

DEKOMPOSER ALAMI BERBAHAN LIMBAH SAYUR DENGAN PENAMBAHAN WHEY KEJU SEBAGAI SUMBER PROTEIN

NATURAL DECOMPOSER FROM VEGETABLE WASTE WITH THE ADDITION OF WHEY CHEESE AS A SOURCE OF PROTEIN

Rizky Meidiana Faradila, Muhammad Rio Hendratama, Nanik Astuti Rahman*

Program Studi Teknik Kimia, FTI, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo, Km. 2 Malang 417636

*Email: nanik.astuti@lecturer.itn.ac.id

Abstrak

EM4 sebagai sumber mikroorganisme pada pembuatan pupuk bisa digantikan dengan mikroorganisme lokal dari campuran limbah sayur kubis, whey keju, molase, bekatul dan air kelapa. Tujuan penelitian ini memanfaatkan limbah sayur dengan variasi waktu fermentasi dan rasio limbah kubis dan whey keju sebagai pengurai alami dalam pembuatan pupuk organik cair (POC). Pada penelitian ini digunakan rasio whey keju dan limbah sayur kubis (WLs); 30:70; 20:80; 10:90; 0:100 selama 7, 14, 21 hari fermentasi. Kadar nitrogen tertinggi pada rasio WLs 20:80 sebesar 1,54% dengan waktu fermentasi 14 hari, kadar fosfor tertinggi dengan rasio WLs 10:90 sebesar 0,77% pada waktu fermentasi 21 hari, kadar kalium tertinggi dengan rasio WLs 30:70 sebesar 0,41% pada waktu fermentasi 21 hari. Identifikasi dan jumlah mikroorganisme menunjukkan 1 jenis isolat bakteri asam laktat yaitu *Bacillus subtilis* dan tidak ada bakteri patogen seperti *E-coli* dan *Salmonella*. Jumlah koloni pada variabel WLs 20:80 yaitu sebesar 15×10^4 koloni/100 mL.

Kata kunci decomposer alami, kubis, whey keju, fermentasi

Abstract

*Uncontrolled accumulation of vegetable waste can have a negative impact that will affect various aspects of life, either directly or indirectly. Many studies have used vegetable waste as a raw material for making fertilizers by adding EM4 as a source of decomposing microorganisms. EM4 as a source of microorganisms can be replaced with local microorganisms from a mixture of cabbage waste, cheese whey, molasses, rice bran, and coconut water. For this reason, this study uses vegetable waste, namely cabbage with variations in fermentation time and the ratio of cabbage waste and whey cheese as a natural decomposer from a mixture of vegetable waste and cheese whey which is processed by fermentation so that it can be used as a source of microorganisms in the manufacture of liquid organic fertilizer (POC). This study aims to study the effect of fermentation time and the effect of the ratio on the process of making natural decomposers from cabbage vegetable waste and cheese whey. This study uses a ratio of 30:70; 20:80; 10:90; 0:100 on a mixture of cheese whey and cabbage vegetable waste (WLs) with fermentation times of 7, 14, and 21 days. From the analysis of nitrogen levels, the highest yield was found at a ratio of WLs 20:80 of 1.54 with a fermentation time of 14 days, while analysis of phosphorus levels obtained the highest results with a ratio of WLs 10:90 of 0.77 at a fermentation time of 21 days. potassium obtained the highest yield with a ratio of WLs 30:70 of 0.41 at 21 days of fermentation. While the results of identification and analysis of the number of microorganisms showed that the manufacture of a natural decomposer solution with a fermentation time of 7 days contained 1 type of isolated lactic acid bacteria, namely *Bacillus subtilis*, and there were no pathogenic bacteria such as *E. coli* and *salmonella*. WL variable. 20:80, which is 15×10^4 colonies/100 mL.*

Keywords natural decomposer, cabbage, cheese whey, fermentation

Pendahuluan

Limbah merupakan permasalahan yang sulit untuk dipecahkan namun sepertinya belum terlihat adanya langkah yang konkret guna menanggulangi masalah limbah, terutama limbah sayuran. Timbunan limbah sayuran yang tidak terkendalikan dapat berdampak negatif yang akan memengaruhi berbagai segi kehidupan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu pengolahan limbah sayuran adalah menjadikannya sebagai pupuk organik cair yang selain dapat mereduksi jumlah timbunan sampah juga dapat memberikan dampak ekonomi terhadap ketergantungan pupuk kimia.

Limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair misalnya kubis (*Brassica olerace*) yang banyak tumbuh di daerah dataran tinggi. Limbah yang dihasilkan dari sayuran kubis berupa limbah daun yang membusuk [1], sehingga dapat menimbulkan bau dikarenakan limbah kubis

mengandung protein yang cukup tinggi dan menjadi sumber nutrisi yang dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroorganisme kontaminan [2].

Limbah sayur berpotensi sebagai bahan baku pembuatan pupuk dengan menambahkan EM4 sebagai sumber mikroorganisme pendegradasi. Penggunaan EM4 sebagai sumber mikroorganisme bisa digantikan dengan pengurai alami dari campuran limbah bonggol pisang, ampas tahu serta rumen sapi. POC yang menggunakan mikroorganisme pendegradasi selain EM4 memenuhi syarat SNI POC.

Untuk itu dalam penelitian ini digunakan limbah sayuran yaitu kubis, dengan variasi waktu fermentasi dan rasio limbah kubis dan *whey* keju sebagai decomposer alami, dimana dari campuran limbah sayuran dan *whey* keju ini diproses secara fermentasi sehingga dapat digunakan sebagai sumber mikroorganisme dalam pembuatan pupuk organik cair (POC).

Teori

Dekomposer Alami

Dekomposer alami merupakan cairan yang terbuat dari berbagai sumber daya alam yang tersedia setempat. Dekomposer alami mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro serta mikroba yang berfungsi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama penyakit tanaman. Kegunaan dekomposer alami diantaranya digunakan sebagai POC (Pupuk Organik Cair), sebagai dekomposer alami untuk pembuatan kompos serta sebagai pestisida nabati pengendali hama dan patogen penyebab penyakit pada tanaman [3].

Kubis

Kubis (*Brassica oleraceae L.*) merupakan sayuran daun yang cukup populer di Indonesia dan di beberapa daerah lebih dikenal sebagai kol. Kubis memiliki ciri khas membentuk krop dengan kandungan air pada kubis yaitu lebih dari 90% sehingga mudah mengalami pembusukan. Kandungan kubis terdiri dari protein sebesar 1,7 gr, lemak 0,2 gr serta karbohidrat sebesar 5,3 gr [4].

Bekatul

Bekatul merupakan komoditi yang berasal dari kulit ari padi-padian yang merupakan hasil samping penggilingan padi yang berwarna coklat muda dan telah disaring serta dipisahkan dari sekam (kulit luar gabah). Pada proses penggilingan padi menghasilkan beras sekitar 60-65% dan bekatul sekitar 8-12%. Bekatul mengandung protein sebesar 13,11-17,19%, lemak 2,52-5,05%, karbohidrat 67,58-72,74% serta serat kasar (kalori) sebesar 370,91 – 387,3% [5].

Air Kelapa

Air kelapa merupakan salah satu media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme selama proses fermentasi (Budiyani, 2016). Kandungan air kelapa terdiri dari air sebesar 95%, asam fosfat 0,56%, gula total 2,08%, mineral 0,62% serta kalium sebesar 6,60% [6].

Whey Keju

Whey merupakan produk samping dari proses pengolahan keju yang masih memiliki kandungan gizi yang tinggi. *Whey* secara umum kurang dapat dimanfaatkan dengan baik sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. *Whey* keju memiliki kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebesar 50.000 mg/L dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 80.000 mg/L yang tidak memenuhi batas aman yang diperbolehkan. *Whey* keju memiliki kandungan air sebesar 95,1%, protein sebesar 0,85%, lemak sebesar 0,27%, laktosa sebesar 4,7% serta pH 6,0 [7].

Dekomposer alamiase

Dekomposer alamiase merupakan limbah cair dari industri pembuatan gula yang telah lama dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dekomposer alamiase terbentuk pada saat proses preparasi gula dengan kristalisasi berulang. Kandungan pada dekomposer alamiase yakni air sebesar 20%, sukrosa 32%, glukosa 14%, fruktosa 16%, abu 8% serta lilin, sterol, fosfolipid dan kandungan lain sebesar 10% [8].

Fermentasi

Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik seperti karbohidrat dan asam amino menjadi senyawa sederhana dengan bantuan mikroorganisme secara anaerob yaitu tanpa memerlukan oksigen. Pada proses fermentasi terdapat dua tipe bakteri yang terlibat yaitu bakteri fakultatif yang mengubah selulosa menjadi glukosa pada proses dekomposisi awal dan bakteri obligate yang mendekomposisi bahan organik dan

menghasilkan bahan yang sangat berguna. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi seperti yang diadopsi dari Kurniawan dkk [9], yaitu :

- Suhu
Suhu merupakan faktor lingkungan terpenting dalam kehidupan dan pertumbuhan mikroorganisme dan dapat pula mempengaruhi aspek-aspek lain pada mikroba
- pH
pH merupakan salah satu parameter yang memengaruhi pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk. Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup pada pH 4-8
- Ketersediaan Oksigen
Mikroorganisme juga ada yang membutuhkan oksigen untuk melangsungkan proses metabolisme nya, yang dapat digolongkan sebagai organisme aerobik dan anaerobic.

