

## Teknologi Pembuatan Pupuk Kompos Dari Limbah Biohidrogen Buah Maja (*Aegle marmelos* (L) *correa*) Dengan Menggunakan Starter Kotoran Kambing

Irawati Ramli, Nurhikmah Wahab

Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi  
[irawatiramli89@gmail.com](mailto:irawatiramli89@gmail.com), [Nurhikmahwahab05@gmail.com](mailto:Nurhikmahwahab05@gmail.com)

### Abstrak

Hidrogen merupakan sumber energi alternatif yang dapat diproduksi dari sumber energi terbarukan, seperti biomassa dan dikenal dengan istilah biohidrogen. Selain sumber penghasilnya melimpah, biohidrogen juga bersifat ramah lingkungan. Namun industri biohidrogen ini akan menghasilkan limbah yang akan mencemari lingkungan apabila dibuang begitu saja. Limbah cair hasil industri dapat menimbulkan dampak yang cukup besar bagi lingkungan, limbah ini dapat menyebabkan biological oxygen demand (BOD) dan chemical oxygen demand (COD). Tingginya nilai BOD dan COD yang dihasilkan limbah ini mengakibatkan tidak dapat dibuang secara langsung ke lingkungan dan dibutuhkan treatment khusus sebelumnya. Teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah sampah antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi sampah khususnya sampah organik menjadi pupuk organik. limbah biohidrogen yang terdapat pada tangki fermentor biohidrogen, kemudian disaring limbah biohidrogen yang semula berupa slury, limbah cair dibuang dan limbah padat disimpan untuk dicampur dengan kotoran kambing. Campuran limbah biohidrogen dan kotoran kambing dibuat dengan rasio 20:80 ; 40:60 ; 60:40 dan 80:20 setelah semua bahan tercampur rata kemudian sampel disimpan pada wadah tertutup yang sebelumnya telah dipasang thermometer untuk mengukur suhu kompos. Sampel campuran kompos kemudian disimpan selama 30 hari dan diamati suhu dan pHnya setiap hari, serta diukur kadar air pada awal proses pengomposan dan akhir pengomposan Setelah penyimpanan 30 hari campuran kompos kemudian dianalisa kadar Nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K). Pada penelitian pembuatan pupuk kompos dari limbah biohidrogen dengan bahan baku buah maja diperoleh hasil diperoleh hasil terbaik yaitu pada rasio 60:40 dengan kadar N sebesar 0,05%, kadar P sebesar 0,15% dan kadar K sebesar 0,61 %.

**Kata kunci:** Biohidrogen; Pupuk Organik; Energi Alternatif; Limbah

### Abstract

Hydrogen is an alternative energy source that can be produced from renewable energy sources, such as biomass and is known as biohydrogen. In addition to abundant producing sources, biohydrogen is also environmentally friendly. But this biohydrogen industry will produce waste that will pollute the environment if simply thrown away. Industrial liquid waste can have a considerable impact on the environment, this waste can cause biological oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The high value of BOD and COD produced by this waste resulted in it not being discharged directly into the environment and special treatment was needed in advance. Technology that can be used in handling waste problems, among others, is the utilization of microorganisms as an effort to speed up the process of decomposition of waste, especially organic waste into organic fertilizers. Biohydrogen waste contained in the biohydrogen fermenter tank, then filtered biohydrogen waste which was originally in the form of slury, liquid waste is discharged and solid waste is stored to be mixed with goat manure. A mixture of biohydrogen waste and goat manure is made with a ratio of 20: 80 ; 40:60 ; 60:40 and 80:20 after all the ingredients are well mixed then the sample is stored in a sealed container that has previously been fitted with a thermometer to measure the temperature of the compost. The compost mixture

sample is then stored for 30 days and observed its temperature and pH every day, and measured the moisture content at the beginning of the composting process and the end of composting After 30 days of storage the compost mixture is then analyzed nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) levels. In the research on making compost from biohydrogen waste with maja fruit raw materials obtained the best results, namely at a ratio of 60:40 with N levels of 0.05%, P levels of 0.15% and K levels of 0.61%.

**Keywords:** Biohydrogen; Organic Fertilizers; Alternative Energy; Waste



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

## PENDAHULUAN

Dewasa ini kebutuhan akan energi semakin meningkat, namun hal ini tidak didukung dengan persediaan energi yang memadai. Untuk menangani masalah tersebut telah banyak dilakukan penelitian mengenai energi terbarukan (bio-fuel), misalnya bioetanol, bio-diesel, bio-hidrogen (Bio-H<sub>2</sub>). Hidrogen merupakan sumber energi alternatif yang dapat diproduksi dari sumber energi terbarukan, seperti biomassa dan dikenal dengan istilah biohidrogen. Selain sumber penghasilnya melimpah, biohidrogen juga bersifat ramah lingkungan.

