutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). This study aims to synthesize organic fertilizer from cow manure and coffee grounds and to evaluate the effects of coffee grounds dosage and anaerobic fermentation duration on the C/N ratio in order to determine the optimum process conditions in accordance with SNI 19-7030-2004. The fermentation process was conducted anaerobically using PROMI bioactivator, which contains microbes such as *Trichoderma harzianum*, *Pseudokoningii*, and *Aspergillus sp.* to accelerate organic matter decomposition. Variations in coffee grounds concentration of 13%, 16%, 19%, 22%, and 25% were applied with fermentation durations of 3, 6, 9, 12, and 15 days. Organic carbon (C) and total nitrogen (N) content were determined using spectrophotometry, while pH levels were monitored to ensure fertilizer quality. The results indicated that both the amount of coffee grounds and the fermentation time significantly affected the levels of organic C, total N, and the C/N ratio. The optimum condition was achieved with a 25% coffee grounds concentration and a 3-day fermentation period, resulting in a C/N ratio of 16.36, phosphorus content of 0.39%, and potassium content of 1.75%. All parameters at this condition met the SNI 19-7030-2004 quality standards, indicating that the fertilizer is mature and suitable for use.

Keywords: cow manure, coffee grounds, promi bioactivator, anaerobic fermentation, organic fertilizer

Abstrak

Kotoran sapi dan ampas kopi merupakan limbah pertanian dan peternakan yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku pupuk organik karena kaya akan nutrisi makro seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Penelitian ini bertujuan untuk menyintesis pupuk organik dari kotoran sapi dan ampas kopi serta mengevaluasi pengaruh jumlah ampas kopi dan durasi fermentasi anaerob terhadap rasio C/N guna menentukan kondisi proses yang optimum sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Proses fermentasi dilakukan secara anaerob menggunakan bioaktivator PROMI yang mengandung mikroba *Trichoderma harzianum*, *Pseudokoningii*, dan *Aspergillus sp.* untuk mempercepat dekomposisi bahan organik. Variasi konsentrasi ampas kopi yang digunakan adalah 13%, 16%, 19%, 22%, dan 25% dengan durasi fermentasi selama 3, 6, 9, 12, dan 15 hari. Kadar karbon (C) organik dan nitrogen (N) total diuji menggunakan metode spektrofotometri, sementara nilai pH dipantau untuk memastikan kualitas pupuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik jumlah ampas kopi maupun waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap perubahan kadar C-organik, N-total, dan rasio C/N. Kondisi optimum dicapai pada variasi ampas kopi 25% dengan waktu fermentasi 3 hari, yang menghasilkan rasio C/N sebesar 16,36, kadar fosfor 0,39%, dan kadar kalium 1,75%. Semua parameter pada kondisi tersebut telah memenuhi standar mutu SNI 19-7030-2004, menandakan pupuk telah matang dan layak digunakan.

Kata Kunci: kotoran sapi, ampas kopi, bioaktivator promi, fermentasi anaerob, pupuk organik

1. Pendahuluan

Sektor peternakan merupakan salah satu pilar ekonomi di Indonesia, dengan populasi sapi yang mencapai 17,2 juta ekor pada tahun 2021 [1]. Namun, pertumbuhan populasi ini membawa tantangan lingkungan yang serius akibat akumulasi limbah kotoran sapi yang mencapai ratusan ribu ton per hari. Limbah kotoran sapi yang dibiarkan menumpuk tanpa pengelolaan yang tepat dapat menyebabkan polusi air, tanah, serta menjadi sumber emisi gas rumah kaca, khususnya metana (CH₄), yang memiliki potensi pemanasan global lebih tinggi daripada karbon dioksida [2]. Meskipun demikian, kotoran sapi memiliki

potensi besar untuk dikonversi menjadi pupuk organik karena kandungan hara esensialnya, yaitu nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K), yang krusial bagi kesuburan tanah dan produktivitas tanaman [3].

