

PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINSTEK VII 2025

"Inovasi Teknologi untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Berbasis *Green Economy* dan

Blue Economy di Wilayah 3T

"Universitas Nusa Cendana Kupang

KADAR NPK DAN KUALITAS PUPUK ORGANIK CAIR DARI KOMBINASI DAUN GAMAL/DAUN LAMTORO DENGAN PENAMBAHAN KOTORAN HEWAN RUMINANSIA/NON RUMINANSIA

*Nutrient Content (NPK) and Quality of Liquid Organic Fertilizer Made from a Mixture of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* Leaves with Ruminant and Non-Ruminant Manure Additions*

Bibiana Dho Tawa¹⁾, Kristian Delpiero Talo¹⁾, Hermania Em Wogo¹⁾, Antonius R. B. Ola¹⁾

¹⁾Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

¹⁾e-mail: b_dhotawa@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian kombinasi daun gamal/daun lamtoro dengan penambahan kotoran hewan Ruminansia/Non Ruminansia pada pembuatan pupuk organik cair dari daun kering dan daun mentah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan komposisi daun gamal: daun lamtoro baik mentah maupun kering dengan penambahan kotoran hewan ruminansia/nonruminansia yang menghasilkan kandungan unsur hara makro (NPK) tertinggi. Kandungan N, P, dan K dalam pupuk organik cair ditentukan masing-masing dengan metode Kjeldahl, spektrofotometri dan flame fotometri. Karakter lain seperti suhu, warna dan bau pupuk organik cair juga diteliti. Komposisi bahan daun gamal: daun lamtoro yang menghasilkan kadar N, P (P_2O_5) dan K (K_2O) tertinggi masing-masing diperoleh pada komposisi 7:3, 7:3 dan 1:9 sebesar 0,07 %, 1,50 %, dan 0,52 %, sedangkan pada daun mentah, diperoleh pada komposisi 1:9, 2:3, dan 7:3 dengan kandungan N, P (P_2O_5) dan K (K_2O) tertinggi masing-masing sebesar 0,05 %, 0,76 %, dan 0,11%. Selain itu, pupuk organik cair yang dihasilkan pada hari ke 21 proses fermentasi memiliki suhu 32 °C, pH 7, warna coklat kehitaman dan berbau tanah. Pupuk organik cair dengan kandungan NPK dan kualitas tersebut dapat menjadi alternatif pupuk anorganik dalam meningkatkan produksi pertanian yang ramah lingkungan.

Kata kunci: pupuk organik cair, daun gamal, daun lamtoro, ruminansia, non ruminansia.

ABSTRACT

*A study has been carried out to explore the use of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* leaves—both in dried and raw forms—combined with manure from ruminant and non-ruminant animals, for the production of liquid organic fertilizer. The goal is to identify the optimal ratio of *Gliricidia sepium* to *Leucaena leucocephala* leaves that yields the highest levels of macronutrients (N, P, and K). Nutrient content was analysed using the Kjeldahl method for nitrogen (N), spectrophotometry for phosphorus (P), and flame photometry for potassium (K). Additional physical characteristics such as temperature, color, and odor of the fertilizer were also observed. The highest N, P (as P_2O_5), and K (as K_2O) contents in fertilizers made from dried leaves were found in leaf ratios of 7:3, 7:3, and 1:9, respectively, with nutrient concentrations of 0.07% for N, 1.50% for P, and 0.52% for K. For raw leaves, the optimal ratios were 1:9 for N, 2:3 for P, and 7:3 for K, with corresponding nutrient levels of 0.05%, 0.76%, and 0.11%. On the 21st day of fermentation, the liquid organic fertilizer has a temperature of 32°C, a neutral pH of 7, a blackish-brown color, and an earthy smell. These findings suggest that liquid organic fertilizer produced through this method, with sufficient NPK content and favorable qualities, has the potential to serve as an eco-friendly alternative to chemical fertilizers in sustainable agriculture.*

Keywords: *Liquid organic fertilizer, *Gliricidia sepium* leaf, *Leucaena leucocephala* leaf, ruminant animal, non-ruminant animal.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana peningkatan ekonomi nasional dapat mengandalkan sektor pertanian. Khusus untuk triwulan pertama tahun 2025 sektor pertanian mengalami pertumbuhan ekonomi yang signifikan sebesar 10,45 % di tengah kondisi global yang tidak menentu (Indonesia.go.id, 2025). Untuk mendukung kemajuan dalam sektor pertanian, petani sangat membutuhkan pupuk demi meningkatkan produktivitas tanaman. Kebanyakan petani sekarang banyak menggunakan pupuk kimia anorganik dibandingkan pupuk organik.

Pupuk organik merupakan salah satu jenis pupuk yang tidak banyak beredar di pasaran dibandingkan dengan pupuk anorganik (kimia). Pupuk organik terdapat dalam bentuk padat dan cair. Kelebihan dari pupuk organik cair adalah unsur hara yang terdapat di dalamnya lebih mudah diserap tanaman (Murbandono, 1990). Pupuk organik cair merupakan pupuk yang sebagian besar atau seluruh bahan pembuatannya berasal dari sisa tanaman atau kotoran hewan yang mengalami pembusukan bersama air yang prosesnya dilakukan secara alamiah dan bersifat ramah lingkungan. Pupuk organik cair selain dapat diberikan di sekitar tanaman, pupuk organik cair juga dapat diberikan pada daun tanaman.

Dalam penelitian ini akan digunakan 2 bahan dasar yaitu daun gamal dan daun lamtoro. Gamal mengandung unsur hara esensial yang tinggi karena termasuk dalam famili *leguminosae*. Tanaman yang termasuk dalam famili *leguminosae* (gambar) dapat berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan pupuk organik cair karena dapat memicu pertumbuhan suatu tanaman (Oviyanti dkk., 2016). Menurut Jayadi (2009), jaringan daun gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca dan 0,41% Mg.

Tanaman lamtoro banyak tumbuh di daerah tropis dan merupakan tanaman liar yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan ternak. Menurut Ibrahim (2002), jaringan daun lamtoro mengandung 3,84% N, 0,2% P, 2,06% K, 1,31% Ca dan 0,33% Mg. Menurut Pratiwi (2009), daun lamtoro dapat berpotensi sebagai pupuk yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Selain bahan dasar yaitu daun gamal dan lamtoro, penelitian ini juga menambahkan kotoran hewan Ruminansia dan non Ruminansia. Kotoran hewan Ruminansia yang digunakan terdiri dari kotoran sapi dan kotoran kambing. Sedangkan kotoran hewan non Ruminansia yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran babi. Menurut Lingga (2003), unsur hara yang terkandung dalam kotoran sapi, kambing dan babi cukup tinggi. Pada kotoran sapi terkandung 0,40% N, 0,20% P, 0,10% K, sedangkan kotoran kambing

mengandung 0,60% N, 0,30% P, 0,17% K dan kotoran babi mengandung 0,95% N, 0,35% P, 0,40% K.