Namun, dari industri biohidrogen ini akan menghasilkan limbah yang akan mencemari lingkungan apabila dibuang begitu saja. Limbah cair hasil industri dapat menimbulkan dampak yang cukup besar bagi lingkungan, limbah ini dapat menyebabkan *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD). *Tingginya nilai BOD dan COD yang dihasilkan limbah ini mengakibatkan tidak dapat dibuang secara langsung ke lingkungan dan dibutuhkan treatment khusus sebelumnya.* Teknologi yang dapat digunakan dalam penanganan masalah sampah antara lain adalah pemanfaatan mikroorganisme sebagai upaya untuk mempercepat proses dekomposisi sampah khususnya sampah organik menjadi pupuk organik.

Gas hidrogen dapat diperoleh dari pemanfaatan buah maja sebagai bahan baku dan media bakteri penghasil hidrogen digunakan lumpur yang diperoleh dari selokan yang tidak mengalir (buntu) dari kampung Pampang dengan proses fermentasi anaerob. Dari hasil analisis BOD pada lumpur sisa proses biohidrogenasi ini didapatkan kadar BOD yang tinggi yaitu 10940 mL [1]. Untuk

mengatasi hal tersebut, maka perlu diadakannya pengolahan limbah sisa biohidrogenasi menjadi pupuk kompos.

## KAJIAN LITERATUR

Maja (*Aegle marmelos* (L) *Correa*), merupakan tanaman dari suku jeruk-jerukan atau Rutaceae adalah tumbuhan berbentuk pohon yang tahan lingkungan keras tetapi mudah luruh daunnya dan berasal dari daerah Asia tropika dan subtropika. Tanaman ini biasanya dibudidayakan di pekarangan tanpa perawatan dan dipanen buahnya. Maja atau Bilwa, bael, bengal quince shirpal, bael fruit adalah sebutan lain bagi spesies *Aegle marmelos* (L) *correa* sebagaimana disebutkan di india [2].

Buah maja mengandung banyak tanin (kulit buahnya mencapai 20% tanin). Marmelosin (C<sub>13</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>), minyak yang mudah menguap, limonena, alkaloid, kumarin dan steroid juga dijumpai pada berbagai bagian dari pohon maja ini.

Tabel 1. Komposisi kadar

Unsur	Komposisi
Air	61,5 g
Protein	1,8 g
Lemak	0,39 g
Karbohidrat	31,8 g
Abu	1,7 g
Kerotena	55 mg
Tiamin	0,13 mg
Riboflavin	1,19 mg
Niasin	1,1 mg
Vitamin C	8 mg

Biohidrogen merupakan energi baru dan terbarukan yang diharapkan dapat menjawab keterbatasan energi fosil. Biohidrogen dapat dihasilkan dari limbah pertanian melalui proses bioteknologi

yaitu, fermentasi. Biohidrogen sebagai produk utama dari proses fermentasi itu menjadi salah satu jawaban atas terbatasnya sumber energi fosil. Bakteri yang diketahui memproduksi hidrogen termasuk spesies *Enterobacter*, *Bacillus*, dan *Clostridium* [3].

Hidrogen umumnya dihasilkan dari proses perengkahan gas alam (*steam reforming*), gasifikasi batubara dan elektrolisa air. Namun pembuatan hidrogen dengan cara tersebut sangat tidak ekonomis karena memerlukan energi yang tinggi serta pada proses pembuatannya terkadang tidak ramah lingkungan. Limbah organik yang merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan jika ditangani dengan baik ternyata mempunyai potensi untuk diolah menjadi bahan bakar, hidrogen dan padatan yang tersisa dari proses pembuatan hidrogen bisa diolah lebih lanjut menjadi pupuk kompos [4].

Kompos adalah zat akhir suatu proses fermentasi tumpukan sampah/serasah tanaman dan ada kalanya pula termasuk bangkai binatang. Sesuai dengan humifikasi fermentasi suatu pemupukan dicirikan oleh hasil bagi C/N yang menurun. Bahan-bahan mentah yang biasa digunakan seperti ; merang, daun, sampah dapur, sampah kota dan lain-lain [5].

Di alam terbuka, kompos bisa terjadi dengan sendirinya melalui proses alamiah. Namun proses tersebut berlangsung lama sekali padahal kebutuhan akan tanah yang subur sudah mendesak. Oleh karenanya, proses tersebut perlu dipercepat dengan bantuan manusia. Dengan cara yang baik, proses mempercepat pembuatan kompos berlangsung wajar sehingga bisa diperoleh kompos yang berkualitas baik [6].

Pengomposan merupakan proses perombakan (dekomposisi) dan stabilisasi bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan lingkungan yang terkendali (terkontrol) dengan hasil akhir berupa humus dan kompos. Pada dasarnya pengomposan merupakan upaya mengaktifkan kegiatan mikroba agar mampu mempercepat proses dekomposisi

bahan organik dan mikroba tersebut diantaranya bakteri, fungi, dan jasad renik lainnya. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Pengurangan ini dapat mencapai 30 - 40% dari volume/bobot awal bahan [7].

Prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai nisbah C/N bahan organik menjadi sama dengan nisbah C/N tanah. Nisbah C/N adalah hasil perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen yang terkandung di dalam suatu bahan. Nilai nisbah C/N tanah adalah 10-12. Bahan organik yang memiliki nisbah C/N sama dengan tanah memungkinkan bahan tersebut dapat diserap oleh tanaman.

Dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti: 1) karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lilin menjadi CO<sub>2</sub> dan air; 2) zat putih telur menjadi amoniak, CO<sub>2</sub>, dan air; 3) peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman. Dengan perubahan tersebut kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (amoniak) meningkat. Dengan demikian C/N semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N tanah [8].

Fermentasi bahan pangan merupakan hasil kegiatan beberapa mikroorganisme. Agar proses fermentasi dapat berjalan dengan baik, tentunya beberapa faktor yang mempengaruhi kegiatan dari mikroorganisme perlu pula diperhatikan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi proses fermentasi meliputi suhu, oksigen, air dan substrat.

Suhu sebagai salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi dan menentukan macam organisme yang dominan selama fermentasi. Beberapa hal sehubungan dengan suhu untuk setiap mikroorganisme dapat digolongkan sebagai berikut :

- Suhu minimum, di bawah suhu itu pertumbuhan mikroorganisme tidak terjadi lagi.
- Suhu optimum, sebagai suhu yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme paling cepat.
- Suhu maksimum, di atas suhu itu

pertumbuhan mikroorganisme tidak mungkin terjadi lagi.

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk fermentasi.

Seperti halnya makhluk lain, mikroorganisme juga membutuhkan suplai makanan yang akan menjadi sumber energi, dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Substrat (makanan) yang dibutuhkan oleh mikroba untuk kelangsungan hidupnya berhubungan erat dengan komposisi kimianya. Kebutuhan mikroorganisme akan substrat juga berbeda-beda. Ada yang memerlukan substrat lengkap dan ada pula yang tumbuh subur dengan substrat yang sangat sederhana. Hal itu karena beberapa mikroorganisme ada yang memiliki sistem enzim (katalis biologis) yang dapat mencerna senyawa-senyawa yang tidak dapat dilakukan oleh mikroorganisme lain. Komposisi kimia hasil pertanian yang terpenting adalah protein, karbohidrat dan lemak. Pada pH 7,0, protein mudah sekali digunakan oleh bakteri sebagai substrat.

Mikroorganisme tidak dapat tumbuh tanpa adanya air. Air dalam substrat yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme dinyatakan dalam istilah *water activity* atau aktivitas air = aw, yaitu perbandingan antara tekanan uap dari larutan (P) dengan tekanan uap air murni (Po) pada suhu yang sama.

Mutu atau kualitas adalah segala hal yang menunjukkan keistimewaan atau derajat keunggulan suatu produk. Spesifikasi dari pupuk organik yang berkualitas baik adalah:

1. Kandungan total bahan organik minimal 20 %
2. Kandungan lengas tidak boleh melampaui 15 % hingga 25 %  
Pada kenyataannya makin rendah kandungan air, maka kualitas pupuk organik menjadi lebih baik.
3. Nisbah C/N dari bahan organik antara

10/1 sampai 15/1

4. Memiliki pH 6,5 hingga 7,5

Stabilitas dan kematangan kompos adalah beberapa istilah yang sering dipergunakan untuk menentukan kualitas kompos. Stabil merujuk pada kondisi kompos yang sudah tidak lagi mengalami dekomposisi dan hara tanaman secara perlahan (*slow release*) dikeluarkan ke dalam tanah. Stabilitas sangat penting untuk menentukan potensi ketersediaan hara di dalam tanah atau media tumbuh lainnya.

Kematangan adalah tingkat kesempurnaan proses pengomposan. Pada kompos yang telah matang, bahan organik mentah telah terdekomposisi membentuk produk yang stabil. Untuk mengetahui tingkat kematangan kompos dapat dilakukan dengan uji di laboratorium atau pun pengamatan sederhana di lapangan. Berikut ini cara sederhana mengetahui tingkat kematangan kompos :

1. Dicum/dibaui

Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum, meskipun kompos dari sampah kota. Apabila kompos tercium bau yang tidak sedap, berarti terjadi fermentasi anaerobik dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila kompos masih berbau seperti bahan mentahnya berarti kompos belum matang.

2. Warna kompos

Warna kompos yang sudah matang adalah coklat kehitam-hitaman. Apabila kompos masih berwarna hijau atau warna yang mirip dengan bahan mentahnya berarti kompos belum matang.