Untuk meningkatkan nilai hara dan kualitas fisik pupuk organik, integrasi limbah lain seperti ampas kopi menjadi inovasi yang menjanjikan. Sebagai limbah dari industri minuman yang masif, ampas kopi mengandung nitrogen sebesar 2,28% serta mineral pendukung seperti magnesium, sulfur, dan kalsium yang dapat melengkapi kekurangan nutrisi pada kotoran sapi murni [4]. Pemanfaatan kombinasi kedua limbah ini tidak hanya berfungsi sebagai upaya mitigasi limbah (*waste-to-wealth*), tetapi juga mendukung keberlanjutan sektor pertanian melalui penyediaan pupuk hara lengkap yang lebih ramah lingkungan dibandingkan pupuk kimia sintesis [5]. Salah satu kendala utama dalam pembuatan pupuk organik adalah durasi pengomposan yang lama jika dilakukan secara alami. Oleh karena itu, percepatan dekomposisi dilakukan dengan menambahkan bioaktivator PROMI (*Promoting Microbes*). PROMI mengandung konsorsium mikroba unggul seperti *Trichoderma harzianum*, *Pseudokoningii*, dan *Aspergillus sp.* yang berperan aktif dalam merombak rantai karbon kompleks dan memfiksasi nitrogen [6]. Metode fermentasi anaerob dipilih karena mampu mempertahankan kandungan nitrogen dengan lebih baik dibandingkan metode aerob, sekaligus meminimalisir bau selama proses berlangsung [7]. Parameter keberhasilan fermentasi ini diukur melalui rasio C/N, yang menjadi indikator tingkat kematangan dan stabilitas pupuk. Bahan organik yang belum matang dengan rasio C/N tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman karena terjadinya kompetisi nitrogen di dalam tanah. Oleh karena itu, fermentasi bertujuan menurunkan rasio C/N hingga mencapai standar tanah atau di bawah 20 sesuai dengan kriteria SNI 19-7030-2004 [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi terbaik dalam sintesis pupuk organik dari campuran limbah kotoran sapi dan ampas kopi melalui metode fermentasi anaerob dengan bantuan bioaktivator PROMI. Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi jumlah penambahan ampas kopi dan durasi waktu fermentasi terhadap karakteristik kimia pupuk yang dihasilkan, khususnya kadar karbon (C-organik), nitrogen (N-total), serta rasio C/N. Selain itu, dilakukan pemantauan terhadap perubahan nilai pH selama proses berlangsung untuk memastikan aktivitas mikroorganisme berjalan optimal. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan parameter operasional yang tepat untuk menghasilkan pupuk organik berkualitas yang memenuhi standar mutu nasional sesuai SNI 19-7030-2004

2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan gelas laboratorium, neraca analitik, termometer, pengaduk, ayakan, dan wadah fermentasi (ember) yang dimodifikasi dengan selang pembuangan gas untuk kondisi anaerob, yang tersedia di Laboratorium Teknologi Bahan Alam, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Bahan yang digunakan meliputi kotoran sapi yang diperoleh dari peternakan di kawasan Wonocolo, Surabaya, dan limbah ampas kopi yang diperoleh dari beberapa kedai kopi di sekitar Gunung Anyar, Surabaya. Bioaktivator PROMI (*Promoting Microbes*) yang mengandung mikroba *Trichoderma harzianum*, *Pseudokoningii*, dan *Aspergillus sp.* digunakan sebagai agen pengurai yang diperoleh dari penyedia sarana pertanian.

Analisis Bahan Baku Kotoran Sapi dan Ampas Kopi

Analisis bahan baku dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Mekanis Dan Kalibrasi Kebonagung H-13 Mutiara Sukodono, Sidoarjo. Analisis bahan baku ini meliputi Kotoran sapi dibersihkan dari pengotor, dikeringkan di bawah sinar matahari, dan dihaluskan kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Ampas kopi disiapkan sesuai dengan kebutuhan variabel penelitian. Larutan bioaktivator dibuat dengan melarutkan 100 gram bubuk PROMI ke dalam 10 liter air, kemudian didiamkan sejenak untuk mengaktifkan mikroba pengurai sebelum dicampurkan ke dalam bahan baku utama.