Pada pembuatan pupuk organik cair juga digunakan EM4 (*Effective Microorganisme* 4) sebagai bahan bioaktivator buatan. Menurut Nur dkk. (2014), EM4 mempunyai beberapa mikroorganisme yang dapat digunakan dalam proses fermentasi yaitu bakteri *fotosintetik*, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, ragi (*yeast*) dan *actinomycetes*. Dalam proses fermentasi mikroba-mikroba ini membutuhkan nutrisi untuk berkembang biak. Nutrisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air kelapa, dimana air kelapa mengandung karbon (C) seperti glukosa, sukrosa, fruktosa dan karbohidrat yang merupakan salah satu nutrisi utama untuk mikroba. Air kelapa juga banyak mengandung gula dan beberapa mineral lainnya seperti kalium (K) dan kalsium (Ca).

Penelitian yang berkaitan dengan komposisi daun gamal dan lamtoro dengan penambahan kotoran hewan ruminansia dan non ruminansia merupakan hal baru. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan ditentukan komposisi daun gamal dan daun lamtoro optimal berdasarkan kadar NPK optimal untuk masing-masing komposisi daun gamal dan lamtoro kering dan mentah.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan laboratorium dan peralatan lapangan. Peralatan laboratorium yang digunakan yaitu, gelas ukur, pipet volume, erlenmeyer, tabung reaksi, gelas kimia, corong, tabung *digestion*, pH universal, alat pemanas destruksi (Kjeldigester), Spektrofotometri UV-Vis, *Flame Photometer*, alat destilasi, alat titrasi, neraca analitik, alu, mortar. Peralatan lapangan yang digunakan adalah timbangan, sekop, wadah (toples), blender, termometer, pengaduk, saringan/ayakan dan ember.

Bahan baku (sampel) yang digunakan untuk pembuatan pupuk organik cair adalah daun gamal, daun lamtoro, kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi serta air kelapa. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah EM4, Asam Nitrat, Asam Perklorat, Asam Klorida, Tembaga (II) Sulfat, Natrium Sulfat, Asam Sulfat, Natrium Hidroksida, Ammonium Heptamolydate, Kalium Antimonil tartrat, Asam Askorbat, Selenium, Bromocresol Green, Metil Merah, Etanol dan kertas saring.

Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dibuat variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro mentah

sebanyak 6 (enam) perlakuan. Adapun keenam perlakuan tersebut dibuat dalam perbandingan daun gamal (DG): daun lamtoro (DL) dengan perbandingan komposisi 9:1, 7:3, 1:1, 2:3, 3:7 dan 1:9. Perlakuan ini dilakukan juga untuk daun gamal dan daun lamtoro yang kering. Analisis kualitas atau karakteristik dari pupuk organik cair yang dihasilkan meliputi N, P dan K. Suhu dan pH dilakukan setiap 2 hari sedangkan N, P dan K diukur pada waktu 21 hari. Proses fermentasi pupuk ini dihentikan setelah mencapai waktu 21 hari. Pupuk organik cair dibuat dengan cara memvariasi daun gamal dan daun lamtoro sedangkan kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi serta EM4 juga air kelapa dibuat konstan.

Prosedur Kerja

a. Preparasi Bahan Baku Kering, Mentah dan Kotoran Ternak

Sampel daun mentah yang terdiri dari daun gamal dan daun lamtoro mentah dipisahkan dari rantingnya, kemudian untuk daun gamal terlebih dahulu dicacah kasar lalu dihaluskan dengan menggunakan blender. Sedangkan daun lamtoro karena memiliki daun yang kecil maka tidak dicacah lagi namun langsung diblender. Untuk sampel daun kering, daun gamal dan daun lamtoro mentah yang sudah dipisahkan dari ranting kemudian dikeringkan selama 1 minggu. Setelah itu, dihaluskan dengan menggunakan blender lalu diayak dengan menggunakan ayakan 2 mm. Kotoran ternak yang digunakan yaitu dari kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi dikeringkan selama 1 minggu, lalu dihaluskan menggunakan mortar kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 5 mm.

b. Pembuatan Pupuk Organik Cair (Fermentasi)

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan membuat campuran sebanyak 133 g yang terdiri dari daun gamal, daun lamtoro, kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi yang sudah dihaluskan. Untuk daun disiapkan sebanyak 100 g yang terdiri dari daun gamal dan daun lamtoro mentah dengan variasi komposisi daun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi komposisi daun gamal (DG) dan daun lamtoro (DL).

No.	DG: DL
1	9:1
2	7:3
3	1:1
4	2:3
5	3:7
6	1:9

Kemudian setiap variasi daun yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam wadah (toples) dan ditambahkan kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi yang telah dihaluskan sebanyak 33 g (11 g KS : 11 g KK : 11 g KB), lalu ditambahkan pula 13 mL EM4, 13 mL air kelapa dan 500 mL air (perlakuan ini dibuat konstan untuk setiap variasi daun). Campuran kemudian diaduk sampai rata dan selanjutnya wadah ditutup rapat.

Perlakuan yang sama juga dilakukan dengan menggunakan sampel daun gamal dan daun lamtoro yang kering. Proses fermentasi dilakukan selama 21 hari. Pembalikan atau aerasi dilakukan setiap 2 hari sekali. Variabel pH, suhu, bau dan warna diamati selama proses fermentasi dari hari ke-0 sampai 21.

c. Pengukuran Suhu

Pengukuran dilakukan setiap 2 hari sekali, dimana pengukuran suhu dilakukan dari hari ke-0 sampai 21 menggunakan termometer dengan cara memasukan ujung termometer ke dalam sampel pada wadah sampel pupuk organik cair.

d. Pengukuran pH

Pengukuran dilakukan setiap 3 hari sekali dari hari ke-0 sampai 21 menggunakan pH universal dengan cara memasukan pH universal ke dalam sampel hingga ujung pH universal tenggelam dalam sampel.

e. Penentuan Kadar N

Diukur 9,31 g sampel lalu dimasukkan ke dalam tabung digestion, kemudian ditambahkan 1 g campuran selenium, 10 mL larutan H₂SO₄ pekat dan 3 tetes antifoam. Kemudian dikocok lalu dimasukkan ke dalam pemanas destruksi (Kjeldigester) pada suhu ± 400°C selama 4 jam. Setelah 4 jam alat destruksi dimatikan, dan sampel didinginkan semalam. Sampel yang telah didinginkan ditambahkan aquades 50 mL, kemudian dikocok dan didiamkan ± 2 jam.

Peralatan destilasi disiapkan dan dipanaskan kemudian ke dalam tabung digestion yang berisi ekstrak sampel ditambahkan 40 mL NaOH 40%, lalu dihubungkan ke peralatan distilasi uap, sistem distilasi uap ditutup dan kemudian diletakan sebuah erlenmeyer 100 mL yang berisi 10 mL asam borat dan 3 tetes penunjuk Conway di bawah kondensor. Generator uap dihentikan ketika larutan distilat mencapai kira-kira 40 mL.

Titrasi larutan distilat dengan HCl 0,09 N standar dengan menggunakan buret. Perubahan warna pada titik akhir adalah hijau jernih menjadi merah jambu (Sulaeman dan Evi, 2005).

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(V_2 - V_1)N \times 14 \times 100 \times 10^{-3}}{\text{gram sampel}}$$

Keterangan:

V_1 = mL titran untuk sampel

V_2 = mL titran untuk blanko

N = normalitas HCl

14 = Ar N

f. Penentuan Kadar P (P_2O_5)

- Pembuatan Pereaksi Pekat

Sebanyak 12 g ammonium heptamolibdat ditambah 0,275 g kalium antimoniltatrat dan 140 mL H_2SO_4 diencerkan pada labu ukur 1 liter.

- Pembuatan Pereaksi Pengencer

Sebanyak 0,53 g asam askorbat ditambah 50 mL pereaksi pekat diencerkan pada labu ukur 500 mL.

- Pembuatan Larutan Standar P

Sebanyak 100 ppm larutan standar PO_4 dibuat variasi 1, 2, 4, 6, 8, 10 ppm sebanyak 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 mL. Kemudian masing-masing ditambahkan asam campur sebanyak 5 mL dan diencerkan pada labu ukur 50 mL.

- Penentuan Kurva Kalibrasi

Sebanyak 1 mL larutan standar PO_4 (1, 2, 4, 6, 8, 10 ppm) dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 9 mL pereaksi pengencer. Kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 20 menit. Diukur absorbansi dari masing-masing larutan fosfor menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 889 nm.

- Penentuan Kadar P (P_2O_5)

Diukur 4,08 g sampel lalu dimasukkan ke dalam tabung digestion, kemudian ditambahkan asam campur 10 mL dan ditambahkan aquades. Kemudian dikocok lalu dimasukkan ke dalam alat pemanas destruksi (Kjeldigester) pada suhu $\pm 260^{\circ}C$ selama 1 jam. Setelah 1 jam alat destruksi dimatikan, dan sampel didinginkan. Sampel kemudian diencerkan dengan aquades lalu disaring. Filtrat ditambahkan aquades hingga 50 mL, dipindahkan ke dalam wadah tertutup dan didiamkan beberapa saat. Setelah itu diambil 1 mL larutan ekstrak sampel diencerkan dengan 9 mL aquades, lalu dikocok hingga homogen. Ekstrak sampel diambil 1 mL ditambahkan 9 mL pereaksi pengencer (reagen pembangkit warna) dan dikocok hingga homogen lalu didiamkan 20 menit. Diukur absorbansi dari masing-masing larutan fosfor menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 889 nm (Sulaeman dan Evi, 2005).

Kadar P = ppm kurva x mL ekstrak/1000mL x 100/mg sampel x Fp x 31/95

$$\text{Kadar P}_2\text{O}_5 = \frac{\text{berat P}_2\text{O}_5}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

ppm kurva = kadar sampel yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

Fp = faktor pengenceran

31 = bobot atom P

95 = bobot molekul PO₄

g. Penentuan Kadar K (K₂O)

- Penentuan Larutan Standar K

Sebanyak 200 ppm larutan standar KCl dibuat variasi dibuat variasi 5, 10, 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm sebanyak 5, 10, 20, 40, 60, 80 dan 100 mL. Kemudian masing-masing ditambahkan asam campur sebanyak 5 mL dan diencerkan pada labu ukur 100 mL.

- Penentuan Kurva Kalibrasi

Sebanyak 1 mL larutan standar KCl (5, 10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm) dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 9 mL aquades. Dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 20 menit. Diukur absorbansi dari masing-masing larutan kalium menggunakan *flame photometer*.

- Penentuan Kadar K (K₂O)

Diukur 4,08 g sampel lalu dimasukkan ke dalam tabung digestion, kemudian ditambahkan asam campur 10 mL dan ditambahkan aquades. Kemudian dikocok-kocok lalu dimasukkan ke dalam alam pemanas destruksi (Kjeldigester) pada suhu ± 260°C selama 1 jam. Setelah 1 jam alat destruksi dimatikan, dan sampel didinginkan. Kemudian sampel diencerkan dengan aquades lalu disaring. Filtrat ditambahkan aquades hingga 50 mL, dipindahkan ke dalam wadah tertutup dan didiamkan beberapa saat. Setelah itu diambil 1 mL larutan ekstrak sampel diencerkan dengan 9 mL aquades, lalu dikocok hingga homogen. Disiapkan deret standar larutan kalium dengan konsentrasi 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm kalium, diambil masing-masing 1 mL larutan standar kalium dan diencerkan dengan 9 mL aquades. Kemudian diukur kadar kalium dari deret standar dan sampel menggunakan *flame photometer* (Sulaeman dan Evi, 2005).

$$\text{Kadar K}_2\text{O} (\%) = \text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak}/1000 \text{ mL} \times 100/\text{mg sampel} \times \text{Fp}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar sampel yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah kurangi blanko

Fp = faktor pengenceran

Analisis Data

Analisis dilakukan dengan metode korelasi dan dibuat grafik variabel bebas (variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro) terhadap variabel terikat (N, P dan K).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu

Suhu sangat penting dalam proses pertumbuhan mikroorganisme pengurai sampel pupuk organik cair. Pengukuran suhu dilakukan 2 hari sekali untuk mengetahui perubahan aktivitas mikroorganisme. Pengukuran suhu ini dilakukan pada sampel pupuk organik cair daun kering dan daun mentah. Hasil pengukuran suhu untuk sampel pupuk organik cair daun kering dan daun mentah dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 hingga hari ke-6 untuk sampel daun kering terjadi kenaikan suhu dengan kisaran suhu 30°C - 32,5°C. Dalam proses fermentasi, pada suhu ini termasuk dalam fase mesofilik (penghangatan) dimana mikroorganisme yang ada dalam sampel pupuk organik cair sudah mulai menguraikan ukuran partikel bahan organik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Irfan dan Munaldi (2017), dimana pada awal fermentasi terjadi peningkatan temperatur yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik menjadi CO₂, uap air dan energi dalam bentuk panas.

Tabel 2.

