

Pendayagunaan Limbah Buah sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Metode Fermentasi EM4

Maritha Nilam Kusuma¹, Amrozy Muharamin², Dimas Wahyu Surya Darma³, Ellisa Dwi Syafitri⁴, Inka Muthia Ardhana⁵, Hamas Hijrotush Shobriyah⁶, Maratus Sholihah⁷, Muhammad Hafizhni At-Thayyibi⁸

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia

1,2,3,4,5,6,7,8

e-mail: maritha.kusuma@itats.ac.id

ABSTRACT

Manufacture of liquid organic fertilizer from fruit waste by adding EM4 which serves to speed up the fermentation process or as an activator because it contains microorganisms that can break down polymer compounds into monomers. In this study using experimental experiments using the fermentation method. The materials used are fruit waste, EM4 (Effective Microorganisms), brown sugar and water. There are several variables determined in this study, namely fixed variables, dependent variables, and independent variables. The fixed variables determined in this study were the amount of fruit waste used, which was 6000 gr; the volume of brown sugar water is 1800 ml; and the volume of EM4 is 180 ml. In addition, there is a dependent variable; namely pH test; temperature test; color test; and also smell test. While the independent variable used is the fermentation time, which is 7 days. The results of the 7th day study the pH value was 3.7, the temperature value from 24 increased to 32.6, the color of the liquid fertilizer on the first day tended to be brown from brown sugar and EM4 then slowly the color of the fertilizer changed to yellow, while the smell is not too strong and more like tape. From 1800 ml of sugar water and 180 ml of EM4 using fruit waste produced 800 ml of liquid organic fertilizer.

Keywords: *Effective Microorganisms, liquid organic fertilizer*

ABSTRAK

Sisa hasil buah bisa menjadi produksi pupuk organik golongan cair serta menambahkan EM4 yang berfungsi mempercepat proses fermentasi atau sebagai activator karena memiliki kandungan mikroorganisme yang dapat memecah senyawa polimer menjadi monomernya. Dalam penelitian ini menggunakan percobaan eksperimental menggunakan metode fermentasi. Bahan yang digunakan yaitu sisa buah yang tidak dikonsumsi, EM4 (*Effective Microorganisme*), gula merah dan air. Ada beberapa variabel yang ditentukan dalam percobaan ini, yaitu variabel tetap, variabel terikat, dan variabel bebas. Variabel tetap yang ditentukan dalam percobaan ini merupakan jumlah limbah buah-buahan yang digunakan yaitu sebanyak 6000 gr; volume air gula merah sejumlah 1800 ml; dan volume EM4 yaitu 180 ml. Selain itu, terdapat variabel terikat; yakni uji pH; uji suhu; uji warna; dan juga uji bau. Sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah waktu fermentasi yaitu 7 hari. Hasil dari penelitian hari ke-7 nilai pH sebesar 3,7, nilai suhu dari 24 meningkat menjadi 32,6, warna pupuk cair dihari pertama cenderung coklat yang berasal dari gula merah dan EM4 kemudian secara perlahan warna dari pupuk berubah menjadi warna kuning, sedangkan bau tidak terlalu menyengat dan lebih menyerupai tape. Dari air gula sebanyak 1800 ml dan 180 ml EM4 menggunakan limbah buah-buahan menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 800 ml.

Kata kunci: *Effective Microorganisme, pupuk organik cair*

PENDAHULUAN

Sampah secara umum dipecah dan terbagi dua klasifikasi, untuk klasifikasi pertama tipe sampah basah (*organic*) dan tipe klasifikasi sampah kering (*anorganik*). Sampah organik memiliki komposisi diantaranya zat karbohidrat, zat protein, zat lemak, zat mineral, zat vitamin, dan lain sebagainya. Secara faktor alam zat-zat dapat dengan mudah terurai karena adanya faktor fisik kimia, dan komposisi enzim dalam limbah yang digunakan dan enzim dikeluarkan oleh organisme hidup pada limbah tersebut. Mekanisme penguraian sampah dengan golongan organik

kemungkinan bisa diluar kendali, secara umum terjadi pada anaerobik (tanpa oksigen). Pada mekanisme hal ini, komposisi gas layaknya H₂S dan CH₄ dapat menghasilkan bau yang kurang sedap, sehingga mekanisme ini lebih dikenal sebagai proses peluruhan. Lindi juga berasal dari proses ini, dapat menimbulkan masalah pada tercemarnya air tanah dan permukaan. Sampah yang membusuk bisa menjadi cikal bibit penyakit (bakteri, virus, protozoa dan cacing). Ditinjau pada sudut sanitasi dan lingkungan layaknya beberapa masalah tersebut, sampah organik butuh mendapat pengelolaan atau perhatian yang cukup intensif sebab jumlah timbulan dirasa sangat tinggi dengan persentase 70 – 80% dari keseluruhan sampah diwilayah kota [1].

Laju pertumbuhan tumbuhan yang cukup dapat dicapai jika memenuhi unsur dalam hara yang diperlukan pada pertumbuhan dan perkembangan tercukupi, setara dan pada konsentrasi optimal serta didukung oleh faktor lingkungan. Proses pembuatan pupuk organik yang dilakukan mempergunakan larutan effective microorganism (EM). EM merupakan salah satu bioaktivator yang dijual bebas. Penambahan bioaktivator dalam pembuatan pupuk cair diharapkan dapat mempercepat pembentukan pupuk cair 2 hingga 3 minggu atau 1 sampai 1,5 bulan [2].

Pembuatan pupuk organik cair dapat berlangsung pada situasi aerob maupun anaerob. Pada situasi aerob gula (selulosa, hemiselulosa) akan dirubah menjadi CO₂, air dan energy atau bahan organik akan dirobak oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida, air, hara, humus dan energi, sedangkan proses secara anaerob yaitu penguraian bahan organik tanpa bantuan oksigen bebas. Produk dari anaerobic yang paling sering dijumpai merupakan metana, karbondioksida dan senyawa dengan golongan seperti asam organik. Mekanisme penguraian senyawa golongan organik dari mikroba bisa dilakukan sistem berantai. Senyawa organik heterogen akan menyatu bersama kumpulan organisme hidup yang berasal tanah, air, udara serta dari asal sumber-sumber lain. Kemudian akan terjadi mekanisme mikrobiologis. Ada beberapa faktor yang perlu didicermati dalam mekanisme itu yaitu dengan adanya bandingan nitrogen dan karbon (C/N rasio) dalam komposisi kadar air, bentuk dan jenis, temperatur, pH, dan golongan mikroba dengan peran pada proses tersebut. Indikator yang digunakan sebagai tolak acuan mekanisme dekomposisi senyawa bersifat organik berhasil dan sukses adalah terjadi perbedaan pH serta temperatur [3].

Fermentasi diduga berpengaruh terhadap hasil fermentasi POC sampah pasar. Pemberian POC sampah pasar dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman juga lebih lambat karena POC sampah pasar diperlukan waktu dengan durasi lama untuk menjadi ion larutan unsur hara akan lebih mudah terserap oleh akar tumbuhan [4]. Data yang diperoleh pada percobaan [5], mengidentifikasi dengan percobaan memberi pupuk organik cair tidak nyata mempengaruhi variabel pertumbuhan tanaman, karena pupuk organik terdapat komposisi hara yang cukup rendah dengan pupuk anorganik dan bersifat *slow release*.

METODOLOGI PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan ITATS dengan menggunakan percobaan eksperimental. Metode pada percobaan ini mengaplikasikan pada penelitian menggunakan metode fermentasi yang merupakan suatu proses yang memanfaatkan mikroba untuk mengubah substrat menjadi hasil tertentu yang diinginkan secara kimia [6]. Dalam penelitian ini menggunakan EM4 (*Effective Microorganism*) yang merupakan campuran mikroorganisme yang sangat berperan dalam proses fermentasi. Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan sebagai penunjang kinerja, antara lain ember yang digunakan untuk wadah fermentasi; timbangan; selang kecil dan botol; pisau; gunting; gelas ukur; pH-meter; dan thermometer. Untuk bahan yang digunakan yaitu sampah buah-buahan, EM4 (*Effective Microorganism*), gula merah, dan air.

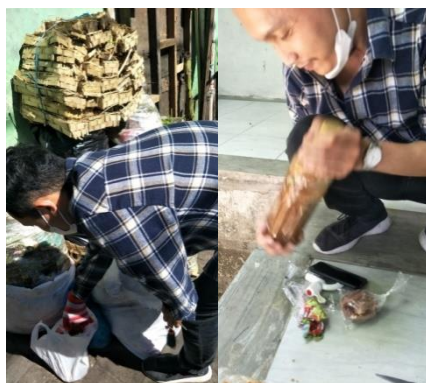
Terdapat variabel - variabel yang ditentukan dalam pengamatan, yaitu variabel tetap, variabel terikat, dan variabel bebas. Variabel tetap yang ditentukan dalam penelitian produksi pupuk organik cair ini adalah jumlah sampah buah-buahan yang digunakan yaitu sebanyak 6000

gr; volume air gula merah sejumlah 1800 ml; dan volume EM4 yaitu 180 ml. Selain itu, ada variabel terkait; yakni uji parameter apa yang dilakukan selama penelitian. Pada percobaan yang dilakukan variabel terikat yang menjadi acuan tolak ukur diantaranya uji pH; uji suhu; uji warna; dan juga uji bau. Sedangkan uji variabel bebas yang digunakan adalah waktu fermentasi yaitu 7 hari. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan pupuk cair adalah sebanyak 6000 gr limbah buah-buahan yang telah diambil dari pasar dicacah menggunakan pisau; kemudian membuat larutan air gula merah yang terdiri dari ½ kg gula merah yang dilarutkan dengan air sebanyak 1800 ml; lalu mengukur volume EM4 sebanyak 180 ml menggunakan gelas ukur. Setelah semua bahan siap, dilakukan pencampuran semua bahan yaitu dengan cara dimasukkan kedalam ember yang sebelumnya telah disiapkan kemudian diaduk agar merata, setelah itu ember ditutup rapat dan pada tutupnya diberi lubang untuk selang kecil yang menyambung dengan botol berisi air. Ember (komposter) kemudian disimpan pada tempat yang tidak terkena sinar UV matahari dan selama 7 hari berturut-turut dilakukan pengecekan sesuai parameter terkait yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini melakukan proses produksi pupuk organik cair yang berasal dari sisa konsumsi buah-buahan. Limbah buah-buahan seringkali tidak dimanfaatkan dengan maksimal sehingga dibiarkan membusuk dengan sendirinya. Padahal limbah buah-buahan dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair untuk mengurangi timbulan limbah buah-buahan. Sisa Konsumsi yang tidak dipakai pada buah maupun limbah sayuran memiliki kandungan air tinggi yang merupakan bahan utama dari pupuk cair [7]. Bahan organik yang memiliki kandungan selulosa yang besar menyebabkan proses penguraian bakteri semakin lama. Pemilihan pemanfaatan limbah buah-buahan untuk menghasilkan pupuk organik cair dikarenakan pupuk organik cair lebih efisien untuk di proses oleh tumbuhan yang disebabkan oleh komponen didalam pupuk telah terurai dan proses pengaplikasiannya akan lebih optimal.

Proses produksi pupuk organik cair dapat terlaksana apabila dapat menemukan sisa hasil konsumsi buah-buahan di pasar kemudian limbah buah-buahan sebanyak 6 kg dicacah dengan tujuan agar luas permukaan semakin luas juga sehingga proses dekomposisi oleh mikroorganisme semakin cepat [8]. Ukuran bahan yang kecil akan mempercepat proses pengomposan karena mikroorganisme akan beraktivitas dengan mudah pada bahan yang lembut. Jika pengomposan dilakukan secara anaerobik maka ukuran bahan yang baik adalah sehalus-halusnya untuk lebih mengoptimasi mekanisme penguraian yang di proses bakteri dan mengkomposisi bahan juga semakin mudah [1][2] [9].



Gambar 1. Memotong limbah buah menjadi kecil kecil

Langkah selanjutnya adalah membuat air gula sebanyak 1800 ml yang berfungsi sebagai substrat yang dapat dicerna oleh mikroorganisme guna mendukung proses pertumbuhan [10]. Semakin banyak larutan gula maka sumber nutrisi juga banyak sehingga proses fermentasi dapat berjalan baik. Kemudian ditambahkan EM4 sebanyak 180 ml dimana EM4 ini berfungsi untuk mempercepat proses fermentasi atau sebagai aktivator. EM4 dapat mempercepat proses fermentasi/pengomposan karena memiliki kandungan mikroorganisme yang dapat memecah senyawa polimer menjadi monomernya, kandungan dalam EM4 terdiri dari bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), ragi (*Saccharomyces sp.*), *Actinomycetes*, bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), dan jamur fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*) [11].



Gambar 2. Memasukan air gula

Semua bahan pupuk organik cair dimasukkan kedalam komposter yang berupa tong plastik bekas. Setelah semua bahan dicampurkan dalam wadah jirigen (komposter), dilakukan pengadukan agar tercampur rata lalu komposter ditutup dan ditempatkan pada lokasi terlindungi sehingga tidak terdampak paparan *Ultra violet* matahari. Penutupan komposter dilakukan dengan tujuan supaya tidak ada udara yang masuk. Dimana di penutup komposter diberi selang kecil yang diletakkan dalam komposter dan satu sisinya diletakkan dalam botol berisi air. Botol air ini memiliki peran untuk membuang gas yang dihasilkan selama proses fermentasi sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam komposter. Sedangkan selang penghubungnya berperan sebagai penyeimbang suhu [12]. Pupuk organik dидiamkan selama satu minggu dimana setiap harinya dilakukan pengujian pH dan suhu.

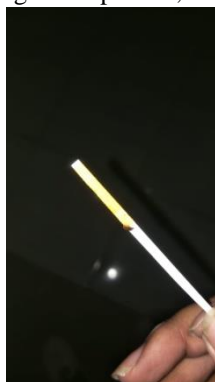


Gambar 3. Hasil Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah-Buahan

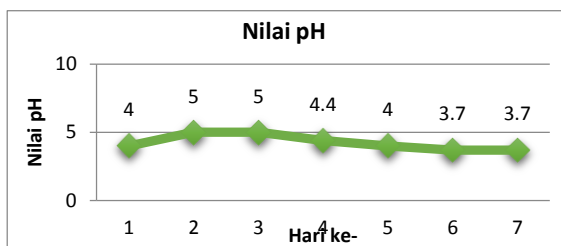
Hasil analisis awal setelah dilakukan pencampuran nilai pH 4 dengan suhu 24 dan warnanya coklat yang berasal dari larutan EM4 dan air gula merah. Proses fermentasi berlangsung secara anaerob, pH rendah (3-4), kadar garam dan kadar gula tinggi, kandungan air sedang (30% - 40%), suhu (40 – 50°C), dan terdapat mikroorganisme fermentasi. Selama proses fermentasi, nilai pH dan suhu terus diamati untuk mengetahui apakah pupuk organik cair yang telah dibuat ini sudah memenuhi Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah.

a. Nilai pH

Unsur organik dalam bahan pupuk dirombak menjadi asam organik dengan bantuan penambahan EM4. Aktivitas bakteri menyebabkan penguraian bahan organik contohnya bakteri asam laktat dapat memproduksi asam organik berupa asam laktat dan asam organik. Asam organik yang dihasilkan melalui proses dari penguraian protein, karbohidrat, dan lemak [13].



Gambar 4. Pengecekan nilai pH



Gambar 5. Nilai pH Terhadap Waktu

Nilai pH awal rendah disebabkan oleh banyaknya EM4 yang ditambahkan. Kemudian pada hari ke-4 nilai pH kembali turun disebabkan oleh lamanya waktu fermentasi. Selanjutnya nilai pH semakin menurun yang disebabkan karena pada saat itu terjadi fase logaritmik. Fase logaritmik merupakan fase dimana jasad renik akan membelah diri secara cepat kemudian menjadi konstan. Saat pH menurun di sebabkan bakteri-bakteri ada selama fermentasi ikut menjadi netral. Menurunnya pH juga disebabkan oleh kondisi dimana perkembangan bakteri serta kandungan *nutrient* yang menipis. Selain itu, suhu dan kelembapan udara juga mempengaruhi nilai pH [14].

Nilai pH juga dapat turun dikarenakan terurainya C-organik menjadi asam-asam organik. Sedangkan nilai C-organik dari pupuk organik cair dipengaruhi oleh kualitas bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk cair, metode yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk, dan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Semakin banyak C-organik yang terurai maka nilai pH akan semakin turun. Dalam penelitian yang dilakukan

Yacobus Sunaryo pada 2018, jumlah gula yang tinggi dapat menghasilkan pH terendah dan dengan jumlah gula yang rendah dapat menghasilkan pH yang tinggi [15]

Nilai pH yang dihasilkan dari pupuk organik cair ini jika dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019, pH pupuk organik cair yang dibuat belum memenuhi persyaratan pupuk organik cair yaitu pH harus diantara 4 – 9. Pada hari ke 6 dan 7 nilai pH berada dibawah persyaratan pupuk cair sehingga pH perlu dinaikkan. Peningkatan pH untuk mencapai persyaratan pupuk organik cair Bisa terlaksana dengan acuan menambahkan kapur saat proses mengaplikasikan pupuk organik cair ke tumbuhan maupun ke tanah.

Gambar 6. Pengecekan nilai pH

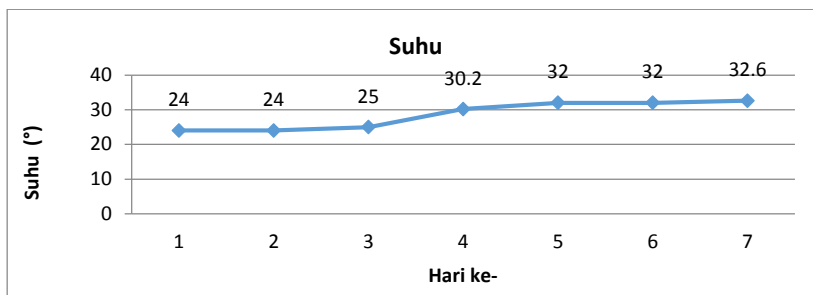


b. Suhu

Suhu menjadi indikator yang menunjukkan pergerakan aktivitas dari mikroorganisme pada mekanisme penguraian pada bahan-bahan organik. Suhu dari pupuk organik cair mengalami kenaikan seiring berjalannya waktu menunjukkan proses pengomposan berjalan dengan baik dan mikroorganisme dari EM4 bekerja maksimal selama proses pengomposan ini. Suhu yang semakin tinggi menggambarkan bahwa kerja bakteri secara maksimal. Kejadian ini bisa berdampak karena rata-rata bakteri yang terkandung dalam EM4 dapat tumbuh optimal pada suhu tinggi (sampai 40°C).



Gambar 7. Pengecekan Suhu



Gambar 8. Suhu Terhadap Waktu

Peningkatan suhu menunjukkan bahwa bakteri sedang mendekomposisi bahan organik. Suhu dari pupuk organik juga dapat turun jika dilakukan pengadukan maupun pembalikan pupuk. Selama 7 hari pengamatan, suhu terus meningkat yang artinya bakteri dari EM4 bekerja maksimal. Suhu tersebut akan terus meningkat jika bakteri dalam pupuk bekerja secara maksimal. Selama 7 hari ini, bakteri dalam keadaan dorman karena belum mencapai suhu optimum sehingga bakteri belum bekerja maksimal.

c. Warna dan bau

Warna dari pupuk cair dihari pertama cenderung coklat yang berasal dari warna air gula merah dan EM4. Kemudian secara perlahan warna pupuk cair berubah warna menjadi warna kuning. Sedangkan bau yang ditimbulkan tidak terlalu menyengat dan lebih menyerupai aroma tape. Dari air gula sebanyak 1800 ml dan 180 ml EM4 menggunakan limbah buah-buahan menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 800 ml. Proses fermentasi atau pengomposan bisa dikatakan berhasil atau sukses apabila terdapat tanda yang ditemukan dengan timbulnya bercak-bercak putih pada permukaan cairan [2][1]. Pada hasil produksi pupuk organik cair juga memiliki lapisan putih pada permukaannya. *Membran* putih yang merupakan *Actinomycetes* atau jenis jamur yang akan muncul setelah pupuk terbentuk.

Pupuk organik cair dapat dimanfaatkan untuk menyembuhkan sifat tanah dan sebagai topangan pada cadangan komponen hara bagi tumbuhan sarana untuk dapat menyuburkan tanah. Sebelum digunakan akan lebih baik jika diteliti terlebih dahulu mengenai kandungan nitrogen, fosfor, kalium, karbon, kandungan C-organik dari pupuk organik cair. Kandungan nitrogen dalam pupuk organik cair dibutuhkan mikroorganisme untuk proses pembentukan maupun pemeliharaan sel. Nitrogen juga ikut menyusun klorofil sehingga daun berwarna hijau. Kandungan nitrogen dalam POC dapat meningkat seiring dengan pertumbuhan mikroorganisme yang mengalami pembelahan sel secara cepat (fase eksponensial). Penurunan kandungan nitrogen dalam POC disebabkan oleh berkurangnya nutrisi sehingga pertumbuhan mikroorganisme berhenti membelah diri hingga mati.

Kandungan kalium digunakan sebagai katalisator oleh mikroorganisme dalam bahan substrat. Semakin banyak bakteri beserta aktivitasnya dapat mempengaruhi pengikatan kandungan kalium. Kandungan kalium akan tinggi jika berada di fase pembelahan sel sempurna dimana proses ini dipercepat dengan adanya EM4. Kandungan kalium akan turun apabila jumlah nutrisi yang diberikan mengalami penyusutan juga sehingga sel berhenti membelah diri dan mati.

Kandungan fosfor berfungsi sebagai unsur hara esensial bagi tanaman untuk memindahkan komponen-komponen dari energi hingga molekul-moleku; gen yang suit digantikan pada unsur hara lainnya [3][4]. Fosfor juga berperan dalam mekanisme respirasi, transfer, fotosintesis, penyimpanan energi, pembagian maupun perkembangan sel. Kandungan fosfor akan bertambah seiring dengan penambahan larutan EM4 yang memiliki kandungan bakteri pelarut fosfat memiliki dampak bahan organik pada proses pelarutan fosfat fosfat akan memuncak. Jika

dibandingkan kandungan fosfor akan menurun jika bakteri berada pada fase adaptasi selama fase awal. Selain itu fosfat dapat turun jika bakteri pelarut fosfat telah bereaksi habis sehingga kadanya 0%.

Kandungan C-organik dipengaruhi oleh kualitas bahan yang ditepakan pada proses produksi pupuk cair, metode yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk, dan disebabkan pergerakan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik [5][6][7]. Selanjutnya karbon yang berperan sebagai pusat energi. Pada Produksi pupuk organik cair, variasi pemberian larutan gula tidak memiliki pengaruh bagi mikroorganisme. Jika semua kandungan tersebut diteliti dan hasilnya sesuai dengan persyaratan pupuk organik cair maka POC dapat digunakan sebagai pupuk organik cair, tetapi jika dari beberapa unsur diatas terdapat unsur yang tidak memenuhi persyaratan maka hasil fermentasi dapat dijadikan sebagai pembenah tanah. Pembenah tanah merupakan kumpulan komposisi alami maupun sintesis, organik maupun mineral, padat maupun cair yang memiliki kemampuan dalam membenahi sifat-sifat tanah.

KESIMPULAN

Dengan dasar hasil dan pembahasan terdapat kesimpulan antara lain :

1. Sisa atau sampah buah bisa diproses sebagai bahan standar produksi pupuk organik cair dengan menambahkan komposisi – komposisi lain.
2. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019, pH pupuk organik cair yang dibuat belum memenuhi persyaratan pupuk organik cair yaitu pH harus diantara 4 – 9.
3. Nilai pH hari ke-7 adalah sebesar 3,7 yang artinya nilai pH masih dibawah baku mutu yang dianjurkan.
4. Bakteri yang terkandung dalam EM4 dapat tumbuh optimal pada suhu tinggi (sampai 40°C).
5. Nilai suhu hari ke-7 adalah 32,6°C yang artinya bakteri dalam keadaan dorman karena belum mencapai suhu optimum sehingga bakteri belum bekerja maksimal.
6. Warna dari pupuk cair pada hari pertama cenderung berwarna coklat dikarenakan terdapat campuran gula merah dan EM4.
7. Warna dari pupuk cair hari ke-7 adalah berwarna kuning
8. Sedangkan bau dari pupuk cair organik tersebut tidak terlalu menyengat dan lebih menyerupai bau tape.
9. Dari air gula sebanyak 1800 ml dan 180 ml EM4 menggunakan limbah buah-buahan menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 800 ml.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jalaluddin, Z. A. Nasrul, and R. Syafrina, “Pengolahan Sampah Organik Buah-Buahan Menjadi Pupuk Dengan Menggunakan Effektive Mikroorganisme,” *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 5, no. 1, pp. 17–29, 2016.
- [2] A. C. Tabun, N. B., C. L. L. Peu, J. A. Jermias, T. A. Y. Foenay, and D. A. J. Ndolu, “PEMANFAATAN LIMBAH DALAM PRODUKSI PUPUK BOKHASI DAN PUPUK CAIR ORGANIK DI DESA TUATUKA KECAMATAN KUPANG TIMUR,” *J. Pengabd. Masy. Peternak.*, vol. 2, no. 2, pp. 107–115, 2017.
- [3] M. Marjenah, W. Kustiawan, I. Nurhifiani, K. H. M. Sembiring, and R. P. Ediyono, “Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-Buahan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair,” *ULIN J. Hutan Trop.*, vol. 1, no. 2, pp. 120–127, 2017, doi: 10.32522/ujht.v1i2.800.
- [4] H. Rifaldin, M. N. Kusuma, and J. T. Lingkungan, “Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol,” pp. 373–378.

- [5] H. F. Fadilah, M. N. Kusuma, and R. D. Afrianisa, "Pemanfaatan bioslurry dari digester biogas menjadi pupuk organik cair," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 513–518, 2019.
- [6] I. S. Dewi, M. N. Kusuma, and T. Pramestyawati, "A function of Bioslurry Organic for Solid Fertilizer," *J. Appl. Sci. Manag. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–32, 2021.
- [7] M. Kusuma and R. Afrianisa, "Initial Characterization of Bio-Slurry as Liquid Fertilizer," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2117, no. 1, p. 012007, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012007.