Pengaruh Massa Ampas Kopi dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar N-Total

Kadar C-Organik dianalisis untuk melihat tingkat degradasi bahan organik selama proses fermentasi. Pengukuran dilakukan dengan metode spektrofotometri pada setiap variabel sampel. Selama proses fermentasi anaerob, mikroba menggunakan karbon sebagai sumber energi untuk aktivitas metabolisme, sehingga terjadi penurunan kadar C-Organik seiring dengan bertambahnya lama waktu fermentasi. Penurunan ini berbanding lurus dengan efektivitas bioaktivator PROMI dalam merombak rantai karbon kompleks pada kotoran sapi dan ampas kopi menjadi senyawa organik yang lebih stabil.

Dinamika Perubahan pH Selama Proses Fermentasi

Setiap sampel pada variasi tersebut dilakukan pengecekan pH secara berkala menggunakan pH meter untuk memantau stabilitas lingkungan fermentor. Pengukuran pH menunjukkan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroba anaerob fakultatif. Perubahan pH awal media fermentasi dikontrol agar tetap mendukung aktivitas *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus sp.* dalam mendekomposisi substrat. Penurunan atau kenaikan pH yang terpantau merupakan indikator terjadinya proses biokimia yang mengubah material organik menjadi pupuk matang yang siap diaplikasikan ke tanah.

Proses Fermentasi Anaerob

Proses fermentasi dilakukan dengan mengombinasikan kotoran sapi dan ampas kopi dalam suatu sistem reaksi anaerob. Variasi massa ampas kopi yang digunakan adalah 13%, 16%, 19%, 22%, dan 25% dari total berat bahan baku, sedangkan variasi lama waktu fermentasi adalah 3, 6, 9, 12, dan 15 hari. Tahap pertama fermentasi dilakukan dengan mencampur kotoran sapi dan ampas kopi sesuai variabel, lalu ditambahkan larutan bioaktivator PROMI hingga mencapai kelembapan yang diinginkan. Campuran kemudian dimasukkan ke dalam wadah ember fermentor yang dimodifikasi. Langkah kedua adalah pengaturan kondisi lingkungan, di mana wadah ditutup rapat menggunakan plastik penutup untuk mendukung kondisi anaerob. Selang pembuangan gas dipasang pada tutup wadah untuk mengeluarkan gas hasil samping fermentasi tanpa membiarkan oksigen masuk. Media fermentasi sebanyak 25 sampel tersebut diletakkan pada suhu ruang dan dilakukan pemantauan suhu serta pengadukan secara berkala untuk menjaga homogenitas proses dekomposisi.

Analisis Rasio C/N dan Kualitas Unsur Hara (P dan K)

Kualitas pupuk organik ditentukan oleh rasio C/N yang mencerminkan tingkat kematangan bahan. Perhitungan rasio C/N dilakukan dengan membandingkan nilai %C-Organik dan %N-Total untuk memastikan produk memenuhi kriteria SNI 19-7030-2004, yaitu di bawah 20. Selain itu, pada variabel terbaik dilakukan uji kadar Fosfor (P) dan Kalium (K) menggunakan metode analisis spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara massa ampas kopi dan lama waktu fermentasi secara signifikan menurunkan rasio C/N bahan baku asli menjadi setara dengan C/N tanah, yang menandakan pupuk telah matang dan stabil. Nilai rasio C/N kemudian dihitung dengan membandingkan hasil kadar C-Organik terhadap N-Total menggunakan rumus [9]:

$$\text{Rasio C/N} = \frac{\% \text{ C Organik}}{\% \text{ N Total}}$$

Keterangan Rumus :

% C Organik = Konsentrasi Karbon

% N Total = Konsentrasi Nitrogen

Analisis Signifikansi Massa Ampas Kopi dan Lama Waktu Fermentasi

Data kadar nitrogen (N), karbon (C), dan rasio C/N yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan metode Spektrofotometri untuk mengetahui pengaruh massa ampas kopi dan lama waktu fermentasi terhadap kualitas pupuk organik. Analisis ini digunakan untuk menentukan signifikansi pengaruh kedua variabel serta kondisi terbaik dalam proses sintesis pupuk organik dari kotoran sapi dan ampas kopi. Hasil analisis ini memberikan dasar ilmiah mengenai efisiensi penambahan limbah industri kopi terhadap peningkatan mutu hara pada limbah peternakan [9].

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Bahan Baku

Langkah awal penelitian dimulai dengan menganalisis kandungan Nitrogen (N) dan Karbon (C) pada bahan baku asli. Ampas kopi yang digunakan memiliki kandungan nitrogen sebesar 2,28%. Analisis ini penting karena perbandingan karbon dan nitrogen (Rasio C/N) menentukan seberapa cepat mikroba dalam bioaktivator PROMI dapat mendekomposisi bahan menjadi pupuk yang matang. Hasil analisis tersebut disajikan pada **Tabel 1**.

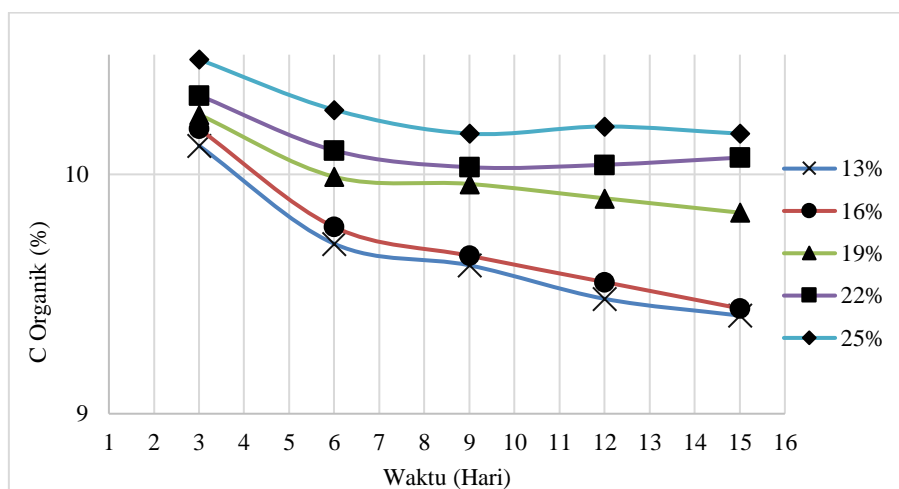
Tabel 1. Hasil analisis kadar karbon dan nitrogen dari kotoran sapi dan ampas kopi mula-mula

Parameter	Ampas Kopi	Kotoran Sapi
N (%b/b)	1,42	1,33
C (%b/b)	24,72	31,65
Rasio C/N	17,40	23,75

Kotoran sapi dan ampas kopi dianalisis untuk mengetahui kadar karbon dan nitrogen mula-mula. Berdasarkan **Tabel 1**, diketahui bahwa ampas kopi memiliki kadar Nitrogen (N) sebesar 1,42% dan Karbon (C) sebesar 24,72%, menghasilkan rasio C/N sebesar 17,40. Sementara itu, kotoran sapi memiliki kadar Nitrogen (N) sebesar 1,33% dan Karbon (C) sebesar 31,65%, dengan rasio C/N sebesar 23,75.

Analisis Kadar Karbon (C) Organik Pupuk Organik Padat

Berdasarkan **Gambar 1** ditunjukkan bahwa kadar C-organik pada pupuk organik padat berbahan kotoran sapi dan ampas kopi mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu fermentasi. Penurunan paling signifikan terjadi pada fase awal akibat aktivitas mikroorganisme yang memanfaatkan karbon mudah terurai sebagai sumber energi, sehingga karbon dilepaskan dalam bentuk gas seperti CO₂ dan CH₄ [10]. Setelah fase awal, laju penurunan menjadi lebih lambat karena sisa karbon didominasi oleh senyawa kompleks seperti lignoselulosa yang lebih sulit terdegradasi. Kadar C-organik tertinggi ditemukan pada perlakuan penambahan ampas kopi 25% pada hari ke-3 sebesar 9,98%, yang menunjukkan ketersediaan karbon masih tinggi pada tahap awal fermentasi. Secara umum, seluruh perlakuan menunjukkan pola penurunan bertahap yang mengindikasikan proses dekomposisi berlangsung aktif, di mana mikroorganisme terus memanfaatkan karbon sebagai sumber energi [11].

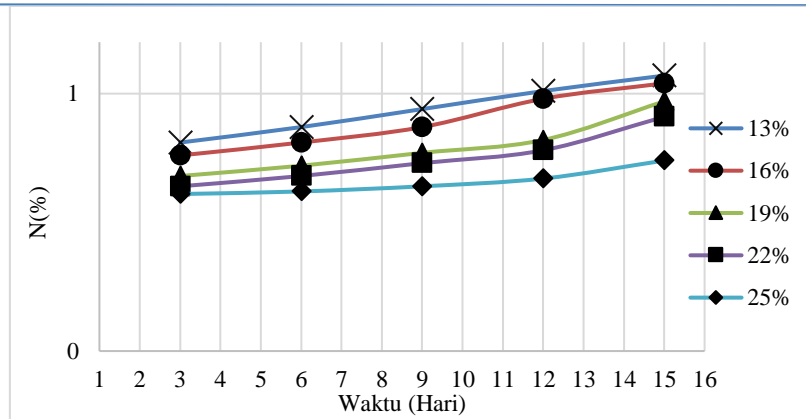


Gambar 1. Hubungan Antara Kadar C Organik (C) Dengan Waktu Fermentasi Pada Pupuk Organik Padat

Variasi jumlah ampas kopi memengaruhi nilai awal C-organik, di mana semakin tinggi dosis ampas kopi, semakin tinggi kandungan karbon awal, namun tidak secara signifikan memengaruhi laju penurunannya. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa fermentasi, terutama secara anaerob, mempercepat penguraian karbon menjadi gas seperti CO₂ dan CH₄ [10]. Selain itu, selama proses penguraian, bahan organik akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil seperti humus, air, dan gas hasil fermentasi, sehingga kadar C-organik terus menurun hingga mendekati fase akhir fermentasi [12].

Analisis Kadar Nitrogen (N) Pupuk Organik

Berdasarkan **Gambar 2** Berdasarkan hasil penelitian, kandungan nitrogen (N) total pada pupuk organik padat berbahan kotoran sapi dan ampas kopi mengalami peningkatan seiring waktu fermentasi. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan ampas kopi 13% pada hari ke-15 sebesar 1,07%. Peningkatan ini bukan disebabkan oleh penambahan nitrogen baru, melainkan akibat penurunan kandungan karbon selama proses fermentasi, sehingga persentase nitrogen relatif meningkat. Mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi dan melepaskannya dalam bentuk CO₂, yang menyebabkan rasio C/N menurun [10]. Selama fermentasi, nitrogen mengalami transformasi bentuk dari amonia (NH₃) menjadi amonium (NH₄⁺), namun tidak menambah jumlah nitrogen total, melainkan hanya mengubah bentuk kimianya [10].

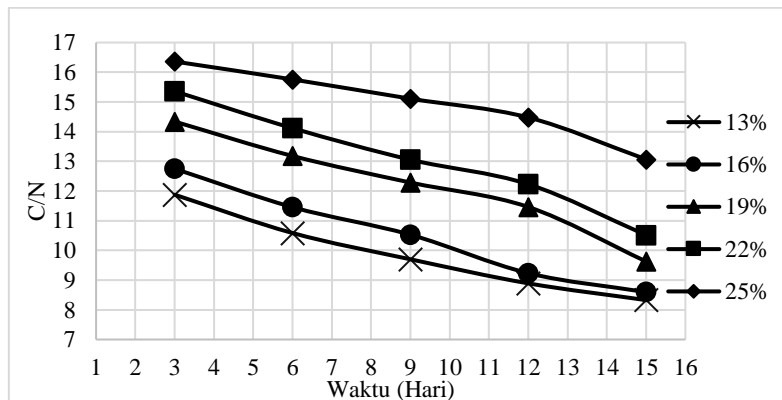


Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Nitrogen (N) Dengan Waktu Fermentasi Pada Pupuk Organik Padat

Selain itu, penggunaan bioaktivator seperti PROMI dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme, termasuk *Trichoderma* dan *Aspergillus* sp., yang mempercepat dekomposisi bahan organik dan membuat nitrogen lebih tersedia dalam bentuk terukur [13]. Variasi penambahan ampas kopi juga memengaruhi kadar nitrogen, di mana dosis yang lebih rendah cenderung menghasilkan kadar nitrogen lebih tinggi dibandingkan dosis yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh rasio C/N awal yang lebih tinggi pada perlakuan dengan ampas kopi lebih banyak, sehingga proses dekomposisi membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai keseimbangan [13].

Analisis Rasio C/N Pupuk Organik Padat

Berdasarkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa rasio C/N pupuk organik padat mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu fermentasi. Penurunan ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dari bioaktivator PROMI, seperti *Pseudokoningii*, *Trichoderma harzianum*, dan *Aspergillus* sp., yang berperan dalam mempercepat degradasi bahan organik [14]. Selama proses fermentasi, karbon dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi dan dilepaskan dalam bentuk CO₂, sehingga kadar C-organik menurun dan rasio C/N semakin kecil [13]. Nilai rasio C/N tertinggi terdapat pada perlakuan ampas kopi 25% pada hari ke-3 sebesar 16,36, yang disebabkan oleh tingginya kandungan C-organik awal dari ampas kopi.



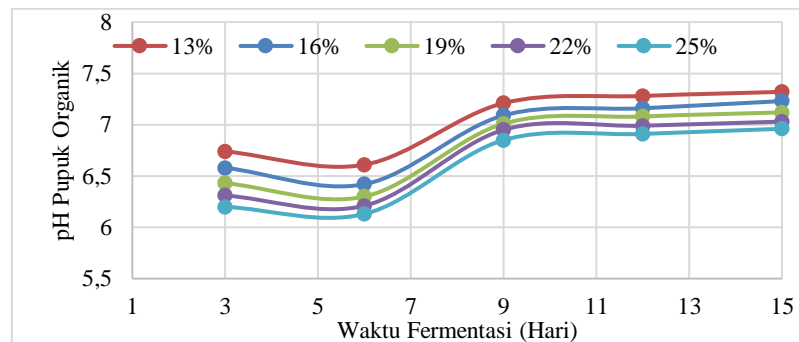
Gambar 3. Hubungan Antara Rasio C/N Dengan Waktu Fermentasi Pada Pupuk Organik Padat

Sebaliknya, rasio C/N terendah ditemukan pada perlakuan ampas kopi 13% pada hari ke-15 sebesar 8,32, akibat rendahnya kandungan karbon serta lamanya proses fermentasi yang meningkatkan pemanfaatan karbon oleh mikroorganisme [10]. Penurunan rasio C/N juga dipengaruhi oleh kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan enzim yang mendegradasi lignin dan selulosa, sehingga kandungan karbon menurun dan nitrogen relatif meningkat. Selain itu, peningkatan suhu dari sekitar 30°C menjadi 32°C menunjukkan adanya aktivitas metabolik mikroorganisme selama fermentasi, yang berperan dalam penguraian bahan organik [15]. Perubahan warna dari coklat muda menjadi coklat kehitaman serta munculnya bau tanah juga mengindikasikan bahwa pupuk telah matang [16]. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio C/N telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004, yang menandakan kematangan pupuk organik. Rasio C/N yang optimal penting untuk menjaga keseimbangan aktivitas mikroba, karena rasio yang terlalu tinggi dapat menghambat dekomposisi, sedangkan rasio yang terlalu

rendah dapat menyebabkan kehilangan nitrogen dalam bentuk amonia [17]. Variasi optimum diperoleh pada penambahan ampas kopi 25% dengan waktu fermentasi 3 hari, dengan rasio C/N sebesar 16,36. Pada kondisi ini, kadar fosfor (0,39%) dan kalium (1,75%) juga telah memenuhi standar SNI, sehingga menunjukkan kualitas pupuk organik yang baik dan layak untuk pengujian lanjutan [18].

Analisis Kadar pH Pupuk Organik Padat

Berdasarkan pada **Gambar 4** diketahui bahwa nilai pH pupuk organik padat pada setiap variasi ampas kopi mengalami perubahan yang fluktuatif selama proses fermentasi. Pada hari ke-3 hingga ke-6, pH cenderung menurun akibat terbentuknya asam-asam organik oleh aktivitas bakteri mesofilik pada fase awal fermentasi. Kondisi asam ini mendukung pertumbuhan jamur yang berperan dalam menguraikan lignin dan selulosa, sehingga menyebabkan penurunan pH [19]. Selanjutnya, pada hari ke-9 hingga ke-15, pH mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa kompleks seperti hemiselulosa, selulosa, protein, dan lemak. Selama proses tersebut, nitrogen hasil degradasi protein mengalami mineralisasi menjadi amonium (NH_4^+), yang bersifat basa dan menyebabkan kenaikan pH [20].



Gambar 4. Hubungan Antara pH dengan Waktu Fermentasi Pada Pupuk Organik Padat

Selain itu, pembentukan amonia (NH_3) yang bereaksi dengan air menghasilkan NH_4OH juga berkontribusi terhadap peningkatan pH [21]. Seiring berjalannya fermentasi, asam organik yang terbentuk pada tahap awal akan terdegradasi menjadi CO_2 dan air, sehingga pH berangsur naik menuju kondisi netral. Secara keseluruhan, nilai pH pada semua variasi telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004, yaitu berada pada kisaran 6,0–7,49. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik yang dihasilkan telah matang dan layak diaplikasikan untuk meningkatkan kesuburan tanah serta mendukung penyerapan unsur hara secara optimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan mengenai sintesis pupuk organik dari kotoran sapi dan ampas kopi menggunakan bioaktivator PROMI dengan metode fermentasi, dapat disimpulkan bahwa proses pembentukan pupuk organik dipengaruhi secara signifikan oleh waktu fermentasi dan proporsi ampas kopi. Kedua faktor tersebut berperan dalam menentukan perubahan kandungan C-organik, N-total, serta rasio C/N selama proses berlangsung. Selama fermentasi, kadar C-organik mengalami penurunan akibat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi, sedangkan kadar N-total cenderung meningkat secara relatif sebagai hasil penguraian bahan organik. Perubahan ini menyebabkan rasio C/N menurun secara bertahap hingga mendekati kondisi pupuk matang.

5. Saran

Penulis menyarankan untuk melakukan variasi terhadap metode fermentasi secara aerob guna membandingkan pengaruhnya terhadap kadar C-organik, nitrogen total, dan rasio C/N dengan metode anaerob. Selain itu, perlu dilakukan pengujian parameter kualitas pupuk yang lebih lengkap serta uji aplikasi pada tanaman untuk mengetahui efektivitas pupuk secara langsung.

6. Daftar Pustaka

- [1] Beltran, Kennedy. "Burong tilapia: Factors on the fermentation process and its microbiota." *Samota Journal of Biological Sciences* 3.2 (2024): 1-8.