Unsur Hara

- Nitrogen (N)
Menurut Sutanto (2002) dalam [9], Nitrogen merupakan salah satu unsur penyusun protein sebagai pembentuk jaringan makhluk hidup di dalam tanah. Nitrogen sangat mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman serta berperan penting sebagai penyusun klorofil yang dapat memberikan warna hijau pada daun. Tanaman yang kekurangan nitrogen, daunnya berwarna kuning pucat sampai hijau kemerahan, sedangkan jika kelebihan unsur nitrogen akan berwarna hijau kelam [9].
- Fosfor (P)
Menurut Winarso (2005) dalam [9], Fosfor merupakan senyawa yang mempunyai peran penting pada pertumbuhan tanaman diantaranya dalam proses fotosintesis, respirasi, pembelahan dan pembesaran sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji. Fosfor juga merupakan salah satu unsur hara esensial tanaman.
- Kalium (K)
Menurut Winarso (2005) dalam [9], Kalium berfungsi dalam pembentukan protein dan karbohidrat, penguatan bagian kayu pada tanaman, meningkatkan kualitas biji dan buah serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman yang kekurangan kalium akan mengalami kekeringan pada ujung daun, menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, daun tampak keriting dan mengkilap, menyebabkan tangkai daun lemah sehingga mudah terkulai dan kulit biji keriput.

Metodologi Penelitian

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu volume dekomposer alamiase sebanyak 1 liter, volume air kelapa sebanyak 2 liter, massa bekatul sebanyak 1 kg, massa limbah sayur sebanyak 1 kg, dengan kondisi fermentasi yaitu anaerob fakultatif serta waktu fermentasi selama 7, 14, 21 hari. Sedangkan variabel bebas yang digunakan yaitu rasio campuran *whey* keju dan limbah sayur kubis (WLs) dengan rasio 30:70; 20:80; 10:90; 0:100.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol plastik, fermentor, pisau, selang bening dan timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah sayuran (kubis) sebagai sumber bakteri, bekatul sebagai sumber karbohidrat, dekomposer alamiase sebagai sumber glukosa, air kelapa sebagai sumber glukosa dan media pertumbuhan bakteri, serta *whey* keju sebagai sumber bakteri.

Pembuatan Air Kapur

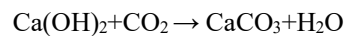
- Menyiapkan 1 kg kapur
- Menambahkan air hingga volume 2 liter
- Mencampurkan kapur dengan air hingga homogen
- Mendingkan larutan kapur selama semalaman hingga terdapat dua lapisan yaitu lapisan air jernih dan endapan
- Mengambil larutan air jernih dan memasukkan ke dalam botol air mineral 600 mL.

Pembuatan Bioaktivator

- Menyiapkan limbah sayuran (kubis) sebanyak 20 kg lalu dicacah hingga ukuran limbah menjadi kecil-kecil sekitar 5-10 cm
- Memasukan bekatul sebanyak 1 kg ke dalam masing-masing fermentor
- Memasukan limbah sayuran ke dalam masing-masing fermentor dengan berat limbah sayur sebanyak 700 gram dan *whey* keju 308,7 gram untuk variabel 30:70, 800 gram limbah sayur dan 205,8 gram *whey* keju

untuk variabel 20:80, dan 900 gram limbah sayur dan 102,9 gram *whey* keju untuk variabel 10:90 serta limbah sayur sebanyak 1 kg untuk variabel 0:100

- Memasukan air kelapa sebanyak 2 liter ke dalam fermentor
- Menambahkan dekomposer alamiase ke masing-masing fermentor dengan volume sebanyak 1 liter
- Menghomogenkan seluruh bahan dengan menggunakan pengaduk hingga merata
- Menutup fermentor dengan rapat
- Menghubungkan selang plastik ke dalam botol plastik ukuran 600 mL berisi air kapur yang berfungsi sebagai indikator yaitu adanya gelembung pada saat fermentasi
- Memfermentasi limbah sayuran secara anaerob fakultatif (fermentor dalam keadaan tertutup rapat) dengan rasio limbah sayur 30:70; 20:80; 10:90; 0:100 dengan waktu fermentasi yaitu 7, 14, 21 hari
- Mengamati perubahan air kapur (ada tidaknya reaksi antara hasil fermentasi CO₂ dengan kapur Ca(OH)₂) yang menghasilkan endapan kalsium karbonat berwarna putih keruh)



