

Pemanfaatan Isolat Bakteri dari Cairan Pulp Kakao sebagai Bioaktivator dalam Pengomposan Limbah Kulit Buah Kakao

Nurhidayah^{1*}, Lucia Ratna Winata², Fahrudin³

¹Mahasiswa Program Studi PLH, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin

²Departemen Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin

³Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

Email : plhnurhidayah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat bakteri dari cairan pulp kakao sebagai bioaktivator pengomposan, untuk mengetahui penurunan kadar lignin dan selulosa pada pengomposan, dan untuk mengetahui laju penguraian limbah kulit buah kakao oleh isolat bakteri dari cairan pulp kakao sebagai bioaktivator dalam pengomposan, serta untuk mengetahui jumlah bahan organik dan rasio C/N dari hasil pengomposan. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu pengambilan sampel dilakukan secara acak. Data dianalisis dengan metode analysis of variance (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Tuckey HSD. Hasil penelitian menunjukkan adanya dua jenis isolat bakteri, yaitu isolat A (*Lactobacillus plantarum*) dan isolat B (*Lactobacillus acidophilus*). Penambahan bioaktivator dapat mempercepat laju dekomposisi pengomposan, sehingga dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan dan yang paling efektif adalah isolat A Mc Farland 1,5 sebesar 15,16 g/hari, isolat B Mc Farland 1 sebesar 15,56 g/hari dan isolat A 1,5 ditambah isolat B 1 sebesar 16,63 g/hari. Kedua jenis isolat bakteri mampu menurunkan kadar lignin dan selulosa, dan yang paling efektif adalah isolat A 1,5 ditambah isolat B 1 dengan nilai lignin akhir sebesar 29,91% dan selulosa sebesar 9,15%, sedangkan unsur hara tertinggi yang terkandung, yaitu pada P7 dengan nilai N-total (1,36%), P tersedia (0,53%), dan K₂O (1,75%), dan rasio C/N memenuhi SNI 20004 pada semua perlakuan yang berkisar antara 15-20.

Kata kunci: Limbah kulit buah kakao, bioaktivator, laju pengomposan, lignin, selulosa, rasio C/N.

Pendahuluan

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan nasional Indonesia yang cukup potensial sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara, karena kakao dapat memenuhi kebutuhan beberapa industri, seperti industri makanan dan minuman, farmasi dan kosmetik, serta meningkatkan ekspor non migas (Sriwati *et al.*, 2013).

Buah kakao terdiri atas tiga komponen utama, yaitu plasenta (pulp), biji sebagai hasil utama dan kulit buah adalah limbahnya yang berpotensi sebagai penyebab pencemaran lingkungan, karena merupakan hasil sampingan dengan komponen yang lebih dari 70% (Putih, 2007). Komponen bahan kimia kulit buah kakao: abu (14,61%), protein kasar (8,69%), serat kasar (42,55%), lemak kasar (2,75%), lignin (38,45%), selulosa (30,24%) (Suparjo, 2008).

Masalah yang dapat ditimbulkan dari limbah kulit buah kakao, yaitu dapat menjadi limbah yang mencemari lingkungan dengan menimbulkan kelembaban udara tinggi, sehingga menghasilkan hydrogen sulfida yang berbau busuk (pencemaran bau), dapat menjadi tempat serangga untuk meletakkan telur yang menjadi hama utama tanaman kakao, seperti *Appogonia* sp., dan menjadi tempat berkembangnya berbagai penyakit terutama jamur *Phytophthora* (Sriwati *et al.*, 2013). Selain itu dapat menjadi tempat perkembangan bakteri, virus dan jamur yang menimbulkan penyakit pada tanaman kakao seperti busuk buah dan penyakit antraknosa (Muslim *et al.*, 2012)

Kulit buah kakao sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan pengomposan merupakan suatu metode untuk mengonversikan bahan-bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan menggunakan aktivitas bakteri. Bioteknologi

untuk menangani limbah kulit buah kakao menjadi kompos masih berpotensi untuk dikembangkan, hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme yang tumbuh pada cairan pulp dari pengolahan biji kakao sebagai alternatif lainnya. Bakteri yang berperan dalam fermentasi yaitu, bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan *Bacillus aerophilus* (Forsyth dan Rombouti, 1963), Rohan (1963) dalam (Putih, 2007). Penelitian terbaru tentang fermentasi kakao Ghana menunjukkan bahwa saat cairan pulp kakao mengalir dan udara menembus ke dalam massa fermentasi menciptakan kondisi ideal untuk pertumbuhan bakteri asam laktat khususnya *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* yang mendominasi fermentasi dalam mengubah glukosa, fruktosa dan asam sitrat menjadi asam asetat dan asam laktat (Lefeber *et al.*, 2010).

Bakteri-bakteri tersebut bersifat adaptif yang memiliki kelebihan dalam menguraikan bahan yang mengandung lignin dan selulosa yang tinggi, sehingga itulah yang melatarbelakangi penelitian ini untuk memanfaatkannya sebagai agen bioaktivator pengomposan, selain itu bakteri ini dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dari asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan, sehingga kompos yang dihasilkan tidak mengandung bahan beracun untuk tanaman (Adawiah *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi dan seleksi bakteri dari cairan *pulp* kakao untuk mempercepat penurunan kadar lignin dan selulosa, mempercepat laju pengomposan pada limbah kulit buah kakao, serta untuk mengetahui jumlah rasio C/N dari hasil pengomposan.

Metodelogi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekop, keranjang limbah, termometer, pH meter, wadah plastik, timbangan, sarung tangan, kantong, timbangan, dan alat tulis. Neraca analitik, cawan petri, jarum ose, bunsen, botol sampel, gelas ukur, spatula, vortex, kulkas, inkubator, lamina Air flow (LAF), timbangan analitik,

tabung reaksi, pipet tetes, erlenmeyer 1000 ml, 500 ml, 250 ml, dan labu ukur 500 ml, 100 ml, 50 ml.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Limbah kulit buah kakao, cairan *pulp* kakao. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah medium MRSA (*deMan Rogosa Shape Agar*), Medium LB (*Lactose Broth*), Arabinosa, medium sulfite Indol, medium TSA (*Tryptic Soya Agar*), Medium TSIA (Triple Sugar Iron Agar) Metil Red. Bahan pewarnaan gram : Kristal violet, iodium lugol, alkohol aseton, dan safranin. Bahan standar Mc Farland: BaCl₂, H₂O, H₂SO₄ 1% dan NaCl.

Prosedur Kerja

Dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel limbah kulit buah kakao, diambil secara acak.
2. Analisa awal kandungan hara, yaitu pengukuran karbon (C), kandungan nitrogen (N), penentuan fosfor (P) dan kalium (K), kadar lignin dan selulosa.
3. Pengambilan sampel cairan *pulp* kakao
4. Isolasi bakteri dilakukan dengan teknik pengenceran bertingkat dengan memipet 1 ml sampel cairan *pulp* kakao.
5. Pemiakan bakteri
6. Karakterisasi bakteri dilakukan meliputi pewarnaan gram, uji biokimia, dan uji fisiologi.
7. Membuat standar Mc Farland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ bakteri/ml), 1 (3×10^8 bakteri/ml), dan 1,5 ($4,5 \times 10^8$ bakteri/ml), dengan tujuan untuk memperkirakan kepadatan sel bakteri.
8. Aplikasi isolat pada limbah kulit buah kakao

Hasil seleksi isolat bakteri yang diperoleh dari cairan *pulp* kakao selanjutnya diaplikasikan pada limbah kulit buah kakao dengan rancangan acak lengkap (RAL) sebagai berikut :

- P₀= Limbah kulit buah kakao tanpa pemberian bioaktivator (kontrol)
P₁= Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri A M.F 0,5
P₂= Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri A M.F 1

P₃= Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri A M.F 1,5

P₄= Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri B M.F 0,5

P₅ = Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri B M.F 1

P₆ = Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri B M.F 1,5

P₇ = Limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri A (1,5) + B (1).

Pengomposan dibiarkan terdekomposisi selama 30 hari, setiap 5 hari dilakukan pembalikan untuk aerasi. Selama proses pengomposan berlangsung dilakukan pengamatan setiap 5 hari meliputi perubahan suhu, pH, kadar air, kadar lignin dan selulosa, laju dekomposisi, serta dilakukan pengukuran rasio C/N.

Hasil dan Pembahasan

Bertumpuknya limbah kulit buah kakao dapat menjadi masalah, akibat terbentuknya gas H₂S dari kelembaban tumpukan limbah kulit buah kakao, menjadi tempat berkembangnya bakteri dan virus, hal ini dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan limbah kulit buah kakao tersebut sebagai kompos. Agar proses pengomposan berjalan cepat, maka dilakukan aplikasi isolat bakteri yang diperoleh dari cairan *pulp* kakao itu sendiri.

Karakterisasi bakteri

Hasil isolasi yang dilakukan pada cairan *pulp* kakao diperoleh 2 jenis bakteri yang berbeda berdasarkan pengamatan morfologi, berdasarkan pewarnaan gram ke-2 bakteri tersebut termasuk bakteri basil gram positif, dan berdasarkan uji biokimia ke-2 bakteri negatif pada masing-masing uji motilitas, uji katalase, uji indol, uji sitrat uji urea, pada uji TSIA bersifat *acid acid*, dan positif pada uji fermentasi karbohidrat, pada isolat A mampu memfermentasi glukosa, maltosa, sakarosa dan laktosa, sedangkan isolat B mampu memfermentasi glukosa, maltosa dan sakarosa (Fahrudin, 2018).

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan uji biokimia ke-dua isolat bakteri yang diperoleh dibandingkan

dengan buku *Bergey's Determinative Bacteriologi* (Holt & Bergey, 1994) didapatkan kecocokan karakteristik isolat bakteri termasuk bakteri asam laktat : *Lactobacillus plantarum* (isolat A), *Lactobacillus acidophilus* (isolat B).

Suhu dan Derajat keasaman (pH) kompos

Hasil penelitian menunjukkan dari kedelapan perlakuan, suhu mulai meningkat pada hari pertama yang menandakan awal dimulainya proses dekomposisi oleh bakteri mesofilik berkisar antara suhu (28,00-45,00)°C. Menurut Farageet *al.*, (2013) kelompok bakteri utama pada awal pengomposan adalah bakteri mesofilik *Lactobacillus*. Peningkatan suhu maksimum selama proses mencapai 51,00°C terlihat pada hari ke-15 untuk perlakuan P₅ dan P₇. Suhu tinggi (termofilik) dalam penelitian dicapai sekitar (45,00-51,00)°C dapat dipertahankan sampai hari ke-20 dan mulai turun secara perlahan-lahan pada hari-hari selanjutnya.

Hasil pengamatan pada pH menunjukkan bahwa pada awal proses dekomposisi yaitu pada hari ke-5 hingga hari ke-10 cenderung menurun sekitar 5,00-6,50, kecuali pada P₀. Hal ini menandakan adanya aktivitas bakteri dalam mendegradasi bahan organik (Partenen, *et al.*, 2010). Kemudian pH meningkat hingga pH netral sekitar 6,90-7,00. Menurut Gumbira Said (1987) dalam Noor, E., *et al.* (2005) pH netral pada akhir pengomposan menandakan kompos telah matang dan diduga bakteri berada pada fase stasioner sehingga aktivitas degradasi akan stabil.

Kadar Air Kompos

Hasil pengamatan pada akhir proses dekomposisi kadar air yang terkandung didalam kompos menurun dari 81,5% hingga 50%. Menurut SNI kadar air pada akhir kompos sekitar 50%, seperti pada P₅ dan P₇, sedangkan pada P₁, P₂, P₃, P₄ dan P₆ sekitar 51,50-60,00%. Menurut Chiumentil (2005) kadar air optimal untuk aktivitas mikroba adalah 40-60%. Menurut Peter dan Brian (2001) mikroorganisme membutuhkan asupan air dalam mengubah protein dari bahan

organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap tanaman seperti ammonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), dan nitrit (NO_2^-). Menurut Heny (2015) penurunan kadar air selama proses pengomposan disebabkan karena penguapan air menjadi gas akibat adanya aktivitas mikroorganisme.

Kadar lignin dan Kadar selulosa

Lignin adalah bagian integral dari dinding sel tanaman yang melindungi dan memberikan kekuatan. Hasil pengamatan pada lignin dari hari ke-0 sampai hari ke-30 mengalami penurunan dari 45,55-45,43% menurun hingga 36,81-29,91%. Penurunan lignin tertinggi yaitu pada P7. Degradasi lignin tersebut merupakan hasil proses dekomposisi mikroorganisme. Menurut Hatakka (1994) dalam Kusuma (2012), bakteri yang ada dalam kompos dapat memineralisasi lignin sebesar 30%. Menurut Tuomela *et al.*, (2000) dekomposisi lignin akan berjalan dengan baik apabila suhu tumpukan kompos dijaga berkisar 50°C , karena mikroba pendegradasi lignin tidak dapat hidup disuhu lebih dari 50°C .

Berdasarkan uji statistik yang dilakukan penambahan bioaktivator pada pengomposan berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar selulosa pada taraf kepercayaan 0,05, yaitu diperoleh F hitung sebesar 12,983 dengan sigma 0,000. Pada semua perlakuan terjadi penurunan kadar selulosa dari (16,65-15,58)% menurun hingga (13,62-9,32)%. Sedangkan pada P0 penurunannya tidak signifikan yaitu 15,47%, dan yang paling efektif adalah P7, yaitu 9,32% dengan perlakuan limbah kulit buah kakao + 200 ml Isolat bakteri A (M.F. 1,5) ditambah isolat bakteri B (M.F. 1). Menurut Nofu *et al.*, (2014), penurunan selulosa tersebut, karena telah terurai menjadi asam organik, glukosa sederhana dan karbondioksida.

Laju dekomposisi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mempercepat laju dekomposisi dapat dilakukan dengan adanya penambahan isolat bakteri dari cairan *pulp* kakao. Pada hari ke-30 laju dekomposisi mulai berkurang dan hampir sama pada semua perlakuan tepatnya 8,84–

16,63gr/hari, yang menandakan bahwa penguraian bahan organik limbah juga mulai berkurang. Menurut Saunder (1980), proses dekomposisi bahan organik secara alami akan berhenti bila faktor-faktor pembatasnya tidak tersedia atau telah dihabiskan dalam proses dekomposisi akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Menurut Iroi (2008) pengurangan atau penyusutan ini dapat mencapai 20-40 % dari volume/bobot awal bahan.

Kadar bahan organik (Rasio C/N)

Perubahan rasio C/N dipengaruhi oleh kadar karbon organik bahan yang cenderung menurun dan perubahan kadar Nitrogen yang relatif konstan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai, sehingga rasio C/N menurun (Graves *et al.*, 2000). SNI mensyaratkan kandungan C minimal 9,80% dan N total di dalam kompos minimal 0,40%. P minimum 0,10% dan K minimum 0,20%. Semua hasil pengamatan memiliki kandungan C, N, P dan K di atas standar minimum SNI, dan kandungan tertinggi pada P7, yaitu C-organik (19,82%) N-total (1,36%), P tersedia (0,53%), dan K_2O (1,75%), sehingga dapat disimpulkan semua perlakuan dalam percobaan memenuhi SNI. Rerata rasio C/N hasil dekomposisi masing-masing perlakuan sekitar 15-20%.

Kesimpulan

Hasil isolasi bakteri dari cairan pulp kakao diperoleh 2 jenis isolat bakteri yang berbeda berdasarkan pengamatan makroskopis, pewarnaan gram dan uji biokimia. kedua bakteri tersebut termasuk bakteri basil gram positif. isolat A (*Lactobacillus plantarum*) isolat B (*Lactobacillus acidophilus*). Kedua isolat mampu menurunkan kadar lignin dan selulosa, dan yang paling efektif adalah isolat A 1,5 ditambah isolat B 1 dengan nilai lignin akhir sebesar 29,91% dan selulosa sebesar 9,15%. Serta mampu mempercepat laju dekomposisi, yang efektif adalah isolat A (*Lactobacillus Plantarum*) Mc Farland 1,5 ditambah isolat B (*Lactobacillus Acidophilus*) Mc Farland 1 sebesar 16.63 g/hari, sedangkan unsur hara

yang terkandung C-organik (19,82%) N-total (1,36%), P tersedia (0,53%), dan K₂O (1,75%), dan rasio C/N memenuhi SNI 20004 pada semua perlakuan yang berkisar antara 15-20.