3. Penyusutan

Terjadi penyusutan volume/bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos. Penyusutan berkisar antara 20 - 40%. Apabila penyusutannya masih kecil/sedikit, kemungkinan proses pengomposan belum selesai dan

- kompos belum matang.
4. Tes kantong plastik  
Contoh kompos diambil dari bagian dalam tumpukan. Kompos kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik, ditutup rapat, dan disimpan di dalam suhu ruang selama kurang lebih satu minggu. Apabila setelah satu minggu kompos berbentuk baik, tidak berbau atau berbau tanah berarti kompos telah matang.

5. Tes perkecambahan  
Contoh kompos letakkan di dalam bak kecil atau beberapa pot kecil. Letakkan beberapa benih (3 - 4 benih). Jumlah benih harus sama. Pada saat yang bersamaan kecabahkan juga beberapa benih di atas kapas basah yang diletakkan di dalam baki dan ditutup dengan kaca/plastik bening. Benih akan berkecambah dalam beberapa hari. Pada hari ke-5/ke-7 hitung benih yang berkecambah. Bandingkan jumlah kecambah yang tumbuh di dalam kompos dan di atas kapas basah. Kompos yang matang dan stabil ditunjukkan oleh banyaknya benih yang berkecambah.

6. Suhu  
Suhu kompos yang sudah matang mendekati dengan suhu awal pengomposan. Suhu kompos yang masih tinggi, atau di atas 50°C, berarti proses pengomposan masih berlangsung aktif.

7. Kandungan air kompos  
Kompos yang sudah matang memiliki kandungan kurang lebih 55-65%. Cara mengukur kandungan air kompos adalah sebagai berikut:

- ambil sampel kompos dan ditimbang
- kompos dikeringkan di dalam oven atau microwave hingga beratnya konstan, kompos ditimbang kembali
- kandungan air kompos dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kandungan Air} = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat Basah}} \times 100 \%$$

Proses pengomposan tergantung pada :

1. Karakteristik bahan yang dikomposkan
2. Aktivator pengomposan yang dipergunakan
3. Metode pengomposan yang dilakukan

Manfaat kompos organik diantaranya adalah 1) memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga menjadi ringan; 2) memperbesar daya ikat tanah berpasir sehingga tanah tidak berderai; 3) menambah daya ikat tanah terhadap air dan unsur - unsur hara tanah; 4) memperbaiki drainase dan tata udara dalam tanah; 5) mengandung unsur hara yang lengkap, walaupun jumlahnya sedikit (jumlah hara ini tergantung dari bahan pembuat pupuk organik); 6) membantu proses pelapukan bahan mineral; 7) memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroba; serta 8) menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan.

Pengolahan kotoran sapi yang mempunyai kandungan N, P dan K yang tinggi sebagai pupuk kompos dapat mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanah dan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik. Pada tanah yang baik/sehat, kelarutan unsur - unsur anorganik akan meningkat, serta ketersediaan asam amino, zat gula, vitamin dan zat - zat bioaktif hasil dari aktivitas mikroorganisme efektif dalam tanah akan bertambah, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi semakin optimal. Pemilihan teknologi pengomposan untuk memproses limbah organik juga didasarkan pada berbagai alasan sebagai berikut :

1. Pengomposan dapat mengolah berbagai fraksi bahan organik berupa sampah, dapat mengendalikan bau sampah hijauan, sampah organik perkotaan atau sampah industri.
2. Pengomposan juga sangat efisien sebagai metode pengolahan lumpur produksi stasiun pemurnian air yang jumlahnya dari hari ke hari kian banyak dan telah menimbulkan problem sendiri bagi penduduk perkotaan dewasa ini (Nakasaki, *et al*, 1985).
3. Pengomposan memungkinkan untuk

mengolah kotoran hewan yang menghasilkan bahan - bahan humik dan unsur - unsur biologis yang bila digunakan pada tanah - tanah pertanian dapat menghindarkan dari kerusakan tanah dan tanaman dibanding dengan disebar secara langsung.

4. Pengomposan adalah proses pemanasan aerobik yang selama fase termofilik temperaturnya meningkat hingga pada suatu titik temperatur yang cukup untuk menyehatkan bahan yang sedang dikomposkan sehingga diperoleh produksi yang meyakinkan.
5. Pengomposan tidak hanya sebuah cara untuk mengurangi produksi sampah manusia dan mendaur ulang unsur hara, tetapi juga menghasilkan kompos yang sangat berguna untuk mengkonservasi sumber daya tanah yang pada saat bersamaan juga untuk media pertumbuhan.
6. Penanganan limbah organik padat makin lama makin sulit dan sangat mahal terutama pada lingkungan dimana populasinya sangat padat. Pada akhirnya pengomposan mempunyai tujuan ekonomis. Sehingga tak boleh dilupakan untuk menyebutkan bahwa pengomposan adalah sebuah cara pengolahan termudah untuk melaksanakannya dan sangat efisien.

Spesifikasi ini menetapkan kompos dari sampah domestic yang meliputi, persyaratan kandungan kimia, fisik dan bakteri yang harus dicapai dari hasil ilahan sampah organic menjadi kompos, karakteristik dan spesifikasi kualitas kompos dari sampah organic domestic.

Ringkasan :

Kematangan kompos ditunjukkan oleh hal-hal berikut :

1. C/N rasio mempunyai nilai (10-20) : 1
2. Suhu sesuai suhu air tanah
3. Berwarna kehitaman dan tekstur seerti tanah
4. Berbau tanah

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minim	Maks.	No	Parameter	Satuan	Minim	Maks.
1	Kadar Air	%	30	35	17	Cobalt (Co)	mg/kg	*	34
2	Temperatur			suhu air tanah	18	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
3	Warna			kehitaman	19	Ferbogap (Co)	mg/kg	*	180
4	Bau			berbau tanah	20	Mangan (Mg)	mg/kg	*	83
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25	21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
6	Kemampuan kadar	%	50		22	Tinbal (Pb)	mg/kg	*	150
7	pH		6,80	7,40	23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
8	Suhu esang	%	*	1,5	24	Seng (Zn)	mg/kg	*	580
	Unsur makro					Unsur lain			
9	Bahan organik	%	27	58	25	Cadmium	%	*	25,50
10	Nitrogen	%	0,40		26	Niapsan (Hg)	%	*	0,00
11	Karbon	%	0,80	32	27	Besi (Fe)	%	*	2,08
12	Phosfor (P2O5)	%	0,18		28	Aluminium (Al)	%	*	2,28
13	C/N rasio		10	20	29	Mangan (Mn)	%	*	0,10
14	Kadar (K2O)	%	0,22	*		Bakteri			
	Unsur mikro				30	Fungi/Coli	MPN/g		1000
15	Aran	mg/kg	*	13	31	Salmonele	MPN/g		3
16	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3					

Keterangan: \*Maksimal bisa diminim dan sebaliknya

Sumber : Departemen pertanian 2014

## METODE PENELITIAN

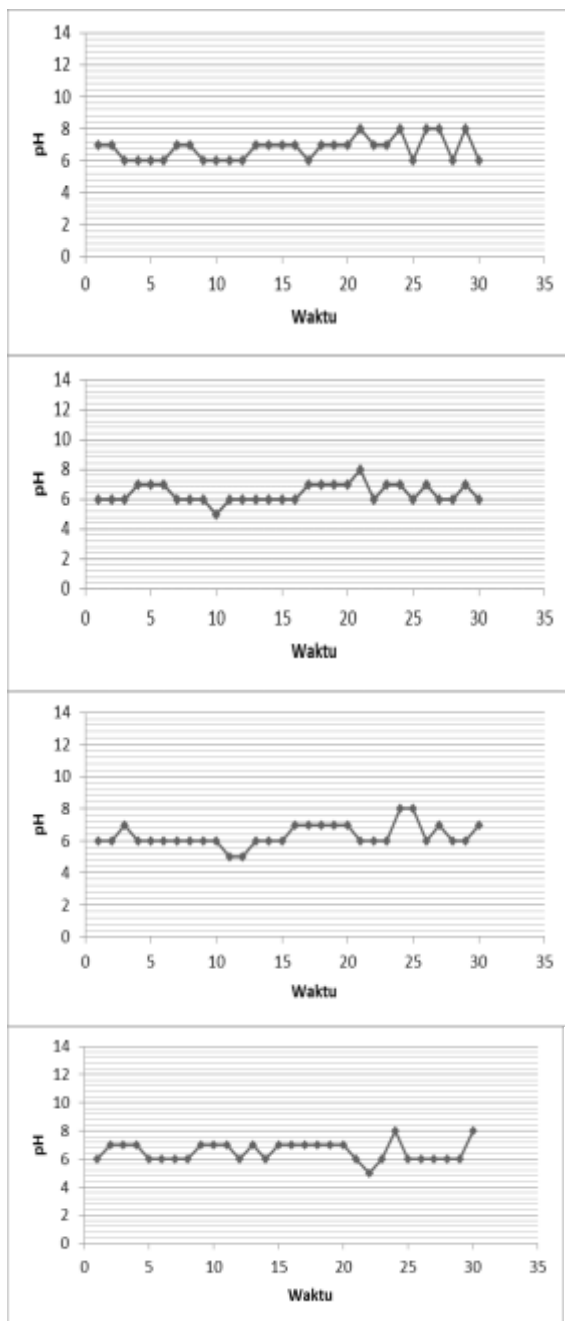
Diambil limbah biohidrogen yang terdapat pada tangki fermentor biohidrogen, kemudian disaring limbah biohidrogen yang semula berupa slury, limbah cair dibuang dan limbah padat disimpan untuk dicampur dengan kotoran kambing. Campuran limbah biohidrogen dan kotoran kambing dibuat dengan rasio 20:80 ; 40:60 ; 60:40 dan 80:20 setelah semua bahan tercampur rata kemudian sampel disimpan pada wadah tertutup yang sebelumnya telah dipasang thermometer untuk mengukur suhu kompos. Sampel campuran kompos kemudian disimpan selama 30 hari dan diamati suhu dan pHnya setiap hari, serta diukur kadar air pada awal proses pengomposan dan akhir pengomposan Setelah penyimpanan selama 30 hari campuran kompos kemudian dianalisa kadar Nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama pengomposan dilakukan pengamatan pH pada kompos. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah pH selama pengomposan sudah berada pada pH ideal pengomposan.

Standar pH harus netral, apabila pH kompos terlalu rendah maka dapat menyebabkan bakteri dan mikroorganismenya pengurai kompos mati sehingga menghambat proses

pengomposan. Sedangkan jika pH sangat tinggi maka proses perombakan oleh mikroorganismenya tidak terlalu optimal. Sehingga pH diusahakan harus netral agar dapat mendukung proses penguraian / perombakan oleh mikroorganismenya.

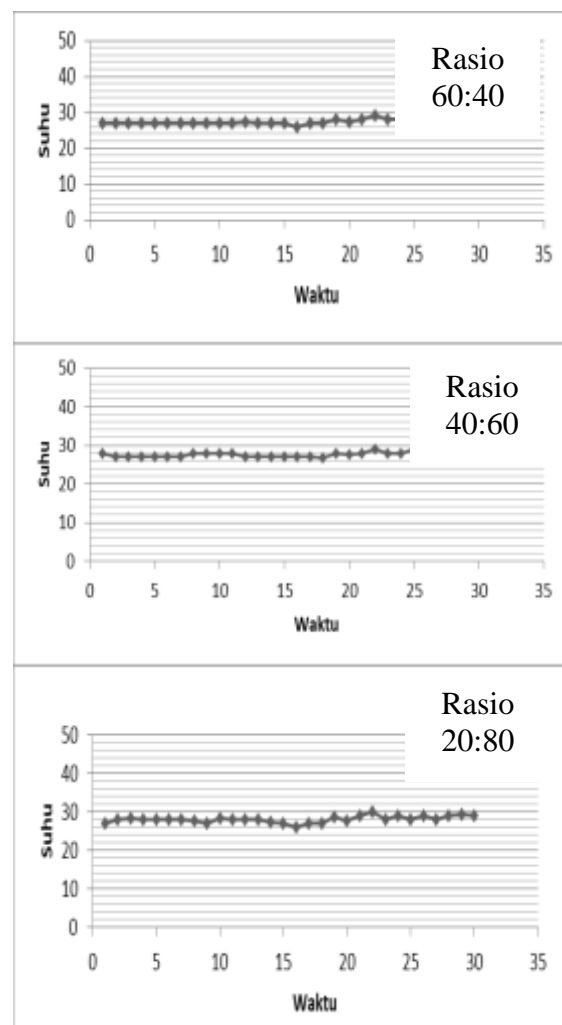


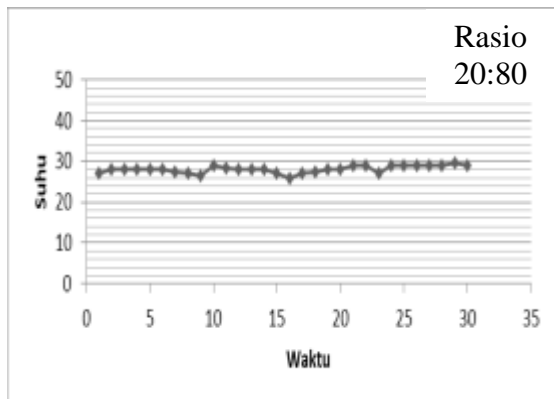
Gambar 1. Grafik Hubungan antara pH dengan waktu pengomposan

Terlihat pada keempat grafik pengamatan pH selama proses pengomposan menunjukkan pH berada pada kisaran antara level 6-8 rata-rata. Ini menunjukkan pH selama pengomposan sudah memenuhi pH ideal pengomposan

yakni sebesar 6,5-7,5. Pada awal pengomposan pH kompos sudah memenuhi pH ideal proses pengomposan yakni sebesar 6,5-7,5. Namun pada hari tertentu pH pengomposan mengalami penurunan (pH 5). Seperti yang terlihat pada rasio 60:40 (limbah : kotoran kambing) pada hari ke-10 pH pengomposan menurun. Begitu pula pada rasio 40:60 pH pengomposan menurun pada hari ke-11 dan rasio 20:80 pada hari ke-20.

Penurunan pH Rasio 80:20 saat proses pengomposan hingga level asam disebabkan karena pada proses pengomposan akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH itu sendiri, aktivitas mikroorganismenya akan mengurai bahan organik menjadi asam organik sederhana sehingga terjadi penurunan pH (pengasaman).