Hasil

Hasil analisa terhadap sampel yang sudah disiapkan, terkait identifikasi dan jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam sampel disajikan dalam Tabel 1 sampai Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Analisa Identifikasi Mikroorganisme

No.	Rasio		Jenis Mikroorganisme
1.	30	70	<i>Bacillus subtilis</i>
2.	20	80	<i>Bacillus subtilis</i>
3.	10	90	<i>Bacillus subtilis</i>
4.	0	100	<i>Bacillus subtilis</i>

Tabel 2. Jumlah Koloni Mikroorganisme

Sampel	Keterangan	Jumlah Koloni (koloni/100 mL)
WLs 0:100	Campuran limbah sayur dan <i>whey</i> keju	35×10^4
WLs 20:80		15×10^4

Tabel 3. Bakteri Kontaminan

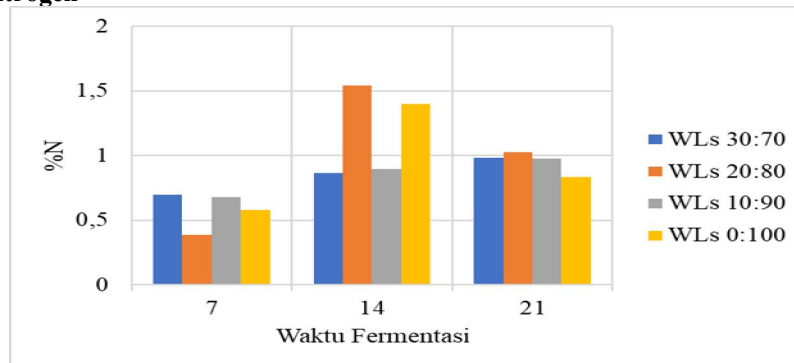
Sampel	Jenis Mikroba	Keterangan
WLs	<i>E-Coli</i>	Negatif
	<i>Salmonella</i>	Negatif

Tabel 1 menunjukkan jenis mikroorganisme yang terdapat dalam sampel adalah *Basillus*, yang dikonfirmasi juga dengan hasil analisa visual dengan mikroskop seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisasi mikroorganisme menggunakan mikroskop

