

# Perbandingan Efektivitas Bioaktivator MOL Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan EM4 Dalam Pengomposan Limbah Daun *Strobilanthes cusia* Secara Aerob

Philipus Valentino Pipiana<sup>1</sup>, Sri Sunarsih<sup>2\*</sup>, Yuli Pratiwi<sup>3</sup>, Sudarsono<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND  
Yogyakarta, Indonesia

\*Koresponden email: srisunarsih@akprind.ac.id

Diterima: 25 Desember 2023

Disetujui: 29 Desember 2023

## Abstract

The production process of natural indigo dye from the *Strobilanthes cusia* plant has solid leaf waste as a by-product from maceration residue. This waste can be used to make solid organic fertilizer. This research aims to determine the effective concentration of adding local microorganism (MOL) of kepok banana peel and EM4 to bioactivators obtain good quality compost. Composting was carried out aerobically with variations in the concentration ratio of kepok banana peel MOL and EM4 bioactivators of 1%, 2%, 3%, 4% and 5% respectively. Fertilizer quality is determined by testing the C/N ratio parameter using the Walkey & Black (C-Organic) and Kjeldahl (N-Total) methods. Color, texture and odor tests were carried out organoleptically by 5 panelists. The results showed that in the concentration range of 1-5%, the MOL kepok banana peel bioactivator was more effective than EM4, as evidenced by the lower C/N ratio of the compost. The best product was obtained from the composting process with 5% MOL kepok banana peel bioactivator with a C/N ratio of 50.04%, water content of 48.74%, blackish brown color, very crumbly texture and an earthy smell. This result does not meet the standards for compost quality according to SNI 19-7030-2004, but the physical parameters such as color, texture, odor and water content meet the standards, namely blackish brown color, very crumbly texture and smells like soil.

**Keywords:** MOL kepok banana peel and EM4, composting, solid organic fertilizer

## Abstrak

Proses produksi pewarna alami indigo dari tanaman *Strobilanthes cusia* memiliki hasil samping limbah padat daun dari sisa maserasi. Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi efektif penambahan bioaktivator MOL kulit pisang kepok dan EM4 untuk memperoleh kualitas kompos yang baik. Pengomposan dilakukan secara aerob dengan variasi perbandingan konsentrasi bioaktivator MOL kulit pisang dan EM4 masing-masing sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Kualitas pupuk ditentukan dengan uji parameter rasio C/N menggunakan metode Walkey & Black (C-Organik) dan Kjeldahl (N-Total). Uji warna, tekstur dan bau dilakukan secara organoleptik oleh 5 orang panelis. Hasil penelitian menunjukkan pada kisaran konsentrasi 1-5% bioaktivator MOL kulit pisang kepok lebih efektif dibanding EM4, terbukti dengan nilai rasio C/N kompos lebih rendah. Produk terbaik diperoleh dari proses pengomposan dengan bioaktivator MOL kulit pisang kepok 5% dengan nilai rasio C/N 50,04%, kadar air 48,74%, warna coklat kehitaman, tekstur sangat remah dan bau seperti tanah. Hasil ini belum memenuhi standar baku mutu kompos menurut SNI 19-7030-2004, namun dari parameter fisik seperti warna, tekstur, bau dan kadar air telah memenuhi standar, yakni warna coklat kehitaman, tekstur sangat remah dan bau seperti tanah.

**Kata kunci:** MOL kulit pisang kepok dan EM4, pengomposan, pupuk organik padat

## 1. Pendahuluan

Pesatnya pertumbuhan populasi harus diimbangi dengan pemenuhan kebutuhan pokok, antara lain berupa kebutuhan bahan sandang. Bahan dasar produk sandang ini dihasilkan oleh industri tekstil yang menjadi sumber pendapatan yang signifikan dengan nilai sekitar \$1 triliun, dan berkontribusi sekitar 7% total ekspor global serta melibatkan pekerja lebih dari 35 juta orang [1]. Salah satu tahap dalam produksi tekstil adalah proses pewarnaan. Selama ini proses pewarnaan yang banyak dipraktikkan di industri tekstil memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan, baik berupa pencemaran air, penggunaan bahan kimia beracun, emisi di atmosfer, maupun konsumsi energi yang tinggi. Industri tekstil diperkirakan menyumbang 20% pencemaran air yang berasal dari pewarnaan dan *finishing*. Dalam pewarnaan tekstil konvensional, 1 ton kain dapat mengakibatkan polusi 200 ton air. Prosedur pewarnaan dan *finishing* yang tidak efisien menyebabkan pewarna

yang hilang mencapai 200.000 ton setiap tahunnya. Air limbah akan mengandung zat warna, bahan kimia yang kompleks, seperti garam, pewarna, deterjen, peroksida, dan logam berat [2].

Ada 2 kelompok pewarna yang digunakan dalam industri tekstil, yakni pewarna alami dan pewarna sintetis. Menurut catatan, pewarna alami sudah dimanfaatkan di Cina sejak 2600 tahun sebelum Masehi. Pewarna sintetis mulai menggantikan pewarna alami sejak era revolusi industri. Saat ini terdapat ribuan pewarna sintetis yang beredar di pasaran. Pewarna sintetis memiliki keunggulan lebih mudah ditangani, warnanya lebih kuat dan reproduksibilitas bagus. Sejak era revolusi industri tersebut, pewarna sintetis diterapkan secara bertahap [3].

Zat warna sintetis yang banyak digunakan dalam industri tekstil adalah kelompok azo yang berperan sebagai bahan pencelup antara lain: *methylene blue*, *methyl orange* dan *methyl red* [4]. Zat warna azo ini tidak bisa diuraikan secara alamiah atau bersifat *non biodegradable*. Pemakaian zat warna sintetis dalam produksi tekstil dapat menimbulkan masalah jika limbahnya tidak ditangani dengan baik. Limbah cair tekstil yang masuk ke badan air dapat menyebabkan kekeruhan dan dapat mengganggu penetrasi sinar matahari sehingga kehidupan organisme dalam perairan akan terganggu. Limbah cair tekstil juga meningkatkan nilai BOD dan COD perairan. Tingginya kandungan BOD atau COD di perairan dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) karena digunakan untuk mengoksidasi. Hal ini dapat mempengaruhi penurunan kualitas air dan produktivitas sumberdaya perairan [5,6,7].

Berbagai potensi dampak buruk yang dapat ditimbulkan oleh pewarna sintetis menyebabkan pewarna alami mulai banyak diminati dan tren permintaan meningkat. Pewarna alami adalah pewarna yang berasal dari berbagai bagian tumbuh-tumbuhan antara lain daun, kulit batang, kulit buah, biji, akar dan bunga. Pewarna alami bersifat terbarukan, tidak karsinogenik, proses pembuatan dan sumbernya ramah lingkungan. Namun pewarna alami memiliki kelemahan yakni intensitas warnanya lebih tipis serta penggunaannya kurang praktis, walaupun akhir-akhir ini beberapa sumber telah menghasilkan zat warna yang sangat indah dan harganya ekonomis [8,9].

Salah satu pewarna alami yang banyak digunakan adalah pasta indigo dari daun *Strobilanthes cusia*. yang merupakan tanaman semak berbatang tegak dan bercabang. *Strobilanthes cusia* termasuk dalam famili *Acanthaceae*, memiliki batang berkayu di dekat pangkalnya, dengan tinggi 50 – 150 cm bahkan ada yang sampai 200 cm. Tanaman ini tumbuh di tempat berhutan yang lembab; pada ketinggian 100 - 2.000 meter pada zona beriklim hangat. Tunas muda tanaman ini dapat dipanen 2 - 3 kali setahun. Pewarna biru tua diperoleh dari ranting dan daunnya, digunakan untuk mewarnai kain. Dikombinasikan dengan kunyit (*Curcuma longa*) untuk menghasilkan warna hijau, dan dengan safflower (*Carthamus tinctorius*) untuk membuat warna ungu. Daunnya mengandung 0,4 - 1,3% indican, yang dapat dihidrolisis dan dioksidasi menghasilkan pewarna biru nila [10,11].

Di Jawa Tengah ada satu produsen pasta pewarna tersebut yakni UMK Shibiru yang berlokasi di Kelurahan Gaden, Kecamatan Ngadirejo, Kabupaten Temanggung. Pembuatan pewarna indigo dilakukan dengan cara maserasi terhadap daun *Strobilanthes cusia* selama 3 hari. Pada hari ketiga daun sisa maserasi diangkat dan menjadi limbah padat. Larutan yang dihasilkan ditambahkan kapur tohor sambil dilakukan proses aerasi. Endapan yang diperoleh dikemas dan dijual sebagai pasta pewarna. Proses produksi pewarna ini menimbulkan limbah padat berupa sisa daun dan limbah cair sisa maserasi. Dalam satu paket pembuatan pasta pewarna, diperlukan daun *Strobilanthes cusia* sekitar 300 kg dan dihasilkan limbah padat sekitar ± 330 Kg. Dalam sekali produksi biasanya dibuat 4 paket sehingga limbah padat yang dihasilkan sekitar 1320 kg [12].

Permintaan pewarna yang meningkat menyebabkan tingginya tingkat produksi dan tingginya timbulan limbah padat serta limbah cair dari proses maserasi daun *Strobilanthes cusia*. Limbah padatnya berupa sisa daun dan batang muda yang bersifat basah yang jika menumpuk akan menimbulkan gangguan estetika bagi masyarakat dan lingkungan. Sedangkan limbah cairnya menimbulkan bau tidak sedap. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan pengolahan limbah padat sisa maserasi daun *Strobilanthes cusia* menjadi kompos yang memiliki nilai ekonomis dan menambah *income* bagi UMK Shibiru maupun petani setempat.

Daun dan batang *Strobilanthes cusia* mengandung berbagai senyawa organik antara lain alkaloid, glikosida, sterol, triterpenoid pentasiklik, flavonoid, asam organik, antrakuinon, dan polisakarida. Selain itu juga ditemukan flavonoid, asam organik, antron, gula dan amida [13]. Sebagian senyawa tersebut larut dalam air dan sebagian larut dalam pelarut organik [14]. Dalam proses maserasi dengan pelarut air, sebagian senyawa polar sudah larut. Diperkirakan senyawa-senyawa organik non polar yang tidak larut dalam air masih tertinggal. Senyawa-senyawa organik ini berpotensi untuk diolah menjadi kompos sehingga mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Sebagai sampah hijau, selain kaya unsur karbon, diasumsikan limbah ini merupakan sumber nitrogen.

Pengomposan adalah proses mineralisasi dan humifikasi parsial terhadap zat organik oleh mikroorganisme heterotropik dan autotrofik pada kondisi optimal. Ini merupakan cara alami untuk menangani limbah untuk memperbaiki tanah dan memberi nutrisi tanaman [15, 16]. Proses mineralisasi atau humifikasi ini dapat terjadi terhadap sisa-sisa bahan organik dari daun tanaman, sayuran, buah-buahan, sampah organik, kotoran hewan ternak dan bahan lainnya [17].

Proses pengomposan dapat terjadi secara alamiah, namun berlangsung relatif lambat. Untuk mempercepat pematangan kompos dan meningkatkan nutrisi maka dapat dilakukan penambahan bioaktivator berupa mikroorganisme. Mikroorganisme ini dapat berupa kultur campuran berbagai jenis dan sudah siap pakai serta bisa diperoleh di pasaran dengan berbagai merek, ataupun kultur mikroorganisme lokal yang kita persiapkan sendiri (MOL). Larutan MOL dibuat dengan proses fermentasi sumber daya yang tersedia secara lokal, baik dari tumbuhan maupun hewan. Larutan ini mengandung unsur hara mikro dan makro serta mengandung bakteri yang berpotensi mengurai bahan organik dalam tanah, merangsang pertumbuhan pada tanaman, dan berperan sebagai agens pengendali hama dan penyakit [18].

Salah satu limbah organik yang cukup melimpah di masyarakat dan dapat menjadi media menumbuhkan kultur mikroorganisme lokal adalah kulit pisang. Pada tahun 2021 produksi buah pisang di Yogyakarta mencapai 68.257 ton [19]. Jika persentase kulit pisang sekitar 35-40% dari berat seluruh buah [20, 21], maka berat kulitnya mencapai sekitar 23890 -27.302 ton. Dengan jumlah limbah kulit pisang sebesar itu, maka potensinya untuk dimanfaatkan sebagai bioaktivator dalam bentuk MOL sangat besar dan akan mendukung ketersediaan pupuk organik di Yogyakarta. Efektivitas bioaktivator MOL ini dapat dibandingkan dengan bioaktivator kultur campuran EM4 dengan pertimbangan bahwa di dalam EM4 sangat banyak jenis mikroorganisme yakni sekitar 80 spesies [22].

Ada 2 macam metode pengomposan yang dapat dipilih, yakni pengomposan aerobik dan anaerobik. Masing-masing metode tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Metode aerobik memerlukan suplai udara. Proses pengomposan secara aerobik tidak memerlukan waktu yang terlalu lama, tidak menimbulkan bau sederhana dan efektivitasnya tinggi. Peningkatan temperatur dapat terjadi sejak hari pertama. Temperatur dapat mencapai 60 °C pada hari ke 25. Di akhir proses, temperatur dapat turun menjadi 28 °C dan setelah sekitar 35 hari kondisinya konstan. Teramati juga bahwa kadar air tidak stabil selama proses pengomposan, massa dan volume bahan organik hilang. Hasil akhir proses aerobik adalah bahan-bahan kering dengan kadar air kurang dari 50%, berwarna coklat tua, dan remah-remah. Bahan organik asal diubah menjadi produk metabolisme berupa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), air (H<sub>2</sub>O), humus, dan energi. Proses ini memerlukan oksigen yang terdifusi dalam uap air. Sebagian energi yang dihasilkan digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhan dan reproduksi, dan sebagian lagi akan dilepaskan ke lingkungan sebagai panas. Produksi panas yang cepat ini menciptakan lingkungan mikro di dalam tumpukan kompos yang membantu membunuh patogen dan bakteri yang berbahaya [23, 24, 25].

Dalam proses pengomposan, mikroorganisme berperan penting menguraikan bahan organik. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme akan berpengaruh terhadap proses pengomposan yaitu aerasi atau oksigen, temperatur, pH, kelembaban substrat dan rasio C:N. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh adalah kondisi lingkungan; metode yang dipilih, bahan baku, dan elemen lainnya

Aerasi pada pengomposan aerobik harus dijaga sehingga mikroorganisme dapat melakukan respirasi, melepaskan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. membantu mengurangi pematatan atau pengisian air pada bahan kompos. Saturasi oksigen tumpukan kompos tidak boleh <5% (tingkat optimal 10%). Aerasi yang kurang menyebabkan kelembapan berlebih dan menjadi kondisi berubah menjadi anaerobik. Kondisi anaerobik dapat menimbulkan bau dan asam berupa asam asetat, hidrogen sulfida dan metana. Namun aerasi yang berlebihan akan menurunkan temperatur dan kelembaban sehingga akan menghambat proses dekomposisi. Kondisi ini juga menyebabkan dehidrasi sel mikroorganisme, menghambat produksi spora dan enzim yang mendegradasi berbagai senyawa organik [26].

Tingkat kelembapan mempengaruhi aktivitas mikroba karena air dalam bahan kompos digunakan untuk transportasi nutrisi dan energi melalui membran selnya. Kelembaban bahan kompos dipengaruhi ukuran partikel, kondisi fisik bahan dan sistem pengomposan. Tingkat kelembaban ideal adalah sekitar 55%. Kelembaban <45% akan menyebabkan mikroorganisme kekurangan air dan pengomposan terhenti

Proses pengomposan dimulai pada temperatur ruang dan naik secara bertahap hingga 65 °C. Pada tahap pematangan tumpukan kompos mencapai suhu lingkungan. Temperatur yang tinggi menyebabkan laju dekomposisi tinggi dan matinya patogen. Proses pengomposan juga dipengaruhi pH, dan berada pada kisaran dari 4,5 hingga 8,5. Pada tahap awal pH tumpukan kompos bersifat asam akibat pelepasan berbagai asam organik. Pada fase termofilik terjadi konversi amonium menjadi amonia. Kondisi berubah menjadi basa dan akhirnya stabil pada pH mendekati netral.

Berdasarkan besarnya potensi limbah kulit pisang dan melimpahnya limbah padat daun *Strobilanthes cusia*, maka diperlukan penelitian untuk menguji efektivitas MOL kulit pisang sebagai bioaktivator pembuatan kompos. Efektivitas bioaktivator MOL ini dapat dibandingkan dengan bioaktivator kultur yakni EM4. Kualitas kompos yang dihasilkan dapat dianalisis untuk menemukan kondisi optimum proses pengomposan limbah-limbah tersebut. **Gambar 1-4** menunjukkan kondisi proses maserasi, limbah daun *Strobilanthes cusia* dan alat komposternya.



**Gambar 1.** Proses maserasi *Strobilanthes cusia*



**Gambar 2.** Limbah *Strobilanthes cusia*



**Gambar 3.** Pembuatan MOL kulit pisang kepok



**Gambar 4.** Komposter

## 2. Metode Penelitian

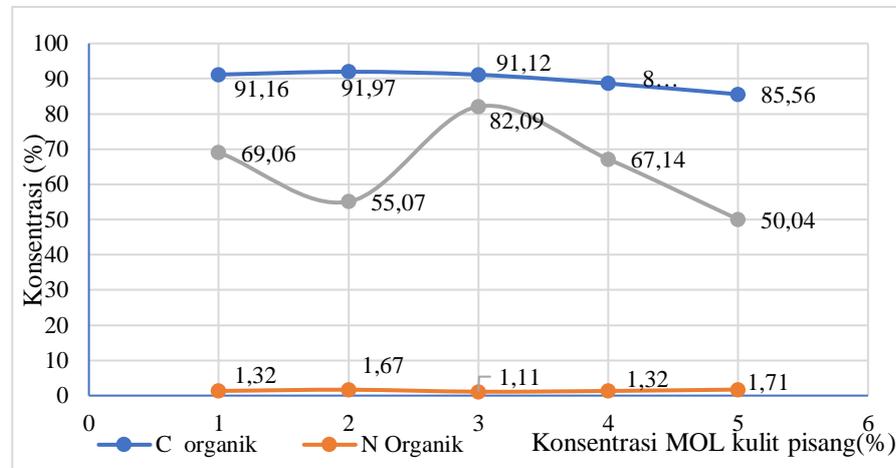
Limbah daun *Strobilanthes cusia* sisa maserasi yang akan dibuat kompos diambil dari industri pasta pewarna alami SHIBIRU di daerah Gandu Wetan RW 2, Gaden, Ngadirejo, Temanggung, Jawa Tengah. Aktivator MOL kulit pisang dibuat dari 2 kg limbah kulit pisang kepok, 2 L air kelapa, 8 L air leri (cuci beras dari 3 kg beras), 2 ons gula merah (dihaluskan) dan air secukupnya. Campuran difermentasi 15 hari di dalam galon dan setiap 2 hari dibuang gasnya. Sebelum digunakan MOL kulit pisang dan EM4 diaklimatisasi selama 2 jam.

Pengomposan dilakukan secara aerob selama 40-50 hari. Sebagai sumber karbon ditambahkan serbuk gergaji dengan perbandingan 1:2 terhadap limbah daun *Strobilanthes cusia*. Efektivitas bioaktivator MOL kulit pisang dan EM4 dibandingkan dengan mengaplikasikannya pada 3 kg bahan kompos dengan memvariasikan konsentrasinya pada nilai 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Kualitas kompos yang dihasilkan dikonfirmasi dengan menganalisis dan mengamati rasio C/N, kadar air, warna, tekstur, dan bau kompos yang dihasilkan. Pengujian kadar C organik dilakukan menggunakan metode Walkey & Black dan analisis N total dengan metoda Kjeldahl (N-Total). Uji warna, tekstur dan bau dilakukan secara organoleptik oleh 5 orang panelis.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### 3.1. Pengaruh konsentrasi bioaktivator MOL Kulit Pisang Kepok terhadap rasio C/N

**Gambar 5** menunjukkan pengaruh konsentrasi bioaktivator MOL kulit pisang terhadap rasio C/N kompos yang dihasilkan. Pada kurva paling atas terlihat bahwa konsentrasi C organik mengalami kecenderungan penurunan meskipun dengan gradien yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bioreaktor, maka tingkat peruraian senyawa organik yang ada dalam limbah daun *Strobilanthes cusia* sisa maserasi maupun serbuk gergaji semakin besar. Kadar C organik akan mengalami penurunan selama pengomposan karena senyawa organik diuraikan dan digunakan sebagai sumber energi. Peruraian bahan organik ini menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan menguap dari kompos sehingga kadar C akan berkurang. Bagian yang berubah menjadi CO kira-kira 2/3 bagian. Sedangkan 1/3 bagiannya digunakan untuk sintesis sel hidup bersama dengan unsur N [27]



**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi bioaktivator MOL kulit pisang kepok terhadap kadar C-organik, N-total dan rasio C/N kompos.

Sumber: Analisis data primer

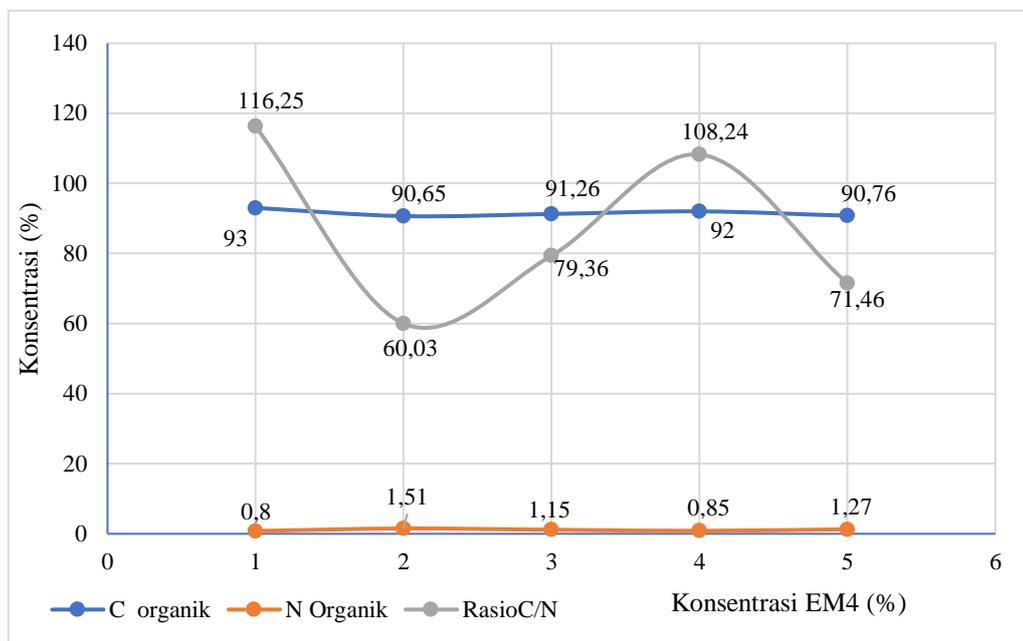
Sesuai dengan data di atas, penurunan kadar C masih sedikit karena nilainya masih berada pada kisaran 85,56 -91,16 %. Berdasar SNI 19-7030-2004, kompos yang baik memiliki kadar C-organik minimal 9,8% dan maksimal 32%. Besarnya persentase kadar C-organik dalam kompos yang dihasilkan dapat diperkirakan akibat kondisi pertumbuhan mikroorganisme dalam proses ini belum optimal. Hal ini terkonfirmasi dengan kadar N total yang masih rendah (kurva paling bawah). Bersama sebagian unsur C, unsur N digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan selnya dan berkembang biak. Kecilnya kadar N juga dapat disebabkan lepasnya unsur tersebut dalam bentuk gas N<sub>2</sub> atau NH<sub>3</sub>. Pada dasarnya, jika kondisi pengomposan cukup aerobik, unsur N akan diubah menjadi ion nitrit atau nitrat. Jika unsur N lepas sebagai NH<sub>3</sub>, maka ada kemungkinan proses aerasi dalam pelaksanaan pengomposan kurang optimal [28].

Data di atas juga menunjukkan bahwa rasio C/N bersifat fluktuatif dan semuanya nilainya belum sesuai dengan baku mutu. Pada SNI 19-7030-2004 yang mensyaratkan nilai rasio C/N kompos pada kisaran 10-20 %. Pada semua kisaran konsentrasi bioaktivator yang diaplikasikan, rasio C/N pada kompos belum memenuhi baku mutu. Nilainya masih berada pada rentang 50,04 – 82,09 %; cukup jauh dari kondisi ideal.

#### 3.2. Pengaruh konsentrasi bioaktivator EM4 terhadap rasio C/N

**Gambar 6** menunjukkan pengaruh konsentrasi bioaktivator EM4 terhadap rasio C/N kompos yang dihasilkan. Berbeda pada bioaktivator MOL kulit pisang kepok, pada pembuatan kompos menggunakan bioaktivator EM4 pada kurva di atas terlihat bahwa konsentrasi C organik harganya fluktuatif dengan selisih nilai yang relatif kecil. Kisaran nilai kadar C-organik ini masih cukup tinggi yaitu 90,76 - 93,0 %. Kisaran angka ini lebih tinggi dibanding kadar C-organik pada kompos yang dibuat dengan menggunakan bioaktivator MOL kulit pisang kepok yang memiliki kadar C-organik 85,56 -91,16 %. Angka ini menunjukkan bahwa pada kondisi proses pengomposan yang sama, bioaktivator MOL kulit pisang kepok sedikit lebih efektif dibanding EM4. Data pengamatan kadar C-organik hasil pengomposan dengan bioreaktor EM4 ini juga menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroorganisme belum optimal. Hal ini juga terkonfirmasi dengan kadar N-total yang relatif rendah (kurva paling bawah) yang menunjukkan bahwa sintesis sel mikroorganisme masih sedikit. Diduga pertumbuhan mikroorganisme yang rendah ini yang menyebabkan pemanfaatan bahan organik dalam limbah *Strobilanthes cusia* sisa maserasi maupun serbuk gergaji masih sedikit. Akibatnya C-organik yang terdeteksi dalam kompos masih cukup besar.

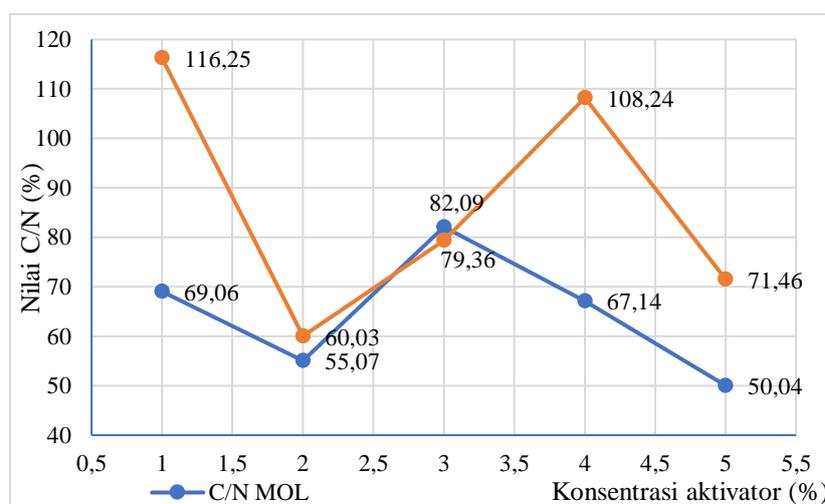
s



**Gambar 6.** . Pengaruh konsentrasi bioaktivator EM4 terhadap kadar C-organik, N-total dan rasio C/N kompos  
Sumber: Analisis data primer

Selain disebabkan sintesis protein untuk perkembangbiakan mikroorganisme relatif sedikit, nilai N-total yang kecil juga dapat disebabkan oleh lepasnya unsur-unsur N sebagai gas  $N_2$  atau  $NH_3$ . Pelepasan ke-2 gas tersebut hanya terjadi jika kondisi proses pengomposan kekurangan oksigen (proses mengarah ke anaerobik). Pada kondisi oksigen yang cukup, unsur N akan diubah menjadi bagian senyawa humat atau ion  $NO_3^-$  atau  $NO_2^-$  sehingga tetap tinggal didalam kompos dan berkontribusi pada nilai N-total.

Data rasio C/N pada kompos yang dibuat dengan bioaktivator EM4 juga menunjukkan nilai fluktuatif antara 60,03 – 116,25. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dari parameter rasio C/N kompos yang dihasilkan menggunakan bioaktivator EM4 belum sesuai dengan standar yang tertera dalam SNI19-7030-2004. Ketidaksesuaian ini diduga karena perkembangbiakan mikroorganisme aerobik tidak tumbuh secara optimal. Adapun perbandingan pengaruh ke-2 aktivator pada nilai rasio C/N dapat dilihat pada **Gambar 7**.



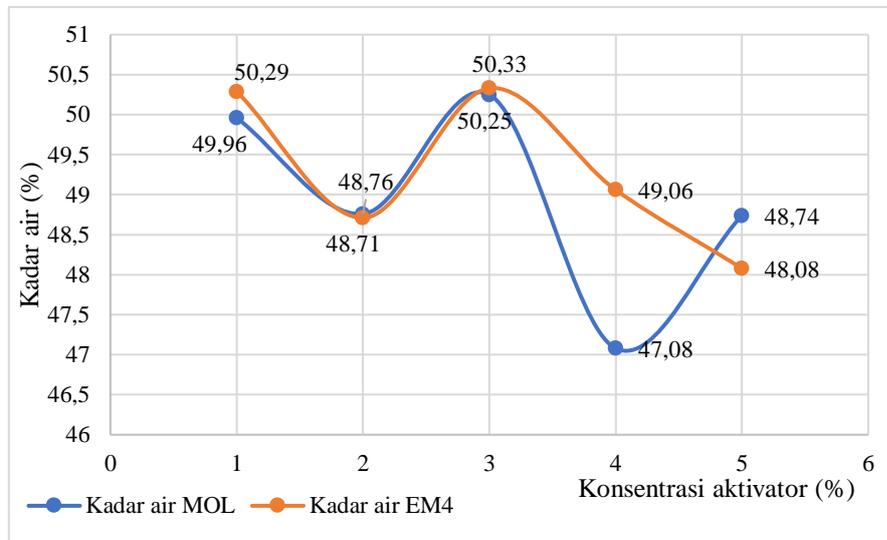
**Gambar 7.** Pengaruh jenis aktivator terhadap nilai rasio C/N  
Sumber : analisis data primer

Beberapa faktor yang dapat berpengaruh pada kondisi perkembangbiakan mikroorganisme yang tidak optimal antara lain kadar kelembaban dan aerasi. Tingkat kelembaban ideal adalah sekitar 55% [26]. Kelembaban sistem pengomposan yang kurang dari 45%, dapat menyebabkan mikroorganisme kesulitan mentransportasikan nutrisi melalui membran sel. Jika kekurangan kelembaban ini terjadi secara berkepanjangan dapat menyebabkan mikroorganisme mati. Namun sebaliknya jika kelembaban berlebih (lebih besar dari 60 %) maka pori-pori antar partikel dapat didominasi oleh uap air. Akibatnya oksigen akan tergusur

dan kondisi ruang pengomposan menjadi bersifat anaerob. Kelembaban proses pengomposan bervariasi terhadap ukuran partikel, kondisi fisik bahan dan sistem pengomposan. Jika selama proses pengomposan kadar kelembaban terjaga pada kisaran ideal, pada akhir proses nilainya tidak akan jauh berbeda. Hal ini dapat dibuktikan dengan pengukuran kadar air produk kompos. Menurut SNI 19-7030-2004 kadar air pada produk kompos adalah 50 %.

### 3.3. Perbandingan kadar air

Hasil pengukuran kadar air produk kompos yang menggunakan bioaktivator MOL kulit pisang kepok maupun EM4 tersaji dalam **Gambar 8**



**Gambar 8.** Perbandingan kadar air pada kompos dengan bioaktivator MOL kulit pisang kepok dan EM4

Sumber: Analisis data primer

**Gambar 8.** menunjukkan bahwa pada kisaran konsentrasi bioaktivator 1-5 % tampak bahwa nilai rasio C/N kompos yang diaktivasi dengan aktivator MOL kulit pisang kepok nilainya lebih kecil (lebih mendekati standar kualitas kompos). Fakta ini mendukung dugaan bahwa peran mikroorganisme dalam bioaktivator MOL kulit pisang kepok dalam dekomposisi senyawa organik dalam limbah *Strobilanthes cusia* dan serbuk gergaji lebih baik dibanding dalam EM4. Keduanya memiliki kisaran nilai kelembaban antara 47,08 – 50,33 %. Tampak dalam gambar terlihat bahwa pola perubahan konsentrasi aktivator terhadap kadar air produk komposnya mirip satu sama lain dan berada pada kisaran nilai yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Dari sini dapat diduga bahwa kadar kelembaban proses pengomposan terjaga pada kisaran nilai yang sesuai dan tidak turut berkontribusi pada rendahnya tingkat perombakan C-organik. Untuk meningkat proses perombakan C-organik dan memastikan faktor kelembaban terkendali, sebaiknya dilakukan uji kadar air campuran bahan yang dikomposkan dan dilakukan pemantauan kelembaban secara periodik

Jika faktor kelembaban diduga tidak berkontribusi terhadap rendahnya perombakan C-organik dan kecilnya nilai N-total, maka faktor lain yang patut diduga berpengaruh adalah aerasi. Untuk membantu proses aerasi, pada ember reaktor diberikan ventilasi berupa pipa paralon diameter 1 inci dari bagian kiri dan kanan. Proses aerasi juga dibantu dengan proses pembalikan setiap 3 hari sekali. Dengan cara ini diharapkan sirkulasi udara harus terjaga sehingga CO<sub>2</sub> hasil respirasi dapat terusir keluar dan pasokan O<sub>2</sub> lancar. Tingkat saturasi oksigen tumpukan kompos yang baik tidak boleh <5% dan nilai optimalnya 10%. Namun dalam proses pengomposan kali ini tidak dilakukan pengukuran saturasi oksigen dan pemantauannya secara periodik selama periode pengomposan. Untuk mengonfirmasi kecukupan oksigen dapat dilakukan dengan memeriksa bau. Jika kondisi anaerob sudah tercapai, produk pengomposan tidak akan menimbulkan bau [23, 24, 25].

### 3.4. Warna kompos

Pada **Tabel 1** tampak bahwa warna kompos berkisar antara coklat kehitaman sampai sangat hitam dan semuanya menunjukkan kesesuaian dengan standar warna yang tertera dalam SNI 19-7030-2004. Diduga perbedaan warna tersebut terjadi karena tingkat perombakan C-organik yang bervariasi. Hasil uji organoleptik warna kompos oleh 5 orang panelis tersaji dalam **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil pengamatan warna kompos

Konsentrasi aktivator (%)	Warna	
	Aktivator MOL kulit pisang	Aktivator EM4
1	Sangat hitam	Coklat kehitaman
2	Coklat kehitaman	hitam
3	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman
4	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman
5	Coklat kehitaman	Sanagt hitam

Sumber : Data primer

### 3.5. Tekstur Kompos

Hasil uji organoleptik tekstur kompos oleh 5 orang panelis tersaji dalam **Tabel 2** berikut:

**Tabel 2.** Hasil pengamatan tekstur kompos

Konsentrasi aktivator (%)	Tekstur kompos	
	Aktivator MOL kulit pisang	Aktivator EM4
1	Cukup remah	Cukup remah
2	Remah	Remah
3	Remah	Remah
4	Sangat remah	Remah
5	Sangat remah	Remah

Sumber : Data primer

Pada **Tabel 2** tampak bahwa tekstur kompos berkisar antara cukup remah sampai sangat remah dan semuanya menunjukkan kesesuaian dengan standar warna yang tertera dalam SNI 19-7030-2004. Diduga perbedaan tekstur tersebut terjadi karena tingkat perombakan C-organik yang bervariasi. Perubahan tekstur ini teramati pada minggu ke-6.

### 3.6. Bau Kompos

Hasil pengujian bau kompos secara organoleptik oleh 5 orang panelis tertera pada **Tabel 3** berikut:

**Tabel 3.** Hasil pengamatan bau kompos

Konsentrasi aktivator (%)	Bau kompos	
	Aktivator MOL kulit pisang	Aktivator EM4
1	Bau seperti tanah	Bau seperti tanah
2	Bau seperti tanah	Bau seperti tanah
3	Bau tanah sedang	Bau seperti tanah
4	Bau seperti tanah	Bau seperti tanah
5	Bau seperti tanah	Bau seperti tanah

Sumber : Data primer

**Tabel 3** menunjukkan bahwa bau kompos hampir semua memiliki kesesuaian dengan standar bau yang tertera dalam SNI 19-7030-2004 yaitu bau seperti tanah. Hanya pada kompos yang dibuat dengan bioaktivator MOL kulit pisang kepok dengan konsentrasi 3% menunjukkan bau tanah sedang. Bau seperti tanah dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.. Sedangkan bau tanah sedang yang dihasilkan pada konsentrasi MOL 3% dalam hal ini sedikit bau menyengat. Kondisi ini diduga berasal dari dekomposisi pada kondisi anaerob yang menghasilkan amonia pada konsentrasi kecil. Fakta adanya salah satu reaktor yang berlangsung secara anaerob (walaupun mungkin tidak sepanjang periode pengomposan) mengkonfirmasi bahwa pada reaktor lain yang hasilnya tidak optimal kemungkinan disebabkan kondisi aerasi yang kurang memadai. Untuk memperoleh produk yang lebih baik, maka proses pengomposan aerobik harus dipantau kelembaban, kondisi aerasi dan temperatur proses. Temperatur proses yang mencapai sekitar 60° C merupakan indikator yang menunjukkan proses dekomposisi berlangsung aerob [26].

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas hasil penelitian pengomposan 2 kg limbah maserasi daun *Strobilanthes cusia* ditambah 1 kg serbuk gergaji yang diaktivasi dengan MOL kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan EM4 pada kondisi anaerob menunjukkan bahwa bioaktivator EM4 sedikit lebih efektif dibanding EM4. Dalam kisaran konsentrasi 1-5 % nilai rasio C/N pada kompos yang diaktivasi dengan MOL kulit pisang kepok lebih rendah dibanding yang diaktivasi oleh aktivator EM4. Produk terbaik diperoleh dari proses pengomposan dengan bioaktivator MOL kulit pisang kepok 5% dengan nilai rasio C/N 50,04% , kadar air 48,74 % , warna coklat kehitaman, tekstur sangat remah dan bau seperti tanah.

Menurut kriteria kompos yang baik dalam SNI SNI 19-7030-2004., rasio C/N belum memenuhi standar. Proses pengomposan aerob yang lebih baik dengan memantau kelembaban, aerasi dan temperatur reaktor.

## 5. Referensi

- [1] T. Islam, and R. Repon, "Synthetic Dyes for Textile Colouration: Process, Factors and Environmental Impact," *Text. Leather Rev.*, vol. 5, no. August, pp. 327–373, 2022, doi: 10.31881/TLR.2022.27.
- [2] L. Lara, I. Cabral, and J. Cunha, "Ecological Approaches to Textile Dyeing: A Review," *Sustain.*, vol. 14, no. 14, 2022, doi: 10.3390/su14148353.
- [3] J. Che and X. Yang, "A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources," *Heliyon*, vol. 8, no. 10, p. e10979, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10979.
- [4] S. Rahmalia, 1), Y. Azis, 2), and Ida Zahrina, "Efisiensi Adsorpsi Beberapa Zat Warna Sintetis Golongan Azo Menggunakan Hidroksiapatit," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, pp. 2–6, 2019.
- [5] H. Haryono, M. Faizal D, C. Liamita N, and A. Rostika, "Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektroflotasi," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 3, no. 1, p. 94, 2018, doi: 10.30870/educhemia.v3i1.2625.
- [6] L.Y. Kurnianti, Haeruddin, Arif Rahman, "Analisis Beban Dan Status Pencemaran BOD dan COD di Kali Asin, Semarang" *J. Fish. and Marine Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 379–388, 2020, [Online]. Available: <https://jfmr.ub.ac.id/index.php/jfmr/article/view/456/211>.
- [7] R. P. Sihombing and Y. T. Sarungu, "Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil dengan Metoda Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Besi (Fe) dan Aluminium (Al)," *JC-T (Journal Cis-Trans) J. Kim. dan Ter.*, vol. 6, no. 2, pp. 11–18, 2022, doi: 10.17977/um0260v6i22022p011.
- [8] S. W. Berlin, R. Linda, and Mukarlina, "Pemanfaatan Tumbuhan Sebagai Bahan Pewarna Alami Oleh Suku Dayak Bidayuh Di Desa Kenaman Kecamatan Sekayam Kabupaten Sanggau," *J. Protobiont*, vol. 6, no. 3, pp. 303–309, 2017.
- [9] S. Gala, S. Sumarno, and M. Mahfud, "Optimization of microwave-assisted extraction of natural dyes from jackfruit wood (*Artocarpus heterophyllus* Lamk) by response surface methodology," *Eng. Appl. Sci. Res.*, vol. 49, no. 1, pp. 29–35, 2022, doi: 10.14456/easr.2022.3.
- [10] K. Fren, *Useful Tropical Plants Database*. 2014.  
<https://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Strobilanthes+cusia>
- [11] Anonim, "Strobilanthes cusia," in *Pharmacognosy*, vol. 3, no. 4, 2020, pp. 1969–1969.
- [12] F. S. Rochman, "SHIBIRU: Produsen Pewarna Alam Indigo Strobilanthes cusia." pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: [https://gayengexpo.id/asset/upload/Company\\_Profil\\_Shibiru.pdf](https://gayengexpo.id/asset/upload/Company_Profil_Shibiru.pdf).
- [13] M.-Z. Qin, Y. Liu, W. Wu, T. Oberhänsli, and Q. Wang-Müller, "Citation: Qin MZ (2020) The Chemical Components and Pharmacological Functions of Strobilanthes Cusia (Nees) Kuntze," *Herb Med*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2020, doi: 10.36648/2472-0151.6.1.100047.
- [14] Q. Sun, J. Leng, L. Tang, L. Wang, and C. Fu, "A Comprehensive Review of the Chemistry, Pharmacokinetics, Pharmacology, Clinical Applications, Adverse Events, and Quality Control of Indigo Naturalis," *Front. Pharmacol.*, vol. 12, no. May, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3389/fphar.2021.664022.
- [15] C. M. Mehta and K. Sirari, "Comparative study of aerobic and anaerobic composting for better understanding of organic waste management: Aminireview," *Plant Arch.*, vol. 18, no. 1, pp. 44–48, 2018.
- [16] M. Sutikarini, Agusalm Masulili, Setiawan, Rini Suryani, "Pemanfaatan Limbah Tanaman Sebagai Pembenh Tanah Pada Poktan Sakersa Rasau Jaya II.," *J. Masy. Negeri Rokania*, vol. 1, no. 2, pp. 8–12, 2020.
- [17] N. H. Harlis, Upik Yelianti, Retni S Budiarti, "Pelatihan Pembuatan Kompos Organik Metode Keranjang Takakura sebagai Solusi Penanganan Sampah di Lingkungan Kost Mahasiswa.pdf," *Dedikasi, J. Pengabd. Masyarakat.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [18] R. A. Hadi, "Pemanfaatan MOL (Mikroorganisme Lokal) Dari Materi Yang Tersedia Di Sekitar Lingkungan," *Agrosience (Agsci)*, vol. 9, no. 1, p. 93, 2019, doi: 10.35194/agsci.v9i1.637.
- [19] Badan Pusat Statistik, "Produksi Tanaman Sayuran dan Buah–Buahan Semusim Menurut Jenis Tanaman (Kuintal), 2018–2020," no. 021. pp. 5–6, 2022, [Online]. Available: <https://kaltim.bps.go.id/indicator/55/354/1/produksi-tanaman-sayuran-dan-buah-buahan-semusim-menurut-jenis-tanaman.html>.
- [20] A. Amini Khoozani, J. Birch, and A. E. D. A. Bekhit, "Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 56, no. 2, pp. 548–559, 2019, doi: 10.1007/s13197-018-03562-z

- [21] S. T. G. Al-Sahlany and A. M. S. Al-musafer, "Effect of substitution percentage of banana peels flour in chemical composition, rheological characteristics of wheat flour and the viability of yeast during dough time," *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 87–91, 2020, doi: 10.1016/j.jssas.2018.06.005
- [22] M. Meriatna, S. Suryati, and A. Fahri, "Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganism) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 7, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.29103/jtku.v7i1.1172.
- [23] S. J. Kulkarni, "Aerobic Composting - A Short Review," *Int. J. Res. Rev.*, vol. 4, no. February, pp. 73–75, 2017.
- [24] I. B. Priyambada and I. W. Wardana, "Fast decomposition of food waste to produce mature and stable compost," *Sustinere J. Environ. Sustain.*, vol. 2, no. 3, pp. 156–167, 2018, doi: 10.22515/sustinere.jes.v2i3.47.
- [25] A. L. Meena, M. Karwal, R. K. J., and E. Narwal, "Aerobic composting versus Anaerobic composting: Comparison and differences," *Food Sci. Reports*, vol. 2, no. 1, pp. 23–26, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.21424.69125.
- [26] A. L. Meena, M. Karwal, and D. Dutta, "Composting: Phases and Factors Responsible for Efficient and Improved Composting Network Project on Organic Farming View project," no. January, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.13546.95689
- [27] S. Ratna, D.A.P. Samudro, G dan Sumiyati, "Pengaruh Kadar Air terhadap proses pengomposan sampah organik dengan metode takakura," *J. Tek. Mesin*, vol. 06, no. spesial, pp. 124–129, 2017.
- [28] B. Bachtiar and A. H. Ahmad, "Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi Analysis Of The Nutrient Content Of Compost Cassia siamea With Addition Of Activator Promi," *J. Biol. Makassar*, vol. 4, no. 1, pp. 68–76, 2019.