

Pengembangan dan Uji Coba Digester Kompos Kulit Buah Kakao dengan Produk Samping Biogas Berskala Rumah Tangga

Ulfah Zakiyah Hamdani ¹

Rosmalah Yanti ²

Nurul Fuady Adhalia H ³

Ibnu Mansyur Hamdani ⁴

¹²Universitas Cokroaminoto Palopo

³Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie

⁴Akademi Teknologi Industri Dewantara Palopo

¹ulfahzh@gmail.com

²rosmalahy@gmail.com

³nurulfuady@ith.ac.id

⁴ibnumansyur@atidewantara.ac.id

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan model digester lain dengan keluaran berupa 2 produk (kompos dan pupuk organik cair) dan 1 produk sampingan (biogas) yang dapat digunakan dalam skala rumah tangga. Digester dibuat dari plastik Parallon dengan dua tabung yaitu tabung fermentasi dan tempat penyimpanan pupuk cair. Filter memisahkan biogas dengan bau tidak sedap dengan teknologi water seal. Percobaan dilakukan dengan bahan awal cacahan halus kulit buah kakao, aquades, gula kristal dan inokulum EM4 dengan perbandingan 50 kg : 5 L : 2 kg : 1 L. Setelah 32 hari fermentasi, 50 kg bahan awal berhasil dikonversi. menjadi 12 L pupuk organik cair, 31 kg slurry dan biogas.

Kata kunci : *digester sederhana, kompos, kulit buah kakao, biogas*

Pendahuluan

Tanaman kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditi unggulan di Luwu Raya. Hasil panen biji kakao setiap tahunnya di Provinsi Sulawesi Selatan mencapai 700-800 kg per tahun (Kabar News, Desember 2018). Hasil panen biji kakao menyisakan kulit buah kakao yang dapat menjadi limbah dan menyebabkan penyakit, meninggalkan bau busuk di areal perkebunan kakao. Hal ini menjadi tantangan baru bagi para peneliti untuk mengurangi dan menanggulangi limbah kulit buah kakao. Beberapa penelitian telah meneliti peningkatan nilai manfaat material limbah pertanian kulit kakao pada bidang pakan ternak (Magistrelli dkk, 2016 & Ogunsipe dkk, 2017), bahan bakar hayati (Awolu dkk, 2015 & Mancini dkk, 2016), adsorben logam berat (Saucier dkk, 2015), pewarna (Tran dkk 2017 & Tu 2016) serta dalam industri makanan (Collar dkk 2009 & Martinez-Cervera dkk 2011). Material kulit buah kakao mengandung komponen yang berpotensi racun seperti mycotoxin dan theobromine (Adamafio, 2013) serta komponen ramah lingkungan seperti protein, lemak, serat pangan, sakarida terlarut karbohidrat, polifenol dan



lainnya (Okiyama dkk 2017). Peningkatan nilai manfaat kakao juga telah diteliti oleh Rachmawaty dkk (2018) mengenai potensi fungisida kulit buah kakao.

Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai kompos telah banyak dilakukan. Kompos kulit buah kakao terbukti mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman, lebar daun dan kekuatan batang bibit tanaman kakao (Saragih & Ardian, 2017). Kompos kulit buah kakao juga terbukti efektif dalam konservasi tanah dalam rangka penanaman lanjutan dibandingkan penggunaan pupuk NPK sebagai pupuk dasar (Marius, *et. al.*, 2020).

Bahan kulit buah kakao mengandung komponen yang berpotensi toksik seperti mikotoksin dan teobromina (Adamafio, 2013). Buah kakao juga kaya akan makromolekul ramah lingkungan seperti protein, lemak, serat pangan, sakarida larut karbohidrat, polifenol dan lain-lain (Okiyama *et al.* 2017). Dalam 100 gram sampel kulit buah kakao terdapat 10,30 - 27,40 g protein; 27,60 - 80,50 gram Fe; 2,35-6,62 gram Cu; 4,53 gram Mn dan 2,75-19,00 gram Zn (Rojo-Poveda, *et.al.*, 2020). Angka tersebut menjadikan limbah buah kakao potensial jika dikomposkan dan memberikan nutrisi bagi tanaman. Penelitian Kamelia & Fathurohman (2017) menjelaskan bahwa kombinasi dedak dan kulit buah kakao 1:3 sebagai bahan dasar kompos kulit buah kakao meningkatkan kandungan protein sampel kompos sebesar 14,6%. Buah kakao hasil fermentasi mengandung 56% BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen/total gula). Kompos kulit buah kakao mengandung total 1,30% N; C organik 33,71%; dan nutrisi mineral penting lainnya (Juradi, *et. al.*, 2019).

Pemanfaatan limbah buah kakao sebagai kompos sudah banyak dilakukan. Kompos kulit buah kakao terbukti mempercepat peningkatan tinggi tanaman, lebar daun dan kekuatan batang biji kakao (Saragih & Ardian, 2017). Kompos buah kakao juga terbukti efektif dalam konservasi tanah dalam rangka penanaman selanjutnya dibandingkan dengan penggunaan pupuk NPK sebagai pupuk dasar (Marius, *et. al.*, 2020).

Kegiatan pengomposan selalu menghasilkan produk sampingan utama berupa gas metana (CH₄) dan uap air. Gas CH₄ tidak berwarna dan tidak berasa tetapi memiliki bau yang menyengat. Besarnya gas CH₄ dari proses ini memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku biogas. Jumlah gas CH₄ yang diperoleh dari proses pengomposan bervariasi tergantung pada rasio C/N buah kakao yang dikomposkan. Studi desain digester kompos bukanlah hal baru. Kelemahan utama digester dalam pengomposan bahan dasar kompos adalah kegagalan pembentukan kompos akibat gas hasil samping yang setelah terbentuk mencemari proses fermentasi bahan dasar kompos. Beberapa faktor mempengaruhi kinerja digester dalam memproduksi biogas, hydraulic retention time (waktu rata-rata proses digester berlangsung), waktu retensi padatan (laju perubahan padatan dalam reaktor digester), laju bahan organik (massa bahan). diproses oleh reaktor digester), faktor keamanan, pencampuran bahan dasar, pH, kebiasaan, dan suhu (Singh & Kaushal, 2016).

Digester pada penelitian Singh dan Kaushal (2016) belum menerapkan bahan baku limbah yang rendah mikroorganisme seperti limbah kulit kakao. Penelitian Bello dan Alamu (2016) juga menerapkan limbah hewan pada desain digester yang diteliti. Sementara itu, penelitian tentang efektivitas pencernaan buah kakao yang dilaporkan oleh Prathama et al (2020) masih dalam skala kecil dan bersifat termofilik. Pada penelitian ini kami mencoba mengembangkan kompos digester yang dapat menghasilkan kompos, pupuk organik cair dan menampung gas buang selama proses pengomposan dalam jumlah banyak yang tidak termofilik.

Kompos adalah hasil penguraian parsial bahan-bahan organik. Kompos dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan jumlah bahan organik (Isroi & Yuliarti, 2009). Proses pengubahan bahan organik berada dalam fase anaerob. Dalam pengolahannya, dibutuhkan aktivator berupa mikroba yang mempercepat prosesnya. Dasar pengomposan adalah pencampuran bahan organik kaya karbohidrat (sumber karbon) dengan bahan organik kaya protein (sumber nitrogen). Hasil akhir kompos adalah padatan hancur yang strukturnya mirip tanah. Bahan baku kompos perlu mempertimbangkan memiliki rasio C/N ideal 25:1–30:1. Jumlah karbon yang tinggi menyebabkan waktu pengomposan yang lama. Sebaliknya, jumlah nitrogen berlebih menyebabkan gas produk samping lebih banyak menghasilkan NH_3 dan NO_x (Djaja, 2008).

Kulit buah kakao merupakan salah satu limbah pertanian yang melimpah dan kurang dimanfaatkan. Sekitar 90% dari total berat buah kakao akan segera dibuang dalam bentuk kulit buah kakao (Battegazore, et. al., 2014). Kulit buah kakao merupakan salah satu limbah yang kaya akan proksimat bermanfaat. Kelembapan kulit buah kakao sangat dipengaruhi metode pengeringan yang dilakukan. Rentang kelembapan kulit buah kakao berkisar 3,60% - 13,13% per 100 g contoh. Sifat higroskopis kulit buah kakao menyebabkan jamur dapat tumbuh dan merusak konten proksimat yang dikandung (Rojo-Poveda, et. al., 2019).

Kondisi anaerob dalam pengomposan merupakan kondisi penting dalam proses digesti (*Digestion*) bahan baku kompos. Secara umum, terdapat 4 fase digesti secara anaerob yaitu hidrolisis (biodegradasi dengan melepaskan molekul air dari bahan baku karbohidrat), acidogenesis (proses pengasaman oleh bakteri aerob dengan tujuan degradasi lanjut hasil hidrolisis menghasilkan monomer karbohidrat), acetogenesis (degradasi lanjut hasil acidogenesis serta biomassa protein) serta methanogenesis (pembentukan gas CH_4 dan degradasi akhir produk antara pada acetogenesis). Proses digesti terdiri atas 3 jenis dari yang paling lambat prosesnya hingga tercepat yaitu digesti psicrofilik (rentang suhu 10°C - 25°C), digesti mesofilik (rentang suhu 30°C - 42°C) dan digesti termofilik (rentang suhu 48°C - 65°C) (Tenneti, 2015).

Produk digesti anaerob adalah 70% gas metana (CH_4) dan 29% gas karbondioksida (CO_2), dan sisanya adalah gas lain yang salah satunya gas H_2S . Produk digesti anaerob ini disebut dengan biogas. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja alat digester dalam menghasilkan biogas waktu retensi hidrolik (waktu rerata proses digesti berlangsung), waktu retensi padatan (laju

padatan berubah dalam reaktor digester), laju bahan organik (massa bahan yang diolah reaktor digester), faktor keamanan, pencampuran bahan dasar, pH, kebasaaan, dan suhu (Singh & Kaushal, 2016).

Metode

Lokasi Penelitian

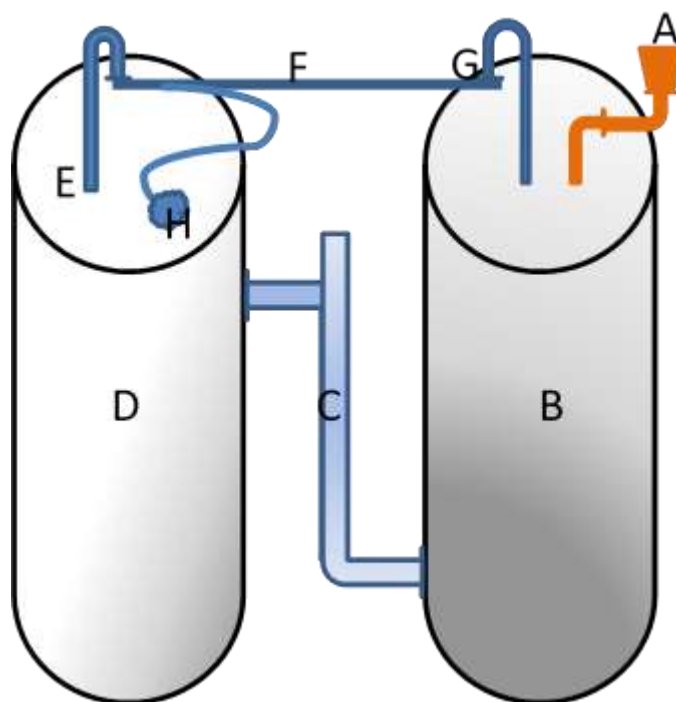
Perakitan alat digester dan pengujian alat dalam menghasilkan biogas dilakukan di salah satu bengkel las di Kota Palopo.

Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat alat digester sederhana antara lain baja sedang (ketebalan 1,2–1,5 mm), katup kontrol, *gas holder*, tabung kedap udara. Sedangkan bahan yang digunakan untuk memproduksi biogas adalah kulit buah kakao, pupuk kandang, karung goni, fungisida dan aktivator.

Desain

Desain alat digester yang akan dikembangkan pada penelitian mengadaptasi rancangan alat digester Bello & Alamu (2016) dengan beberapa modifikasi pada ruang reaktor. Desain digester diperlihatkan pada Gambar 1. Kode huruf pada alat digester yaitu A (input bahan kompos), B (fermentor), C (filter gas), D (gas reservoir), E, F & G (gas output), H (konektor gas-tabung).



Gambar 1. Adaptasi Alat Digester Bello & Alamu, 2016.

Prosedur Kerja Digester

Digester yang dirancang mengikuti prinsip digesti mesofilik yang berlangsung pada suhu 30°-42° C. Ruang fermentor bahan dasar kompos diisi dengan kulit buah kakao cacah, dan aktivator. Proses fermentasi diperkirakan berlangsung selama 20-30 hari dan selama waktu tersebut, gas buang yang dihasilkan akan ditampung dalam sebuah wadah kedap udara. Pengujian biogas akan dilakukan dengan uji nyala secara sederhana

Hasil

Digester yang dibuat merupakan rakitan 2 kontainer utama dan filter gas. Bentuk digester diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2. Digester sederhana

Beberapa penyesuaian yang ditambahkan pada digester jika dibandingkan dengan rancangan digester sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 1 yakni keran pada kedua kontainer sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Keran pada kedua kontainer untuk memudahkan pengambilan pupuk organik cair

Selama proses perakitan, diketahui bahwa cairan pupuk tak hanya terbentuk pada kontainer kanan (pada Gambar 2) tetapi juga pada kontainer kiri (pada Gambar 2). Tinggi filter gas ditinggikan dan diperkecil diameternya agar gas yang dapat melewati filter hanya dengan berat molekul terendah. Input bahan kompos memiliki liukan landai mengadaptasi teknologi leher angsa pada kloset untuk memerangkap bau yang dihasilkan selama proses fermentasi bahan berlangsung.

Pembahasan

Proses perakitan digester membutuhkan waktu 6 hari. Kendala utama yang ditemui peneliti selama merakit digester adalah kontainer kedap udara sulit diperoleh di Kota Palopo. Bahan kulit kakao sebelum dimasukkan ke dalam sistem digester perlu dicacah sehalus mungkin agar fermentasinya berjalan lebih cepat, sementara diketahui bersama bahwa kulit kakao cukup keras untuk sekadar dicacah dengan pisau dapur. Adapun bentuk kulit kakao cacah yang dimasukkan ke dalam sistem digester diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk cacahan kulit kakao yang dimasukkan ke dalam sistem digester

Gas mulai terbentuk di hari ke-8 fermentasi berjalan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Gas awal yang dihasilkan pada hari ke-8

Berdasarkan pengamatan, gas yang dihasilkan tak hanya berasal dari kontainer kanan saja tetapi juga kontainer kiri, Asumsi ini didasarkan pada gas yang tetap dihasilkan ketika keran gas kontainer kanan ditutup, digester tetap menghasilkan gas melalui kontainer kiri sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah gas yang dihasilkan di hari ke-17 fermentasi

Produk kompos dan pupuk cair belum dapat diperlihatkan dalam laporan ini karena proses fermentasi bahan utama yang lambat. Proses fermentasi yang lambat disebabkan oleh jenis bakteri aktivator yang digunakan kurang beragam (hanya berasal dari aktivator EM4) Pengujian nyala gas belum dilakukan hingga saat laporan ini diselesaikan karena jumlah gas belum memadai. Tim peneliti masih menampung gas hingga jumlah yang cukup untuk dilakukan uji nyala

Simpulan

Berdasarkan pengamatan selama penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin banyak bahan utama kompos yang difermentasi, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompos, pupuk cair dan gas buang
2. Semakin beragam jenis bakteri aktivator yang terlibat dalam proses fermentasi, semakin cepat fermentasi berjalan menghasilkan produk.

Daftar Pustaka

- Adamafio, N. A. 2013. Theobromine Toxicity and Remediation of Cocoa By-products: An Overview. *J. Biol. Sci.*, 37, 570–576.
- Adegunloye, D. V., and Olotu, T. M., 2018. *Effect of Compost Made from Decomposing Cocoa Pod and Animal Dung on the Yield of Maize Crop*. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (UEAB). 3(4): 1166–1174.
- Battegazzore, D.; Bocchini, S.; Alongi, J.; Frache, A. 2014. *Plasticizers, Antioxidants and Reinforcement Fillers from Hazelnut Skin and Cocoa by-products: Extraction and use in PLA and PP*. *Polym. Degrad. Stab.*, 108, 297–306.
- Bello, S. K., and Alamu, S. 2016. *Design and Production of A Domestic Biogas Digester*. International Journal of Applied Engineering and Technology. 6(2): 8–15.
- Djaja, W. 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak dan Sampah*. Tangerang: PT AgroMedia Pustaka.
- Isroi dan Yuliarti, N. 2009. *Kompos: Cara Mudah, Marah, & Cepat Menghasilkan Kompos*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Juradi, M. A., Tando, E dan Suwitra, K. 2019. *Inovasi Teknologi Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) sebagai Pupuk Organik Ramah Lingkungan*. *Agroradix*. 2(2): 9–17.
- Kamelia, M dan Fathurohman. 2017. *Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Fermentasi sebagai Alternatif Bahan Pakan Nabati serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Ternak Entok (Cairina muschata)*. BIOSFER Jurnal Tadris Pendidikan Biologi. 8(1): 66-77.
- Ketter, N. C. 2015. *Evaluation of a Cocopeat-based Hydroponic System for Production of Roses, Rosa hybrida in Naivasha, Kenya*. Tesis. Jomo Kenyatta Univesity of Agriculture and Technology.
- Magistrelli, D. Zanchi, R., Malagutti, L., Galazssi, F., Canzi, E., Rosi, F., 2016, Effect of Cocoa Husk Feeding on Composition of Swine Intestinal Microbiota, *J. Agric. Food. Chem.*, 64, 2046–2052.

- Marius, K. K., Guessan, K. N., Ignace, K. K., Kevin, K. K., Kouassi, K., Arsène, Z. B. I., & Odette, D. D. 2020. *Comparative Effect of Organic Cocoa Shell-based and Inorganic NPK Fertilization on the Growth and Yield of Four Cassava Varieties*. Journal of Soil Science. 10: 217–232.
- Min, Bockki, Jongbin Lim, Sanghoon Ko, Kwang-Geun Lee, Sung Ho Lee & Suyoung Lee., 2011, Environmentally Friendly Preparation of Pectins from Agricultural Byproducts and Their Structural/Rheological Characterization, *Bioresources Technology*, 102, 3855–3860.
- Okiyama, D. C. G., Sandra L. B. N., & Christianne E. C. R., 2017, Cocoa Shell and Its Compounds: Applications in the Food Industry, *Trends in Food Science & Technology*., 63, 103–112.
- Rojo-Poveda, O.; Barbosa-Pereira, L.; Mateus-Reguengo, L.; Bertolino, M.; Stévigny, C.; Zeppa, G. 2019. *Effects of Particle Size and Extraction Methods on Cocoa Bean Shell Functional Beverage*. Nutrients, 11, 867.
- Rojo-Poveda, O., Pereira-Barbosa, L., Zeppa, G., & Stévigny, C. 2020. *Cocoa Bean Shell-A By-Product with Nutritional Properties and Biofunctional Potential*. Nutrients, 12, 1123.
- Rachmawaty, A. M., Hasri, Pagarra, H., Hartati, & Maulana, Z. Active Compounds Extraction of Cocoa Pod Husk (*Theobroma cacao* L.) and Potential as Fungicides, *2018 2nd International Conferences on Statistics, Mathematics, Teaching and Research (IOP Conf. Series 1028)*, 9–10 Oktober 2017, Makassar.
- Redgwell, R., V. Trovato, S. Merinat, D. Curti, S. Hediger, A. Manez, 2003, Dietary Fibre in Cocoa Shell: Characterization of Component Polysaccharides, *Food Chem.*, 81, 103–112.
- Saragih, D. P., & Ardian. 2017. *Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Buah Kakao terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Hibrida (Theobroma cacao L.)*. JOM FAPERTA. 4(2): 1–12.
- Saucier, C., Adebayo, M. A., Lima E. C., Cataluna R., Thue, P. S., Prola, L. D., Puchana-Rosero, M. J., Machado, F. M., Pavan, F. A., & Dotto, G. L., 2015, Microwave-assisted Activated Carbon from Cocoa Shell as Adsorbent for Removal of Sodium Diclofenac and Nimesulide from Aqueous Effluents, *J. Hazard. Mater.*, 289, 18–27.
- Singh, A. K. and Kaushal, R. K. 2016. *Design of Small Scale Anaerobic Digester for Application in Indian Village: A Review*. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS). 3(8): 11–16.
- Tenneti, S. 2015. *Design of Auto Mix Single Stage Anaerobic Digester and Aspen Plus Simulation for Biogas Production*. Thesis. Rourkela National University of Technology.
- Tran, T. N., Bayer, L.S. Heredia-Guererro, J. A., Frugone M., Lagomarsino, M. Maggio, F., Athanassiou, A. 2017. Cocoa Shell Biofilaments for 3D Printing Applications, *Macromol. Mater. Eng.*, 302.

Tu, C., 2016, Study about Stability of Cacao Husk Pigment and Its Dyeing Properties on Cotton. *Key. Eng. Mater.* 671. 133–138.

Tashandra, N. 2021. *Waspada, 7 Jenis Hama Tanaman Cabai dan Gejalanya*. Kompas. (Online).
<https://lifestyle.kompas.com/read/2021/04/16/210300220/waspada-7-jenis-hama-tanaman-cabai-dan-gejalanya?page=all>