Analisa Kadar Nitrogen

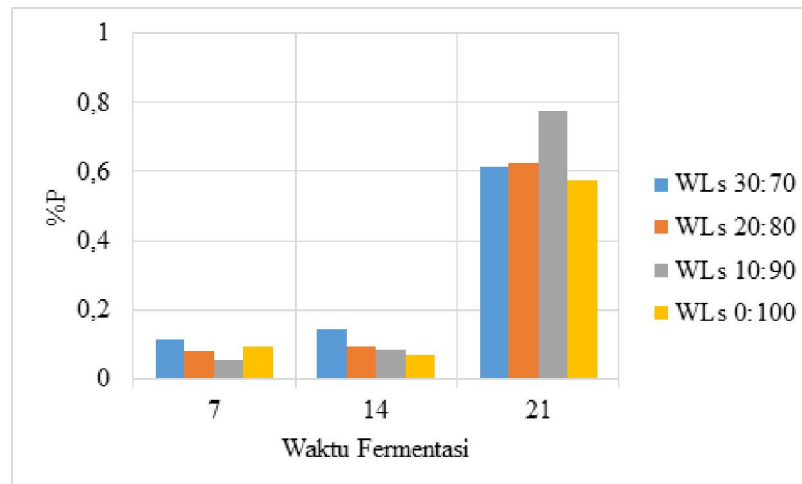


Gambar 2. Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Nitrogen

Gambar 2 menunjukkan kecenderungan yang sama diantara keempat rasio, pada fermentasi hari ke 7 pada rasio perbandingan *whey* dan limbah sayur 30:70; 20:80; 10:90; 0:100 kandungan nitrogen yang diperoleh adalah 0,70 %, 0,39 %, 0,67%, 0,58%. Kadar nitrogen terendah terdapat pada rasio 20:80 pada waktu fermentasi 7 hari, hal ini disebabkan karena dalam waktu 7 hari merupakan periode adaptasi mikroorganisme. Selama fase awal ini massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel. Pada waktu fermentasi 14 hari diperoleh kadar nitrogen 0,86% pada rasio 30:70, 1,54 % pada rasio 20:80, 0,89% pada rasio 10:90, dan 1,40% pada rasio 0:100. Terjadi peningkatan kadar nitrogen yang signifikan pada rasio 20:80 dan 0:100, menurut Juwita [10] hal tersebut disebabkan karena adanya pembelahan sel dari mikroorganisme sempurna dan adanya N sebagai produk penguraian protein dari proses dekomposisi. Tersedianya nitrogen dalam jumlah yang tinggi karena terjadi proses dekomposisi yang lebih sempurna [11]. Pada hari ke 7 sampai dengan hari ke 14 pertumbuhan mikroorganisme mengalami fase eksponensial yaitu terjadi pembelahan sel yang sangat cepat. Peningkatan kadar nitrogen juga dikarenakan terjadinya proses amonifikasi, yaitu proses pembentukan amonium dari bentuk teroksidasinya yaitu nitrit [10]. Proses amonifikasi dari keempat rasio ini dipengaruhi oleh campuran bahan, mikroorganisme yang bekerja dan temperatur. Pada rasio 20:80 dan 0:100 proses amonifikasi bahan organik terjadi peningkatan lebih tajam dibandingkan kedua rasio hal ini dapat dilihat dari suhu dan bau fermentasi yang menyengat pada rasio 20:80 pada hari ke 14.

Pada hari ke 14 sampai hari 21 terjadi penurunan pada rasio 20:80; dan 0:100 dimana diperoleh kadar nitrogen 1,02%, 0,83%. Penurunan kadar nitrogen pada ketiga rasio pada hari ke-14 sampai ke-21 disebabkan karena pengaruh metabolisme pada mikroorganisme yang mengakibatkan nitrogen terasimilasi dan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau hilang karena proses denitrifikasi [12]. Selain itu penurunan kadar nitrogen disebabkan juga oleh pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang tersedia sudah mulai berkurang dan sel mulai berhenti membelah diri atau sel hidup dan sel mati mulai mencapai kesetimbangan [13]. Sedangkan pada rasio 30:70; dan 10:90 terjadi peningkatan hal tersebut dikarenakan mikroba masih belum memasuki fase kematian.

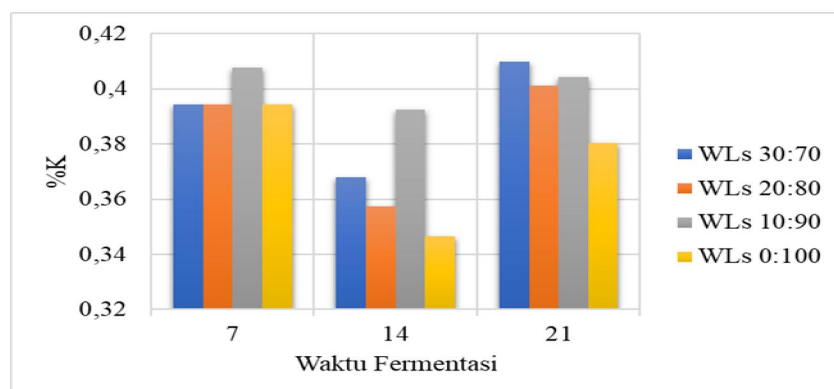
Analisa Kadar Fosfor



Gambar 3. Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Phospor

Gambar 3 menunjukkan kecenderungan yang sama diantara kelima rasio yaitu 30:70, 20:80, 10:90, pada fermentasi hari ke 7 pada rasio 30:70 diperoleh kandungan fosfor tertinggi diantara ketiga rasio yaitu sebesar 0,11% sedangkan pada rasio 20:80 diperoleh kandungan fosfor sebesar 0,08% pada rasio 10:90 diperoleh kandungan fosfor sebesar 0,05% dan pada rasio 0:100 diperoleh 0,09. Pada fermentasi hari ke-7 sampai ke-14 terjadi kenaikan kandungan fosfor diantara keempat rasio. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan fosfor yang juga dipengaruhi oleh tingginya kandungan nitrogen, semakin tinggi nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor akan meningkat dan mikroorganisme pengurai fosfor bekerja dengan optimum sehingga kadar fosfor akan semakin naik dengan semakin lamanya waktu fermentasi [9]. Akan tetapi pada waktu fermentasi hari ke-21 terjadi perubahan yang sangat cepat pada rasio 0:100 hal ini disebabkan karena fosfor sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk membangun selnya seperti protoplasma dan inti sel [13]. Perombakan bahan organik dan proses asimilasi fosfor terjadi disebabkan adanya enzim fosfatase yang dihasilkan oleh sebagian mikroorganisme. Apabila jumlah mikroorganisme kurang maka proses perombakan bahan organik dan proses asimilasi fosfor oleh mikroorganisme juga kurang sehingga fosfor kurang dimanfaatkan, begitu pun sebaliknya jika jumlah mikroorganisme cukup maka proses perombakan bahan organik berjalan sempurna [11]. Pada rasio *whey* dan limbah sayur 10:90 terjadi peningkatan signifikan hal ini disebabkan karena adanya bakteri *bacillus sp* yang terdapat pada limbah sayur yang merupakan salah satu jenis bakteri yang dapat melarutkan fosfat dan menaikkan kadar fosfor pada mikroorganisme lokal.