Gambar 2. Grafik Hubungan antara suhu dengan waktu

Dari grafik diatas terlihat selama proses pengomposan suhu rata-rata pada semua rasio berkisaran antara 26-30°C. Jadi dalam hal ini jika diamati seksama suhu pada proses pengomposan berada pada fase mesofilik (suhu rendah) dan akan mencapai termofilik (suhu tinggi) sehingga dimana bakteri yang hidup pada suhu ini akan mengurai bahan organik menjadi partikel yang lebih kecil.

Rendahnya suhu kompos disebabkan sedikitnya volume tumpukan kompos mengingat penelitian dilakukan dalam skala laboratorium sehingga panas yang terakumulasi rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat dalam penelitiannya, yang menyatakan bahwa tumpukan yang terlalu pendek menyebabkan panas cepat menguap yang disebabkan karena tidak ada bahan material yang digunakan untuk menahan panas dan menghindari pelepasan panas. Menurut SNI : 19-7030-2004 suhu pupuk kompos yang baik berkisaran pada suhu air tanah, yaitu tidak lebih dari 30 °C

Hasil pengukuran kadar air dari proses pengomposan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil analisis kadar air akhir pengomposan

Rasio	Kadar Air (%)
80 : 20	1,95
60 : 40	1,85
40 : 60	1,99
20 : 80	2,26

Dari Tabel 3. pupuk kompos dari limbah biohidrogen (buah maja) pada rasio 80:20; 60:40 ; 40:60; dan 20:80

memiliki kadar air 1,95 %; 1,85%; 1,99% dan 2,26% dapat dikatakan rendah, menurut SNI : 19-7030-2004 kadar air maksimal 50-60%. Kadar air yang rendah disebabkan karena bahan baku limbah biohidrogen (buah maja) yang digunakan berupa *sllury* terlebih dahulu disaring untuk memisahkan cairan dan padatan sebelum dicampurkan dengan kotoran.

Jika kadar air terlalu rendah maka aktivitas mikroba akan sedikit kurang optimal. Sedangkan jika kada air tinggi maka akan mempengaruhi berkurangnya unsur hara akibat tercuci sehingga aktivitas mikroba pengurai akan menurun.

Pada tanaman, unsur karbon berfungsi sebagai pembangun bahan organik karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organic. Uji kandungan C-organik ini dilakukan pada awal dan akhir pengomposan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kandungan C-organik yang terjadi selama proses pengomposan.

Tabel 4. Kadar C-organik pada awal dan akhir pengomposan

Rasio	Kadar awal (%)	Kadar akhir (%)
80:20	0,11	0,13
60:40	1,19	0,20
40:60	1,10	0,18
20:80	0,92	0,24

Pada Tabel diatas terlihat bahwa C-organik mengalami penurunan dari mulai awal pengomposan hingga akhir pengomposan, ini disebabkan karena C-organik berfungsi sebagai sumber energi dan pertumbuhan bagi mikroba. C-organik pada bahan berguna sebagai sumber energi bagi mikroorganisme untuk aktivitas metabolismenya dan terurai dalam bentuk CO<sub>2</sub> ke udara sehingga jumlahnya akan terus berkurang C/N ratio yang dihasilkan dari pupuk kompos dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian C/N ratio pada pupuk kompos dari limbah biohidrogen (buah maja)

Variasi Bahan	C/N (%)	C/N SNI (%)
80 : 20	1,083	
60 : 40	3,921	10 -
40 : 60	3,529	20
20 : 80	2,083	

Dari Tabel 5 diperoleh C/N rasio yang rendah sedangkan Standar Nasional Indonesia untuk C/N rasio pada kompos yang terbaik adalah 10-20 %. Prinsip dari proses pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga mendekati nilai rasio C/N tanah pada 10-20 % (Anitia Arumsari, 2010). Namun pada penelitian ini hasil C/N rasio yang diperoleh sangat jauh dari standar.

C/N rasio yang begitu rendah selain disebabkan karena kandungan C/N rasio bahan baku dan di awal pengomposan rendah juga disebabkan karena menurunnya rasio C/N selama proses pengomposan. Hal ini disebabkan karena proses dekomposisi oleh mikroba dimana terjadi penguraian karbon yang digunakan mikroba sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Sedangkan nitrogen digunakan mikroba untuk sintesis protein dan pembentukan sel-sel tubuh. Sehingga didapatkan jumlah kandungan C-organik yang rendah dan kandungan Nitrogen yang tinggi, maka rasio C/N menjadi rendah.

Pupuk sangat dibutuhkan oleh tanaman, karena ketersediaan unsur hara di dalam tanah tidak selamanya cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman selama masa pertumbuhan yang sangat penting adalah unsur makro yaitu N, P, K.

Pada penelitian ini hasil N, P, K yang diperoleh dari pupuk kompos limbah biohidrogen (buah maja) dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil pengujian kadar N, P, K pada pupuk kompos dari limbah biohidrogen (buah maja)

Ratio Bahan	Parameter	Kadar (%)	Kadar (%) SNI
80 : 20	Nitrogen	0,12	Min 0,40
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	Min 0,1
	K <sub>2</sub> O	0,6	Min 0,2
60 : 40	Nitrogen	0,05	Min 0,40
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	Min 0,1

	K <sub>2</sub> O	0,61	Min 0,2
40 : 60	Nitrogen	0,05	Min 0,40
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	Min 0,1
	K <sub>2</sub> O	0,6	Min 0,2
20 : 80	Nitrogen	0,08	Min 0,40
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	Min 0,1
	K <sub>2</sub> O	0,6	Min 0,2

Unsur nitrogen digunakan oleh mikroba sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan sel-selnya

Dari tabel 6 terjadi penurunan kandungan N-total untuk semua rasio kompos. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi anaerob. Dekomposisi N-organik secara anaerob akan menghasilkan gas NH<sub>3</sub> yang menguap. Sehingga dilakukan pembalikan pada tumpukan kompos.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pembuatan kompos di Jepang menunjukkan bahwa 10-25% dari N dalam bahan asal kompos akan hilang sebagai gas NH<sub>3</sub> selama proses pengomposan.

Dari hasil perbandingan dengan standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004, kandungan Nitrogen yang diperoleh belum memenuhi standar.

Kekurangan fosfor akan menyebabkan pembelahan sel di dalam tanaman tertunda, pertumbuhan terhambat, warna daun menjadi kekuningan dan tanaman menjadi kerdil. Sedangkan kelebihan fosfor dapat merangsang kematangan yang terlalu dini

Dari tabel 3 diperoleh kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada masing-masing rasio perbandingan 20:80, 40:60, 60:40 dan 80:20 yaitu 0,11% ; 0,15% ; 0,14% ; 0,10%. Dari hasil perbandingan dengan standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004, kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sudah memenuhi standar.

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dan menjadi salah satu penentu kualitas kompos Tanaman yang kekurangan unsur kalium dapat menyebabkan tanaman kerdil, sistem perakaran terganggu serta mengganggu proses fotosintesis dan pembentukan karbohidrat.

Dari hasil perbandingan dengan standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004, kandungan kalium yang diperoleh sudah memenuhi standar.

## KESIMPULAN

Pada penelitian pembuatan pupuk kompos dari limbah biohidrogen dengan bahan baku buah maja diperoleh beberapa kesimpulan yaitu C/N rasio pupuk kompos yang diperoleh belum memenuhi syarat SNI:19-7030-2004 adalah ratio 80:20; 60:40; 40:60; dan 20:80 dengan nilai C/N rasionya 1,083, 3,921, 3,529, dan 2,823. Kadar Nitrogen yang diperoleh pada penelitian ini belum memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004. Sedangkan Kadar fosfor dan kalium pada pupuk kompos yang dihasilkan dari penelitian ini pada umumnya sudah memenuhi syarat SNI:19-7030-2004 yang telah ditetapkan. Dari keempat rasio diperoleh hasil terbaik yaitu pada rasio 60:40 dengan kadar N sebesar 0,05%, kadar P sebesar 0,15% dan kadar K sebesar 0,61 %.

## REFERENSI

- [1] Firmansyah, Anang. 2012. *Teknik Pembuatan Kompos*. Kalimantan Tengah: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- [2] Anita, Arumsari, dkk. 2012. *Jurnal pemanfaatan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair Pt. Indofood Cbp Dengan Penambahan Sampah Domestik Serta Effective Microorganism (Em4) Dan Lumpur Aktif Sebagai Aktivator Melalui Proses Pengomposan*. Fakultas Teknik Universitas Teknik Lingkungan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [3] Subali, Bambang, dkk. 2013. *Pengaruh Waktu Pengomposan Terhadap Rasio Unsur C/N dan Jumlah Kadar Air Dalam Kompos*. Semarang: UNES
- [4] D Beffa T, et al. 2014. *Etude du développement de moisissures potentiellement allergéniques (en particulier Aspergillus fumigatus) au cours du compostage en Suisse*. Swiss Federal Environmental Office (OFEFP-BUWAL,referenceRD/OFEFP/310.92.8), pp. 1-
- [5] Djuarnani, dkk. 2015. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia.
- [6] Nakasaki K, et al. 2016. *Change in Microbial Numbers during Thermophilic Composting of Sewage Sludge with Reference to CO Evolution Rate*. *Applied and Environmental Microbiology*, 49 : 37-41.
- [7] Murbandono. 2012. *Membuat Kompos Edisi Revisi*. Jakarta : Penebar Swadaya
- [8] Karyati Y, dkk. 2011. *Manajemen dan Konversi Energi Analisa Biohidrogen*. Dipetik 04 18, 2012, <http://www.scribd.com/Manajemen-dan-Konversi-Energi-Analisa-biohidrogen.html>.