Daftar Pustaka

- Adawiah, S.R., Fahrudin, Kahar M. 2017. *Aplikasi Isolat Bakteri dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Tamangapa dalam Mempercepat Laju Pengomposan pada Sampah Organik*. Celebes biodiversitas, 1(1): 40-44.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2004). Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI 19-7030-2004, hal. 6-10.
- Chiumenti, A., R. Chiumenti, L. F. Diaz, G. M. Savage, L. L. Eggerth, and N. Goldstein. 2005. *Modern Composting Technologies*. J. G. Press, Inc., Emmaus, Pennsylvania.
- Holt J. G. & Bergey D. H. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Ed. A Wolters Kluwer Company. Philadelphia, hal.562-570.
- Fahrudin, F. 2018. *Analisis Populasi Bakteri pada Air Asam Tambang dengan Perlakuan Sedimen Mangrove*. Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan. 9(17):70-77.
- Farage, Layla M., Luciana P. A., Renata C. P. (2013). *Metagenomic Analysis of a Tropical Composting Operation at the Sao Paulo Zoo Park Reveals Diversity of Biomass Degradation Functions and Organisms*. Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de Sao Paulo, Brazil. April 2013. Volume 8. Issue 4. P: 1-13.
- Graves R.E., Hattemer G.M., Stetter D., Krider J.N. dan Dana C. (2000). *National Engineering Handbook*. United States Department of Agriculture.
- Isroi. (2008). *Kompos*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, hal. 1-15.
- Kusuma M. Angga. (2012). *Pengaruh Variasi Kadar Air terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok*. Tesis. Universitas Indonesia, hal: 30-45.
- Lefeber T.Maarten J.Nicholas C.L. De Vuyst. (2010). *Kinetic Analysis of Strains of Lactic Acid Bacteria and Acetic Acid Bacteria in Cocoa Pulp Simulation Media toward Development of a Starter Culture for Cocoa Bean Fermentation*. Applied And Environmental Microbiology. Vol. 76, No. 23. Dec. 2010, p.7708–7716.
- Muslim, M.,& Teuku A. (2012). *Kelembaban Limbah Kakao Dan Takarannya Terhadap Kualitas Kompos Dengan Sistem Pembenaman*. Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan. Volume 1, Nomor 1, Juni 2012, hal. 86-93.
- Noor E., Rusli, Mcika S. Y., M. Halim, A. Reza N. 2005. *Pemanfaatan sludge limbah kertas untuk pembuatan kompos dengan metode windrow dan cina*. Jurusan teknik industri pertanian. Vol.15(2). Hal: 67-71.
- Nofu, Krispina, SitiKhotimah, Irwan Lovadi. (2014). *Isolasi dan Karakteristik BakteriPendegradasi Selulosa pada Ampas Tebu Kuning (Bagasse)*. Jurnal Protobiont Vol 3 (1) Hal: 25–33. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Nuzmiyah Shaleh. (2016). *Studi Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos dengan Menggunakan Komposter Bata Berongga*. Tesis. Universitas Hasanuddin Makassar, hal. 17-18.
- Partanen P., Hultman J., Paulin L., Auvinen P.& Romantschuk M. (2010). *Bacterial diversity at different stages of the composting process*. BMC Microbiology, vol. 10, no. 94.DOI: 10.1186/1471-2180-10-94. Department of Environmental Sciences, University of Helsinki. P:1-13.
- Peter , Stoffella, J. dan Kahn, Brian A. 2001. *Compost utilization in horticultural*

- cropping systems*. CRC Press LLC. Florida.
- Putih, Widi Yuliani. (2007). *Karakteristik Bakteri Asam Laktat Penghasil Senyawa Antikapang pada Fermentasi Kakao*. Universitas Jember, hal. 1-13.
- Saunders, G.W. (1980). *Organic matter and Decomposers. In Functioning of Freshwater Ecosystem Eds.* By E.D Le Cren and R.H Lowe Mc.CConnell. Cambridge University Press. 588 p.
- Sriwati, R., Tjut C., Bukhari, Anwar S. (2013). *Trichoderma virens Isolated From Cocoa Plantation In Aceh As Biodecomposer Cocoa Pod Husk*. Jurnal Natural Vol. 13, No.1, 2013: hal. 1-9.
- Suparjo *et al.*(2011). *Performa Kambing yang Diberi Kulit Buah Kakao Terfermentasi*. Media Peternakan, April 2011, hlm. 35-41. <http://medpet.journal.ipb.ac.id/> DOI:
- Tuomela, M., Vikman., A. Hattakaand M. Itavaara. (2000). *Biodegradation of lignin in a compost environment ; a review*. Bioresource Technology 72 ; 169-183.