Analisa Kadar Kalium



Gambar 4. Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Kalium

Gambar 4 menunjukkan kecenderungan yang sama diantara rasio 30:70; 20:80; 10:90 serta 0:100. Pada fermentasi hari ke 7, diperoleh kandungan kalium tertinggi yaitu pada rasio 10:90 sebesar 0,40, sedangkan pada rasio 30:70; 0:100 dan 20:80 sebesar 0,39. Hal ini disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi pertumbuhan mikroorganisme pada fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan selama fase awal dimana massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel. Sedangkan pada hari ke 14 terjadi penurunan diantara keempat rasio 30:70; 20:80; 10:90; 0:100. Pada rasio 30:70; 20:80; 10:90; 0:100

diperoleh kandungan kalium sebesar 0,36; 0,35; 0,39; 0,34. Penurunan kandungan kalium pada ketiga rasio tersebut disebabkan oleh terbentuknya asam organik selama proses penguraian dan menyebabkan daya larut unsur-unsur hara seperti Ca, P dan K menjadi lebih tinggi, dan proses dekomposisi bahan organik yang dilakukan akan mengurangi kandungan K pupuk organik cair [13]. Selain itu penurunan kadar kalium juga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme selain merombak kalium juga menggunakan kalium untuk aktivitas metabolisme hidupnya [10].

Pada hari ke 21 terjadi peningkatan kandungan kalium pada keempat rasio. Pada rasio 30:70 terjadi peningkatan signifikan diantara rasio 10:90, 20:80; 0:100 hal ini disebabkan karena bakteri pelarut fosfat umumnya juga dapat melarutkan unsur kalium pada bahan organik. Kalium pada bahan substrat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai katalisator, adanya aktivitas mikroba akan mempengaruhi terhadap peningkatan kandungan kalium. Bakteri dan jamur akan mengikat dan menyimpan kalium [14].

Identifikasi dan Jumlah Mikroorganisme

Berdasarkan Tabel 1, larutan penguraialami dengan waktu fermentasi 7 hari dari keempat rasio yang dihasilkan mengandung 1 jenis isolat bakteri asam laktat. Menurut Aliya [15] tidak adanya bakteri patogen disebabkan karena kemampuan bakteri asam laktat dalam memproduksi zat antibakteri yaitu bakteriosin. Protein bakteriosin ini nantinya digunakan untuk menghambat pertumbuhan berbagai patogen dan bakteri perusak. Genus *Bacillus* ini dapat merombak senyawa organik, menghasilkan antibiotik, serta berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi. *Bacillus* sp termasuk dalam kelompok bakteri pelarut fosfat. Selain itu *Bacillus* sp. juga dapat berperan sebagai agen pengendali hayati yang baik, misalnya terhadap bakteri patogen seperti *R. solanacearum* [16].

Berdasarkan Tabel 3, indikasi adanya bakteriosin yaitu tidak adanya bakteri patogen seperti *E.coli* dan *salmonella* pada saat pengujian secara mikrobiologi pada dekomposer alami. Menurut Khoiriyah [17] senyawa-senyawa antimikroba yang dihasilkan bakteri asam laktat antara lain asam organik, hidrogen peroksida, dan bakteriosin. Bakteriosin merupakan protein yang bersifat bakterisidal terhadap spesies yang biasanya berkaitan erat dengan bakteri penghasilnya. Jenis bakteri yang dapat dihambat oleh bakteriosin diantaranya bakteri gram positif dan bakteri gram negatif seperti *Salmonella* sp., *E. coli*, *Listeria* sp., *Shigella* sp., *Helicobacter pylori*, *Vibrio* sp. dan *Staphylococcus aureus*.