- [2] Nwachukwu, D. O., et al. "Effects of household waste generation, disposal and management on farmers' health in Owerri Metropolis of Imo state, Nigeria." *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 3.5 (2018): 266200.
- [3] S. Huda and W. Wikanta, "Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik Sebagai Upaya Mendukung Usaha Peternakan Sapi Potong di Kelompok Tani Ternak Mandiri Jaya Desa Moropelang Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan," *Aksiologi: J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2016.
- [4] R. E. Putri, A. Andasuryani, and I. Pratiwi, "Studi Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas di Nagari Aie Tajun Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman," *J. Dampak*, vol. 16, no. 1, p. 26, 2019.
- [5] E. Y. Putra et al., "Pupuk Bubuk Kopi (Pubuk) Ide Bisnis Sosial Daur Ulang Ampas Kopi," *J. Ilm. Manaj. Bisnis dan Kewirausahaan*, vol. 3, no. 2, pp. 35–46, 2023.
- [6] D. H. Adi and C. Winarti, "Kualitas Pupuk Organik Limbah Ampas Kelapa dan Kopi Terhadap Pertumbuhan Tanaman," *J. Rekayasa Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 1–18, 2018.
- [7] Z. Fona et al., "Kompos Pellet Dari Ampas Kopi Gayo Espresso Dengan Starter Alami," *J. Kesehat. Lingkungan. J. dan Apl. Tek. Kesehat. Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 121–128, 2021.
- [8] M. C. Manuputty et al., "Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi Dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon," *Agrologia*, vol. 1, no. 2, pp. 143–151, 2012.
- [9] Kamisah, K. and Kartika, T. (2024) 'Analisis Penentuan C-Organik Pada Sampel Tanah Secara Spektrofotometer UV-Vis', *Indobiosains*, 6(2), pp. 74–80. Available at: <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v6i2.16308>.
- [10] L. Trivana and A. Y. Pradhana, "Optimalisasi waktu pengomposan dan kualitas pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu sabut kelapa dengan bioaktivator PROMI dan Orgadec," *Jurnal Sain Veteriner*, vol. 35, no. 1, p. 136, 2017, doi: 10.22146/jsv.29301.
- [11] B. D. Tawa, Y. R. Tnunay, Suwari, and F. O. Nitbani, "Pengaruh komposisi bioaktivator kotoran sapi dan daun gamal (*Gliricidia sepium*) dengan nutrisi ubi jalar terhadap kualitas kompos," *Chem. Notes*, vol. 1, no. 2, pp. 44–56, 2020.
- [12] I. M. Suryana, I. G. A. D. Yuniti, Listihani, and O. B. Daka, "Pengaruh pemberian pupuk organik kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.)," *Agrofarm*, vol. 3, no. 1, pp. 7–15, 2024.
- [13] D. J. Maylita and E. N. Hidayah, "Pengaruh waktu pengomposan dan perbandingan debu sabut kelapa dengan kotoran kambing terhadap kualitas pupuk organik," *Enviroous*, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.33005/enviroous.v2i2.101.
- [14] M. Ariny and S. Q. Z. Nisa, "Tinjauan terhadap parameter dan kualitas kompos organik perusahaan galangan kapal dengan penggunaan aktivator PROMI dan ecoenzymes," *Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis (Botani)*, vol. 1, no. 2, pp. 15–27, 2024.
- [15] M. Yang et al., "Dynamic changes in and correlations between microbial communities and physicochemical properties during the composting of cattle manure with *Penicillium oxalicum*," *BMC Microbiology*, 2024, doi: 10.1186/s12866-024-03449-4.
- [16] A. Fauzan, Nurhidayati, and A. Sholihah, "Dynamics of C/N compost ratio from various types of materials and decomposers and their application in the growth and yield of kangkong plant (*Ipomoea reptans* Poir)," *Jurnal Agronisma*, vol. 12, no. 1, pp. 206–223, 2024.
- [17] B. N. Widarti, W. K. Wardhini, and E. Sarwono, "Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang," *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 5, no. 2, pp. 75–80, 2015.
- [18] PT. Lumbang Jaya Perkasa, "Hasil pemeriksaan laboratorium," 2025.
- [19] I. K. A. Pranata, I. A. G. B. Madrini, and I. W. Tika, "Efek penambahan kotoran sapi terhadap kualitas kompos pada pengomposan batang pisang," *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, vol. 10, no. 1, p. 93, 2021, doi: 10.24843/jbeta.2022.v10.i01.p09.
- [20] N. Siswi Indrasti, M. Romli, I. Sailah, and A. Permatasari, "Co-composting of beltpress solid waste and rice straw by using aerated static pile," *Teknologi Industri Pertanian*, vol. 27, no. 1, pp. 55–68, 2017.
- [21] M. Y. Abidin and E. N. Dewi, "Pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap karakteristik pupuk organik padat berbahan sabut kelapa dan jerami padi," *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 10, no. 1, pp. 151–159, 2024.