Nilai suhu sampel pupuk organik cair daun kering pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Suhu (°C)					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	30	30	30	30	30	30
3	31,5	31	31,5	31	31	31,5
6	32	32,5	32	32	32	32,5
9	33,5	33	33	33	33	33
12	35	35	34,5	35	33,5	33,5
15	33	33	33	33,5	32,5	32,5
18	32	32	32,5	32	32	32
21	32	32	32	32	32	32

Pada hari ke-9 suhunya naik menjadi 33°C. Pada suhu ini menunjukkan bahwa mikroorganisme pengurai mulai bekerja dan proses fermentasi mulai bekerja. Kemudian pada hari ke-12 suhu meningkat menjadi 35°C. Suhu ini disebut sebagai suhu puncak dari proses fermentasi. Hal ini dikarenakan bakteri sudah sangat aktif mengurai bahan organik dan juga terjadinya penguraian mikroba yang menghasilkan panas pada sampel pupuk organik cair (Darmawati, 2015). Pada hari ke-15 untuk sampel daun kering terjadi penurunan suhu dari 35°C menjadi 33°C. Penurunan suhu ini terjadi karena aktivitas dari mikroorganisme dalam mengurai bahan organik mulai berkurang. Menurut Mahadi dkk. (2014), suhu tersebut merupakan tahap pendinginan atau fase pematangan dimana konsentrasi material organik pada sampel pupuk organik cair sudah menipis.

Pada hari ke-18 – 21 suhu sudah konstan. Dengan suhu yang sudah konstan ini menunjukkan bahwa proses pengomposan telah sampai pada masa pematangan. Suhu yang konstan dapat dilihat pada hari ke-18 - 21 yaitu 32°C. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Natsi dkk. (2016), dimana suhu optimum untuk proses pembuatan pupuk organik cair yaitu 30°C - 50°C.

Tabel 3.

Nilai suhu sampel pupuk organik cair daun mentah pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Suhu (°C)					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	30	30	30	30	30	30
3	32	31	31,5	31	31	32
6	33	32	31,5	31	31,5	32
9	33,5	33	33,5	33	33	32
12	34	34	34	34	34	34
15	33	33	32	33	32	33
18	32	32	32	32	32	32
21	32	32	32	32	32	32

Data pada Tabel 3 untuk sampel pupuk organik cair daun mentah menunjukkan terjadinya perubahan suhu untuk setiap variasi komposisi pada awal fermentasi sampai akhir fermentasi dengan kisaran suhu 30°C - 34°C. Pada hari ke-0-6 untuk sampel daun mentah terjadi kenaikan suhu dengan kisaran suhu 30°C - 33°C. Suhu ini termasuk dalam fase mesofilik. Pada hari ke-9 suhunya naik menjadi 33,5°C. Kemudian pada hari ke-12

suhu meningkat menjadi 34°C. Suhu ini disebut sebagai suhu puncak dari proses fermentasi. Pada hari ke 15 terjadi penurunan suhu dari 34°C menjadi 33°C, dimana suhu ini merupakan tahap pendinginan atau fase pematangan. Pada hari ke-18 – 21 suhu sudah konstan. Hasil yang diperoleh dari pengukuran suhu sampel pupuk organik cair dari daun kering dan daun mentah tidak beda jauh sehingga untuk penjelasan data sampel pupuk organik cair daun mentah sesuai dengan penjelasan pada Tabel 2.

pH

Salah satu faktor yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme adalah pH, dimana pH dapat dijadikan indikator yang baik dari aktivitas mikroorganisme. Pengukuran pH ini dilakukan pada sampel pupuk organik cair daun kering dan daun mentah. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 derajat keasaman sampel pupuk organik cair yaitu 5 yang bersifat asam. pH masih bersifat asam dikarenakan aktivitas yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam mendegradasi sampel pupuk organik cair di awal proses fermentasi akan menghasilkan asam-asam organik (Nasution dkk., 2017). Pada tahap ini terjadi proses aerob dimana dalam pencampuran sampel pupuk organik cair masih terdapat oksigen. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sutiyo (2017), bahwa pH asam disebabkan karena terjadi demineralisasi unsur-unsur mikro seperti Mg^{2+} , K^+ dan Ca^{2+} .

Pada hari ke-3 – 6, pH dari sampel daun kering belum mengalami kenaikan yang signifikan dikarenakan aktifitas mikroorganisme masih menghasilkan asam–asam organik. Pada hari ke-9 – 15 terjadi kenaikan pH dari 6 – 7 dikarenakan proses aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa–senyawa organik sangat aktif. Mikroorganisme yang bekerja pada tahap ini yaitu mikroorganisme penghasil enzim dimana mikroorganisme tersebut mendegradasi ammonia menjadi ammonium yang bersifat basah lemah. Menurut Penelitian yang dilakukan oleh Suwatanti dan Widyaningrum (2017), mikroorganisme yang bekerja pada tahap ini mulai mengubah nitrogen menjadi ammonium sehingga pH yang dihasilkan meningkat dengan cepat, dimana awalnya bersifat asam menjadi basa dan sebagian ammonia dilepaskan atau dikonversi menjadi nitrat. Nitrat yang dihasilkan kemudian didenitrifikasi sehingga pH pupuk organik cair menjadi netral. pH yang netral ditunjukkan pada hari ke-18–21 yang menunjukkan keadaan netral. Semakin netral pH semakin baik pupuk organik cair yang dihasilkan. Nilai pH ini sesuai dengan nilai pH standar dari Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/2011 yaitu 4–9.

Tabel 4.
pH sampel pupuk organik cair daun kering pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	pH					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	5	5	5	5	5	5
3	5	6	5	5	5	6
6	6	5	5	6	6	6
9	6	6	6	6	6	6
12	6	6	6	6	6	6
15	7	7	7	6	6	7
18	7	7	7	7	7	7
21	7	7	7	7	7	7

Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 derajat keasaman sampel pupuk organik cair yaitu 5. Pada hari ke-3, belum terjadi kenaikan pH dikarenakan bahan baku yang digunakan berasal dari bahan mentah sehingga mikroorganisme yang ada dalam sampel pupuk organik cair membutuhkan waktu yang lama dalam mendegradasikan senyawa-senyawa organik. Hal ini menyebabkan pH terukur masih konstan dengan pH di hari ke-0. Pada hari ke-6, pH dari setiap variasi komposisi belum mengalami kenaikan yang signifikan. Pada hari ke-9 – 18, terjadi kenaikan pH dari 6–7. Pada hari ke-21, diperoleh pH netral yaitu 7. Penjelasan terkait hal ini sesuai dengan penjelasan pada Tabel 4.

Tabel 5. pH sampel pupuk organik cair daun mentah pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	pH					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
6	6	5	6	5	5	5
9	6	6	6	6	6	6
12	6	6	6	6	6	6
15	6	6	6	6	6	6
18	7	7	7	7	7	7
21	7	7	7	7	7	7

Warna dan Bau

Warna dan bau termasuk dalam parameter fisik yang bersifat kualitatif karena pengukurannya tidak menggunakan bantuan alat-alat kimia namun digunakan alat indera dan kecermatan yang sesuai dalam mencocokkan warna dan bau dari pupuk organik cair.

Warna Sampel Pupuk Organik Cair

Pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa di awal fermentasi (hari ke-0–3), pada setiap variasi komposisi tidak mengalami perubahan warna dimana warna sampel pupuk organik cair berwarna hijau. Warna ini dikarenakan jumlah daun gamal dan daun lamtoro lebih banyak dibandingkan dengan kotoran hewan sapi, kambing dan babi. Diawal fermentasi mikroorganisme yang bekerja belum optimal dalam mengurai bahan - bahan organik sehingga belum terjadi perubahan warna pada sampel pupuk organik cair.

Pada hari ke-6, terjadi perubahan warna yang berbeda, dimana pada komposisi perbandingan 9:1 dan 1:9 warna sampelnya masih berwarna hijau dan untuk komposisi perbandingan 7:3, 1:1, 2:3, 3:7 sudah terjadi perubahan warna dari hijau menjadi hijau kecoklatan. Pada hari ke-9-12, untuk semua variasi komposisi mengalami perubahan menjadi hijau kecoklatan. Hal ini dikarenakan aktivitas mikroorganisme yang ada dalam sampel pupuk organik cair sudah mulai aktif mengurai bahan-bahan organik yang ada dalam sampel pupuk organik cair. Pada hari ke-15, warna sampel pupuk organik cair berubah warna menjadi coklat. Hal ini menandakan bahwa fermentasi dari sampel pupuk organik cair sudah mendekati tahap akhir proses fermentasi. Proses ini terjadi karena mikroorganisme aktif mendegradasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam sampel pupuk organik cair.

Tabel 6.

Warna sampel pupuk organik cair daun mentah pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Warna					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	H	H	H	H	H	H
3	H	H	H	H	H	H
6	H	HK	HK	HK	HK	H
9	HK	HK	HK	HK	HK	HK
12	HK	HK	HK	HK	HK	HK
15	C	C	C	C	C	C
18	CK	CK	CK	CK	CK	CK
21	CK	CK	CK	CK	CK	CK

Keterangan:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| - . H : Hijau | - . C : Coklat |
| - . HK : Hijau Kecoklatan | - . CK : Coklat Kehitaman |

Pada hari 18–21, setiap variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro mentah mengalami perubahan warna dari coklat menjadi coklat kehitaman. Proses perubahan ini disebabkan karena efektivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan-bahan organik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sundari dkk. (2012), dimana pembuatan pupuk organik cair ditandai dengan berubahnya warna dari hijau menjadi coklat dan warna sampel pupuk organik cair yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman yang menyerupai warna tanah. Semakin kehitaman warna sampel pupuk organik cair maka semakin matang proses fermentasinya.

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa pada hari ke-0–3, setiap variasi komposisi tidak terjadi perubahan warna dimana warna sampel pupuk organik cair tetap berwarna kuning kecoklatan. Hal ini menandakan bahwa warna kuning kecoklatan merupakan warna dari campuran daun gamal dan daun lamtoro kering dengan tambahan kotoran hewan sapi, kambing dan babi. Pada awal fermentasi tidak terjadi perubahan warna karena aktivitas mikroorganisme belum bekerja secara optimal. Pada hari ke-6 – 9 untuk setiap variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro mengalami perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi coklat. Hal ini menandakan bahwa fermentasi dari sampel pupuk organik cair sudah mendekati tahap akhir dari proses pengomposan. Pada sampel pupuk organik cair daun kering, proses fermentasi berjalan cepat dikarenakan daun yang bersifat kering mudah diurai oleh mikroorganisme.

Pada hari ke-15–21, setiap variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro kering mengalami perubahan warna dari coklat menjadi coklat kehitaman. Proses perubahan ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan-bahan organik. Keberhasilan pembuatan pupuk organik cair dengan cara fermentasi ditandai oleh adanya lapisan putih pada permukaan, bau yang khas dan warna yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman menyerupai warna tanah (Sundari dkk., 2012).

Tabel 7.

Warna sampel pupuk organik cair daun kering pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Warna					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	KC	KC	KC	KC	KC	KC

3	KC	KC	KC	KC	KC	KC
6	C	C	C	C	C	C
9	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	C	C	C
15	CK	CK	CK	CK	CK	CK
18	CK	CK	CK	CK	CK	CK
21	CK	CK	CK	CK	CK	CK

Keterangan :

- . KC : Kuning Kecoklatan
- . CK : Coklat Kehitaman
- . C : Coklat

Bau Sampel Pupuk Organik Cair

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa pada hari ke-0–6 untuk komposisi perbandingan 9:1 dan 7:3, bau yang dihasilkan masih berbau daun gamal dan sedikit berbau kotoran hewan, kotoran sapi, kambing dan babi. Bau dari daun lamtoro tidak tercium baunya dikarenakan jumlah daun gamal yang ditambahkan lebih banyak dari daun lamtoro. Sedangkan untuk komposisi perbandingan 3:7 dan 1:9, bau yang dihasilkan berbau daun lamtoro dan sedikit berbau kotoran hewan sapi, kambing dan babi. Dalam variasi komposisi ini daun gamal tidak tercium baunya dikarenakan jumlah daun gamal yang ditambahkan lebih sedikit dari jumlah daun lamtoro. Pada komposisi 1:1 dan 2:3, bau yang dihasilkan yaitu berbau dedaunan dikarenakan jumlah daun gamal dan daun lamtoro yang ditambahkan mempunyai jumlah atau takaran yang sama atau berbeda tipis. Selain berbau dedaunan juga tercium sedikit bau kotoran hewan yaitu kotoran sapi, kambing dan babi. Pada hari ke-0–6 belum tercium bau tanah disebabkan karena terjadinya reaksi oksidasi yang menghasilkan gas amoniak, air dan energi panas sehingga menyebabkan aroma khas yang dipakai dalam pembuatan pupuk organik cair menjadi menyengat. Pada tahap ini juga mikroorganisme mulai aktif mendegradasi bahan-bahan organik yang ditandai dengan kenaikan suhu.

Tabel 8.

Bau sampel pupuk organik cair daun mentah pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Bau					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	1	1	2	2	3	3
3	1	1	2	2	3	3
6	1	1	2	2	3	3

9	4	4	4	5	6	6
12	4	4	5	5	6	6
15	7	7	7	7	7	7
18	7	7	7	7	7	7
21	8	8	8	8	8	8

Keterangan:

- . 1: Bau daun gamal dan sedikit berbau kotoran hewan
- . 2: Bau daun gamal dan daun lamtoro dan sedikit berbau kotoran hewan
- . 3: Bau Daun Lamtoro dan sedikit berbau kotoran hewan
- . 4: Bau daun gamal sangat menyengat
- . 5: Bau dedaunan yang sangat menyengat
- . 6: Bau daun lamtoro sangat menyengat
- . 7: Sedikit bau tanah
- . 8: Agak Bau tanah

Pada hari 9–12, untuk komposisi perbandingan 9:1 dan 7:3 bau yang dihasilkan yaitu bau daun gamal yang sangat menyengat. Sedang untuk komposisi perbandingan 1:1 dan 2:3, bau dedaunannya sangat menyengat dan perbandingan komposisi 3:7 dan 1:9 bau daun lamtoro sangat menyengat. Hal ini disebabkan oleh proses perombakan sampel pupuk organik cair oleh mikroorganisme yang melepaskan gas NH₃, air dan panas ke udara sehingga bau pada sampel pupuk organik cair sangat menyengat.

Pada hari ke-15-18 bau yang dihasilkan sudah sedikit berbau tanah, namun masih sedikit berbau dedaunan. Dan pada hari ke-21, bau yang dihasilkan sudah berbau tanah. Bau tanah mengindikasikan telah berakhirnya reaksi oksidasi dan tidak terjadi proses degradasi oleh mikroorganisme. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Saidy (2018), bahwa salah satu parameter dalam pembuatan pupuk yaitu terjadinya perubahan bau selama proses fermentasi dimana bau yang dihasilkan yaitu bau tanah.

Tabel 9.
Bau sampel pupuk organik cair daun kering pada berbagai perbandingan DG : DL.

Hari	Bau					
	9:1	7:3	1:2	2:3	3:7	1:9
0	1	1	2	2	3	3
3	1	1	2	2	3	3
6	4	4	5	5	6	6

9	4	4	5	5	6	6
12	7	7	7	7	7	7
15	8	8	8	8	8	8
18	9	9	9	9	9	9
21	9	9	9	9	9	9

Keterangan:

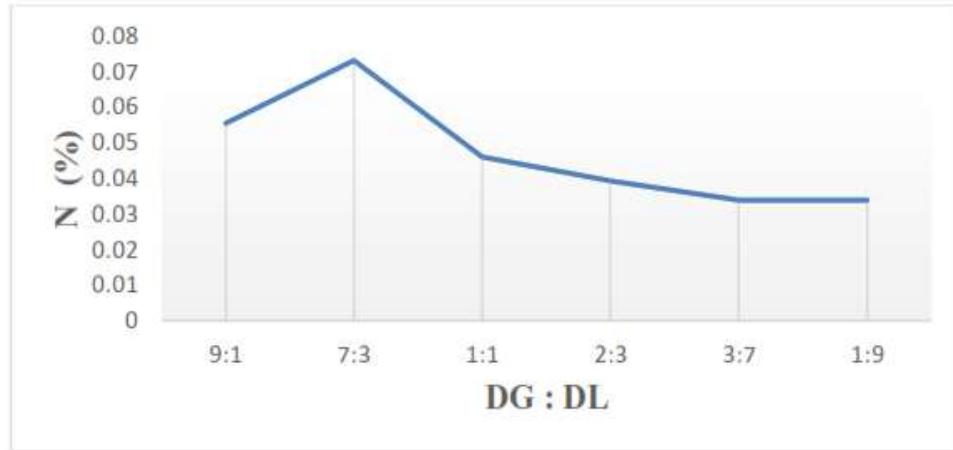
- . 1: Bau daun gamal dan bau kotoran hewan
- . 2: Bau daun gamal, daun lamtoro dan bau kotoran hewan
- . 3: Bau Daun Lamtoro dan bau kotoran hewan
- . 4: bau daun gamal menyengat dan sedikit bau kotoran hewan
- . 5: bau dedaunan menyengat dan sedikit bau kotoran hewan
- . 6: bau daun lamtoro menyengat dan sedikit bau kotoran hewan
- . 7: Sedikit tercium bau tanah
- . 8: Agak Bau tanah
- . 9: Bau tanah

Pada Tabel 9, terlihat bahwa terjadi perubahan bau dari awal fermentasi hingga akhir fermentasi. Bau awal yang dihasilkan dari setiap variasi komposisi daun gamal dan daun lamtoro dengan penambahan kotoran hewan sapi, kambing dan babi yaitu berbau daun gamal, daun lamtoro dan kotoran hewan. Hal ini dikarenakan di awal fermentasi belum terjadi proses penguraian oleh mikroorganisme sehingga bau yang dihasilkan masih bau khas dari campuran sampel pupuk organik cair tersebut. Dimana pada komposisi perbandingan 9:1 dan 7:3 berbau daun gamal dan kotoran hewan. Pada komposisi perbandingan 1:1 dan 2:3 berbau daun gamal, daun lamtoro dan kotoran hewan. Dan pada komposisi perbandingan 3:7 dan 1:9 tercium bau daun lamtoro dan kotoran hewan. Pada tahap ini tidak tercium bau tanah dikarenakan terjadinya reaksi oksidasi yang menghasilkan gas amoniak, air dan energi panas sehingga bau khas dari setiap perlakuan masih tercium. Bau yang tercium yaitu bau menyengat dari daun gamal dan daun lamtoro, sedikit berbau tanah, agak berbau tanah dan berbau tanah. Penyebab bau tanah dikarenakan telah selesainya reaksi oksidasi dan tidak ada lagi aktivitas dari mikroorganisme dalam proses degradasi bahan organik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Saidy (2018) bahwa proses fermentasi ditandai dengan perubahan bau selama fermentasi, dimana bau akhir fermentasi dari penelitian ini adalah bau tanah.

Kadar N

Pada Gambar 1 terlihat bahwa kadar N yang diperoleh pada komposisi DG/DL kering

berkisar antara 0,03-0,07%. Komposisi perbandingan 7:3 memiliki persentase tertinggi kandungan N yakni sebesar 0,07%, sedangkan pada komposisi 3:7 dan 1:9 memiliki kadar N terendah yaitu 0,03%. Sementara itu, untuk komposisi 9:1, 1:1, dan 2:3 masing-masing memiliki kadar N sebesar 0,06, 0,05, dan 0,04%.



Gambar 1. Hasil analisis kadar N-Organik komposisi daun kering.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kadar N yang diperoleh pada komposisi DG/DL mentah berkisar antara 0,02-0,05%. Untuk komposisi daun mentah dengan perbandingan 1:9 memiliki kandungan N tertinggi dengan persentase sebesar 0,05%. Persentase kandungan N pada komposisi 1:1 memiliki kadar terendah yaitu 0,02%. Sementara itu, untuk komposisi 9:1, 7:3, 2:3 dan 3:7 masing-masing memiliki kadar N sebesar 0,03, 0,02, 0,03 dan 0,05%.

Pada komposisi perbandingan 7:3 untuk daun kering dan 1:9 untuk daun mentah merupakan komposisi dengan kadar N paling tinggi yaitu sebesar 0,07% dan 0,05%. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi aktivitas mikroorganisme pengurai yang bekerja pada komposisi perbandingan ini semakin meningkat dan proses metabolisme oleh mikroorganisme tidak mengakibatkan nitrogen yang terbentuk mengalami penguapan sehingga meningkatkan kandungan hara nitrogen.

Pada komposisi perbandingan 1:1 untuk daun mentah dan 3:7, 1:9 untuk daun kering merupakan komposisi dengan kadar N terendah yaitu 0,02% dan 0,03%. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi mikroorganisme yang bekerja semakin menurun atau mengalami kematian dan juga dikarenakan lamanya waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Simamora (2006), bahwa proses mineralisasi nitrogen akan berkurang menurut waktu fermentasi, dimana semakin lama waktu

fermentasi maka pupuk akan kehilangan nitrogen yang terbuang dalam bentuk amoniak saat proses pembalikan.

Hasil penelitian yang diperoleh ini belum memenuhi standar N pupuk organik cair yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian, namun nilai kadar N yang diperoleh ini jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Thanaporn dan Nuntavun (2019), kadar N dengan kisaran 0,02-0,33% jika diberikan ke tanaman selada hijau dapat memberikan respon yang nyata terhadap pertumbuhan dan jumlah daunnya.



Gambar 2. Hasil analisis kadar N-Organik komposisi daun mentah.

Kadar P (P_2O_5)

Pada Gambar 3 terlihat bahwa kadar P (P_2O_5) yang diperoleh berkisar antara 0,79-1,50 %. Persentase komposisi daun kering dengan perbandingan 7:3 memiliki kandungan P (P_2O_5) tertinggi sebesar 1,50%, sedangkan komposisi 1:9 memiliki persentase kadar P (P_2O_5) terendah yaitu 0,79%. Perbandingan komposisi 9:1, 1:1, 2:3 dan 3:7 masing-masing memiliki persentase kadar P (P_2O_5) sebesar 1,23, 1,32, 1,12 dan 0,79%.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa kadar P (P_2O_5) yang diperoleh berkisar antara 0,57%-0,76%. Komposisi daun mentah dengan perbandingan 2:3 memiliki persentase kadar P (P_2O_5) tertinggi yaitu sebesar 0,76%, sedangkan pada komposisi daun mentah 7:3 memiliki kadar P (P_2O_5) terendah yaitu 0,57%. Komposisi daun mentah dengan perbandingan 9:1, 1:1, 3:7, dan 1:9 masing-masing memiliki kadar P (P_2O_5) sebesar 0,62, 0,57, 0,75 dan 0,66%.

Pada komposisi perbandingan 7:3 untuk daun kering dan 2:3 untuk daun mentah merupakan komposisi dengan kadar P (P_2O_5) paling tinggi yaitu sebesar 1,50% dan 0,76%. Hal ini dikarenakan pada komposisi ini mengandung makronutrien seperti fosfor yang cukup tinggi dan juga peningkatan fosfor ini dikarenakan dampak dari aktivitas mikroorganisme

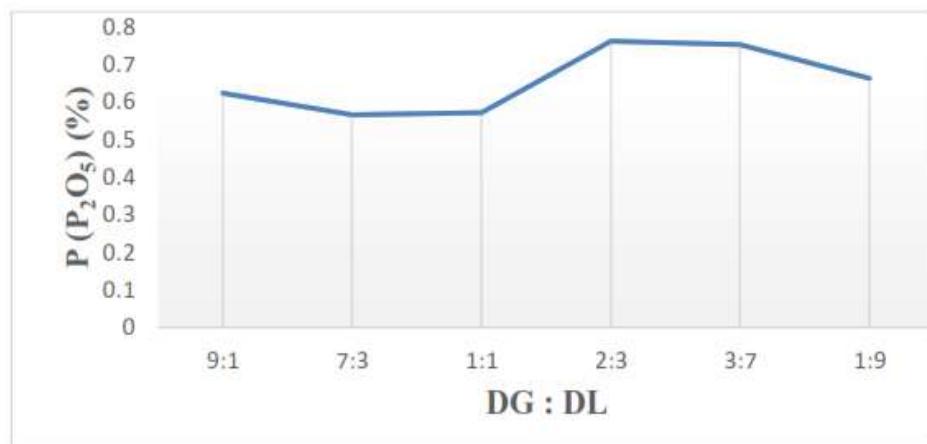
(*Lactobacillus sp.*) yang mengubah glukosa menjadi asam laktat, sehingga lingkungan menjadi asam yang mengakibatkan fosfat akan larut dalam asam organik yang dihasilkan mikroorganisme tersebut (Amanillah, 2001).

Pada komposisi perbandingan 1:9 untuk daun kering dan 7:3 untuk daun mentah memiliki kandungan fosfor yang rendah yaitu 0,79% dan 0,57%. Hal ini dikarenakan terjadinya penurunan aktivitas mikroorganisme pengurai selama proses fermentasi dan juga fase pertumbuhan mikroorganisme yang banyak mengalami kematian maka kandungan fosfor juga mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Makiyah (2013), bahwa penurunan kandungan fosfor disebabkan oleh fase mikroorganisme. Hal lain yang menyebabkan penurunan kandungan fosfor adalah kandungan mikroba yang ada dalam kotoran hewan (kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi) dan juga nutrisi yang ada dalam pupuk cair diubah menjadi gas metana dari pada menjadi makronutrien.

Hasil penelitian yang diperoleh ini belum memenuhi standar P (P_2O_5) pupuk organik cair yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian, namun nilai kadar P (P_2O_5) ini jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Thanaporn dan Nuntavun (2019), kadar P (P_2O_5) dengan kisaran 0,02-0,33% jika diberikan ke tanaman selada hijau dapat memberikan respon yang nyata terhadap pertumbuhan dan jumlah daunnya.



Gambar 3. Hasil analisis kadar P (P_2O_5) komposisi daun kering.



Gambar 4. Hasil analisis kadar P (P_2O_5) komposisi daun mentah.

Kadar K (K_2O)

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kadar K_2O yang diperoleh berkisar antara 0,23%-0,52%. Komposisi daun kering dengan perbandingan 1: 9 memiliki kadar K_2O paling tinggi dengan persentase sebesar 0,52%, sedangkan pada komposisi daun kering dengan perbandingan 9:1 memiliki kadar K_2O terendah; 0,23%. Komposisi daun kering dengan perbandingan 7:3, 1:1, 2:3 dan 3:7 masing-masing memiliki kadar K_2O sebesar 0,35 ,0,35, 0,40 dan 0,52%.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa kadar K_2O yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 0,05-0,11%. Komposisi daun mentah dengan perbandingan 7:3, 1:1, 2:3 dan 1:9 memiliki kadar K_2O yang tinggi yaitu sebesar 0,11%, sedangkan komposisi daun mentah dengan perbandingan 9:1 dan 3:7 merupakan komposisi dengan kadar K_2O terendah yaitu 0,05%. Pada komposisi perbandingan 1:9 untuk daun kering dan 7:3, 1:1, 2:3 dan 1:9 untuk daun mentah merupakan komposisi dengan kadar K_2O paling tinggi yaitu 0,52% dan 0,11%. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi aktivitas mikroorganisme dan proses metabolisme oleh mikroorganisme semakin meningkat serta makin berkembangnya jumlah bakteri dekomposer pada proses dekomposisi bahan-bahan organik maka kalium yang dihasilkan meningkat. Dalam penelitian Amanillah (2001), kalium merupakan senyawa yang dihasilkan oleh metabolisme bakteri, dimana bakteri menggunakan ion-ion K^+ yang bebas pada bahan pembuat pupuk organik cair untuk keperluan metabolisme, sehingga pada hasil dekomposisi kalium akan meningkat seiring dengan berkembangnya jumlah bakteri dekomposer.

Pada komposisi 9:1 untuk daun kering dan 9:1, 3:7 untuk daun mentah merupakan komposisi dengan kadar K_2O terendah yaitu 0,23% dan 0,05%. Hal ini dikarenakan pada

komposisi ini jumlah mikroorganisme makin menurun sehingga proses metabolisme dan aktivitasnya juga makin menurun yang membuat kadar K₂O dalam komposisi ini menjadi rendah.

Hasil penelitian yang diperoleh ini jika belum memenuhi nilai standar K₂O yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian, namun jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Thanaporn dan Nuntavun (2019) dengan kisaran nilainya yaitu 0,81-11,8% jika diberikan ke tanaman selada hijau dapat memberikan respon yang nyata terhadap pertumbuhan dan jumlah daunnya.



Gambar 5. Hasil analisis kadar K₂O komposisi daun kering.



Gambar

6. Hasil analisis kadar K₂O komposisi daun mentah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik pupuk organik cair yang dihasilkan dari kombinasi daun gamal, daun lamtoro, kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran babi pada waktu 21 hari

- fermentasi yaitu suhu sebesar 32°C, pH 7, warna coklat kehitaman dan berbau tanah.
2. Perbandingan komposisi yang optimal dalam menghasilkan unsur hara makro (N, P dan K) tertinggi adalah:
 - Kadar N tertinggi untuk daun kering terdapat pada perbandingan 7:3 sebesar 0,07%, sedangkan untuk daun mentah kadar N tertinggi terdapat pada perbandingan 1:9 sebesar 0,05%.
 - Kadar P (P_2O_5) tertinggi untuk daun kering terdapat pada perbandingan 7:3 sebesar 1,50%, sedangkan untuk daun mentah kadar P (P_2O_5) tertinggi terdapat pada perbandingan 2:3 sebesar 0,76%.
 - Kadar K (K_2O) tertinggi untuk daun kering terdapat pada perbandingan 1:9 sebesar 0,52%, sedangkan untuk daun mentah kadar K_2O tertinggi terdapat pada perbandingan 7:3, 1:1, 2:3, 1:9 sebesar 0,11%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Mekon Indah Kupang yang telah memberikan dana penelitian pupuk organik cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanillah, Z. 2001. *Pengaruh Konsentrasi EM4 pada Fermentasi Urin Sapi Terhadap Konsentrasi N, P, dan K*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Darmawati. 2015. Efektivitas berbagai Bioaktivator terhadap Pembentukan Kompos dari Limbah Sayur dan Daun. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 30(2): 93-100.
- Ibrahim, B. 2002. *Intergrasi Jenis Tanaman Pohon Leguminosae dalam Sistem Budidaya Pangan Lahan Kering dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Tanah, Erosi, dan Produktivitas Lahan*. Disertasi. Progam Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.
- Indonesia.go.id. 2025. Sektor Pertanian Bakal Topang Pertumbuhan Ekonomi 2025, [ISBN](https://indonesia.go.id/kategori/ekonomi-bisnis/9614/sektor-pertanian-bakal-topang-pertumbuhan-ekonomi-2025?lang=1#:~:text=%E2%80%9CTetapi%20yang%20sangat%20menarik%20dan,2025%2C%E2%80%9D%20lanjut%20Febrizio%20Kacaribu. Diakses pada tanggal 15 September 2025.</p><p>Irfan, R. dan Munaldi, M. 2017. Kualitas Bokasi dari Kotoran berbagai Jenis Hewan. <i>Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia</i>. 9(1): 23-27.</p><p>Jayadi, M. 2009. Pengaruh Pupuk Organik Cair Daun Gamal dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. <i>Jurnal Agrisistem</i>. 5 (2).</p><p>Lingga, P. 2003. <i>Petunjuk Penggunaan Pupuk</i>. Penebar Swadaya. Jakarta.</p><p>Mahadi, I., Wulandari, Omar, A. 2014. Pengaruh Naftalen Acetyl Acid (NAA) dan Benzyl Amino Purin (BAP) terhadap Pembentukan Kalus Tanaman Rosella (<i>Hibiscus</i></p></div><div data-bbox=)

- sabdariffa*) sebagai Sumber Belajar Konsep Bioteknologi bagi Siswa SMA. *Jurnal Biogenesis*. 11(1): 1-7.
- Makiyah, M. 2013. *Analisis Kadar N, P, dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko*. Skripsi. Program Studi Kimia Universitas Semarang.
- Murbandono. 1990. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Natsi, N. A., Kilwouw. C., dan Salim. 2016. Penerapan Teknologi Pembuatan Pupuk Organik dalam Pengolahan Limbah Pasar Mardika Ambon. *Jurnal Biology Science Education*. 5(1).
- Nasution, U., Hayati, Ahdi dan Ramlan H. 2017. Difference Between Ma27thematical Problem Solving Ability of Student Taught Using Coperative Learning Model Nht and Stand. *International Journal of Advence Research and Innovative Ideas in Education (IJARIIE)*. 33(2): 124-159.
- Nur, T., Rizaki, A. dan Muthia E. 2014. Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bioaktivator EM4. Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan. *Konversi*. 5 (2): 5-12.
- Oviyanti, F., Syarifah dan N. Hidayah. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) terhadap Pertumbuhan Tanaman. Sawi (*Brassica Juncea L*). *Jurnal Biota*. 2 (1): 312.
- Pratiwi, N. R. M. 2009. Pemanfaatan Daun Lamtoro terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek Tanah Pada Campuran Media Pasir dan Tanah Liat. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Saidy, A. R. 2018. *Pemupukan*. PT. Aji Cipta Pratama. Yogyakarta.
- Simamora, S. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Sulaeman, S dan Evi. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Agro Inovasi. Bogor.
- Sundari, E., Ellyta S. dan Ronaldo R. M. Faisal. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM-4, *Prosding SNTK TOPI UBH*. Padang.
- Sutiyo, Y. 2017. Kajian Tingkat Pencemaran Udara oleh Gas NH₃ dan H₂S pada Proses Pengomposan Secara Aerob dan Anaerob. *Jurnal Agroteknologi*.13(1): 25-28.
- Suwatanti, E. P. S. dan Widyaningrum, P. 2017. Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA*. Jurusan Biologi-FMIPA. Universitas Negeri Semarang.
- Thanaporn, P dan Nuntavun, R. Liquid Organic Fertilizer Production for Growing Vegetables under Hydroponic Condition. International Journal of Organik Waste in Agriculture. 8(1): 369-380.