Adanya *Bacillus subtilis* pada mikroorganisme lokal dari whey dan limbah sayur berpengaruh pada kandungan nitrogen dan fosfor hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 dan hasil ini seperti yang dilaporkan juga oleh Husna [18] yang menyatakan *Bacillus subtilis* dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen dengan memfiksasi N_2 . *Bacillus* sp. merupakan salah satu spesies bakteri pelarut fosfat. Pada umumnya bakteri ini terbatas pada ruang antar sel terutama ke pembuluh xilem di mana tekanan O_2 rendah dan laju respirasi bakteri yang tinggi akan membentuk kondisi mikroaerob yang dibutuhkan untuk aktivitas nitrogenase. Nitrogenase merupakan enzim kompleks yang dimanfaatkan oleh bakteri dalam memfiksasi N_2 dengan mengubah nitrogen menjadi NH_3 . Spesies *Bacillus* yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfat dalam tanah antara lain yaitu: *B. subtilis*, *B. amiloliquefaciens* dan *B. pumilus*. Menurut Mahdiah [19] *Bacillus* sp. menghasilkan asam organik seperti asam formiat, asam asetat, dan asam laktat yang berfungsi melarutkan fosfat dalam bentuk yang sulit larut. Asam-asam organik ini akan membentuk khelat dengan kation-kation pengikat P di dalam tanah seperti Al^{3+} dan Fe^{3+} . Khelat tersebut dapat menurunkan reaktivitas ion-ion tersebut sehingga dapat melarutkan fosfat.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah koloni mikroorganisme paling sedikit adalah variabel WLs 20:80 yaitu sebesar 15×10^4 koloni/100 mL. Hal ini disebabkan oleh lamanya fermentasi, sumber bakteri bioaktivator, penambahan bahan organik dan komposisi yang digunakan dalam pembuatan bioaktivator. Komposisi mikroorganisme di dalam bioaktivator dipengaruhi oleh waktu fermentasi dan ketersediaan karbon dari bahan organik yang digunakan. Karena semakin tinggi bahan organik maka ketersediaan karbon sebagai sumber energi mikroorganisme akan semakin tinggi pula [20].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- Pembuatan dekomposer alami dapat memanfaatkan limbah sayur seperti kubis dan limbah whey keju sebagai bahan baku utama.
- Pada analisa kadar nitrogen diperoleh hasil tertinggi dengan rasio whey dan limbah sayur 20:80 pada waktu fermentasi 14 hari dengan kadar nitrogen sebesar 1,54 dan kadar nitrogen terendah terdapat pada rasio 20:80 pada hari ke 7 yaitu sebesar 0,39. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar nitrogen akan meningkat, akan tetapi pada hari ke-21 terjadi penurunan kadar nitrogen.
- Pada analisa kadar fosfor diperoleh hasil tertinggi dengan rasio whey dan limbah sayur 10:90 pada waktu fermentasi 21 hari dengan kadar fosfor sebesar 0,77 dan kadar fosfor terendah terdapat pada rasio 10:90 pada hari ke 7 yaitu sebesar 0,05. Hubungan banyaknya limbah sayur dan waktu fermentasi terhadap kandungan

fosfor berbanding lurus. Semakin banyak limbah sayur yang terdapat pada dekomposer alami dan semakin lama waktu fermentasi, maka kadar fosfor pada dekomposer alami akan semakin meningkat.

- Pada analisa kadar kalium diperoleh hasil tertinggi dengan rasio *whey* dan limbah sayur 30:70 pada waktu fermentasi 21 hari dengan kadar kalium sebesar 0,41 dan kadar kalium terendah terdapat pada rasio 20:80 pada hari ke 14 yaitu sebesar 0,35. Semakin kecil jumlah limbah sayur maka kandungan kalium akan semakin besar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada ITN Malang melalui hibah internal sebagai penyandang dana dan kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan kontribusi lain dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Roni, K. A., & Herawati, N. 2012. *Uji Kandungan Asam Laktat di Dalam Limbah Kubis dengan Menggunakan NaCl Dan CaCl₂*. Berkala Teknik, 2(4), 320-333. ISSN 2088-0804. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang
- [2] Rinaldi, S. H., Kurnani, Tb. Benito., & Sudiarto, Bambang. 2014. *Pengaruh Perbandingan Limbah Peternakan Sapi Perah dan Limbah Kubis (Brassica Oleracea) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair terhadap Kandungan N, P dan K*. Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
- [3] Rainiyati, R., Riduan, A., Zulkarnain, Z., Eliyanti, E., & Heraningsih, S. F. 2019. *Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga menjadi Beberapa Jenis Pupuk Cair DEKOMPOSER ALAMI (Mikro Organisme Lokal) di Desa Pudak Kecamatan Kumpeh Ulu Kabupaten Muara Jambi*. Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat, 4(4): 555-562. Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.
- [4] Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. 2015. *Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis Dan Kulit Pisang*. Jurnal Integrasi Proses, 5(2): 75-80. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Unmul, Samarinda
- [5] Luthfianto, D., Noviyanti, R. D., & Kurniawati, I. 2017. *Karakterisasi Kandungan Zat Gizi Bekatul pada Berbagai Varietas Beras di Surakarta*. Urecol 371-376. ISSN 2407-9189. Prodi S1 Gizi, Stikes PKU Muhammadiyah Surakarta
- [6] Budiyan, N. K., Soniari, N. N., & Sutari, N. W. S. 2016. *Analisis Kualitas Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang*. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika 5(1): 63-72. ISSN: 2301-6515. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
- [7] Lestari, M. W., Bintoro, V. P., & Rizqiati, H. 2018. *Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Tingkat Keasaman, Viskositas, Kadar Alkohol, dan Mutu Hedonik Kefir Air Kelapa*. Jurnal Teknologi Pangan. 2(1): 8-13. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang
- [8] Prastujati, A. U., Hilmi, M., & Khirzin, M. H. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Starter terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Total Asam Titrasi (TAT) Whey Kefir*. Jurnal Ilmu Peternakan Terapan, 1(2): 63-69. ISSN 2579-9479. Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Politeknik Negeri Banyuwangi
- [9] Setyoningrum, T. M., Viska, A. W., Annisaturreihan, N. I. P., & Mm, A. N. 2014. *Evaluasi Rasio C/N pada Kultivasi Spirulina Platensis dengan Penambahan Dekomposer alamiase sebagai Sumber Karbon Organik*. Eksergi 11(02): 30-34. ISSN: 1410-394X. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- [10] Kurniawan, E., Ginting, Z., & Nurjannah, P. 2017. *Pemanfaatan Urine Kambing pada Pembuatan Pupuk Organik Cair terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (NPK)*. Prosiding Semnastek. P-ISSN: 2407-1846, e-ISSN: 2460-8416. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
- [11] Juwita, A. I., Mustafa, A., & Tamrin, R. 2017. *Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (Coffee Arabica L.) sebagai Mikro Organisme Lokal (DEKOMPOSER ALAMI)*. Agrotek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 11(1): 1-8. Program Studi Agroindustri, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep
- [12] Tallo, M. L. L., & Sio, Stefanus. 2019. *Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kualitas Pupuk Bokashi Padat Kotoran Sapi*. Journal of Animal Science 4(1): 12-14. ISSN 2502-1869. Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU – NTT
- [13] Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. 2016. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganisms)*. Konversi, 5(2): 44-51. e- ISSN: 2541-3481. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
- [14] Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. 2018. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. 7(1): 13-29. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
- [15] Trivana, L., Pradhana, A. Y., & Manambangtua, A. P. 2017. *Optimalisasi Waktu Pengomposan Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa Dengan Bioaktivator EM4*. Jurnal Sains dan

- Teknologi Lingkungan, 9(1): 16-24. p-ISSN:2085-1227 dan e-ISSN:2502-6119. Balai Penelitian Tanaman Palma, Manado
- [16] Aliya, H., Maslakah, N., Numrapi, T., Buana, A. P., & Hasri, Y. N. 2015. *Pemanfaatan Asam Laktat Hasil Fermentasi Limbah Kubis sebagai Pengawet Anggur dan Stroberi*. Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi 9(2): 23-28. ISSN: 1693-265X. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [17] Suhastyo, A. A., Anas, I., Santosa, D. A., & Lestari, Y. 2013. *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Dekomposer alami yang Digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification)*. Sainteks, 10(2). 29-39. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian IPB
- [18] Khoiriyah, H., & Ardiningsih, P. 2014. *Penentuan Waktu Inkubasi Optimum terhadap Aktivitas Bakteriosinlactobacillus Sp. Red₄*. Jurnal Kimia Khatulistiwa. ISSN 2303-1077. 3(4): 52-56. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
- [19] Husna, M., Sugiyanta, S., & Pratiwi, E. 2019. *Kemampuan Konsorsium Bacillus pada Pupuk Hayati dalam Memfiksasi N₂, Melarutkan Fosfat dan Mensintesis Fitohormon Indole 3-Acetic-Acid*. Jurnal Tanah dan Iklim 43(2): 117-125. ISSN 1410-7244. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- [20] Mahdiah, Winda. 2021. *Peran Bakteri Bacillus Sp. Achromobacter Sp. dan Jamur Trichoderma Sp. sebagai Dekomposer pada Beberapa Ketebalan Tandan Kosong Kelapa Sawit di Pertanaman Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.)*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara