

PENGGUNAAN *MIXED CULTURE* JAMUR DAN PENAMBAHAN SUMBER N PADA BIODEGRADASI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DALAM PENGKOMPOSAN

Latarus Fangohoi, Agustina, dan Lisa Navitasari
STPP Malang

Abstract

Oil palm empty fruit bunches (EFB) is the largest solid waste palm oil production. The waste pollutes the environment and waste management (EFB) has been carried out with burnt, aggravating environmental pollution. This resulted in the need for environmentally-friendly waste management. One of them uses microbes that can degrade components of the waste so that the waste can be used as compost EFB and natural mulch for agriculture. Use of microbes to degrade the waste components EFB potentially produces enzymes that accelerate the degradation lignoselulolitik EFB waste components. This research aims to study the biodegradation by a mixture of isolates of *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. and *Actinomyces* with the addition of some nitrogen as a nutrient source for growth microbes. The results showed that the addition of a mixture of isolates with the addition amoniumsulfat and chicken manure as a source of N can lower C / N ratio of 10 and 51.9 % of fragility, as well as lower levels of cellulose, hemicellulose and lignin respectively 66 %, 36.4 % and 40.7 % of the initial levels. These results indicate that the addition of N sources of natural and synthetic amoniumsulfat chicken manure as well as accelerate the degradation of fungal isolates TKKS into compost .

Keyword: Oil Palm Empty Bunches (EFB), Biodegradation, Lignoselulolitik Isolate and Chicken Dirt

Pendahuluan

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan sisa dari olahan minyak sawit kasar berupa limbah padat setelah proses pengepresan tandan buah segar. Nur-yanto *et al.*, (2001) melaporkan, limbah TKKS di Indonesia tahun 2000 sebesar 7,1 juta ton dan diperkirakan pada tahun 2005 jumlahnya akan mencapai 9,9 juta ton. Pengurangan volume limbah TKKS umumnya dilakukan dengan pembakaran atau hidrolisis secara kimiawi, namun cara tersebut menimbulkan pencemaran lingkungan. Pencemaran atau menurunnya kualitas lingkungan secara langsung berdampak terhadap pertanian. Hal ini mengakibatkan perlunya alternatif lain pengelolaan TKKS. Salah satunya dengan biodegradasi TKKS yang dapat dimanfaatkan sebagai kompos.

Salah satu kelebihan TKKS adalah sumber pupuk kalium, kompos, dan mulsa, yang kelebihan TKKS tersebut

sangat mendukung pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Namun pelapukan TKKS sebagai kompos dan mulsa membutuhkan waktu 6 bulan (Darnoko *et al.*, 1993). Hal ini mendorong perlunya upaya pelapukan cepat dan ramah lingkungan. Salah satunya dengan memanfaatkan bantuan mikro-organisme yang ada disekitar limbah TKKS yaitu *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. dan *Actinomyces*. Zukhrufuz (2005) melaporkan kombinasi beberapa isolat yaitu *Aspergillus* sp, *Trichoderma* sp. dan *Actinomyces* serta penambahan Amoniumsulfat dapat meningkatkan pelapukan 24,5% menurunkan selulosa, hemiselulosa dan lignin masing-masing sebesar 18,5%, 31,1% dan 3,6% dari kadar awal. Namun penggunaan bahan kimia amoniumsulfat sebagai sumber N yang mempercepat pelapukan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan sehingga perlu alternatif lain. Salah

satunya dengan menggunakan kotoran ayam. Penelitian ini bertujuan melihat perbedaan kemampuan kombinasi mikroorganisme biodegradasi TKKS dalam pengkomposan dengan pemberian kotoran ayam.

Bahan dan Metode

Bahan

Tanda kosong kelapa sawit (TKKS) diperoleh dari pabrik PT. Sawit Mas Sejahtera Banyuasin Sumatera Selatan. TKKS digiling sampai diperoleh serat TKKS halus, dikeringkan selama 2 jam dan dibuat sebagai media. Isolat mikrobial *Aspergillus* sp, *Trichoderma* sp dan *Actinomyces* dari laboratorium Bioteknologi FTP UGM, yang disolasi dari limbah pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO). Sumber N yang diberikan dalam bentuk sumber N sintetis (amonium-sulfat) dan alami (kotoran ayam).

Pembuatan Inokulum

Masing-masing isolat dibiakan pada media PDA (*potato dextrose agar*, Oxoid), diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari, kemudian diambil spora dan dimasukkan ke dalam 5 ml larutan Tween 80 (0,05%) sehingga membentuk suspensi. Suspensi tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit dan supernatannya dibuang. Endapan spora yang diperoleh diresuspensikan dalam 5 ml larutan Tween 80 (0,05%), kemudian isolat-isolat tersebut dicampur menjadi satu. Adapun konsentrasi suspensi spora yang digunakan adalah 10^8 spora/ml.

Metode Pengkomposan

Lima ribu gram serbuk TKKS diatur rasio C/N-nya menjadi 51 dengan penambahan sumber N sintetis dan sumber N alami dengan kelembapan bahan 60%. Bahan tersebut diletakkan pada kotak kayu berukuran 35 x 35 x 55 cm³ dengan dinding dilapisi karung goni. Perlakuan meliputi : Tanpa pemberian

sumber N, pemberian N sintetis (Amoniumsulfat), pemberian N alami (kotoran ayam) dan kombinasi kedua sumber N (Amoniumsulfat dan kotoran ayam). Tiap perlakuan diberi kotoran ayam sebanyak 24 g dan Amoniumsulfat 356 g/perlakuan dari total berat media TKKS. Inokulum mikroba dicampur menjadi satu (*Actinomyces*, *Aspergillus* sp dan *Trichoderma* sp) dengan perbandingan 86:87:139, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 50 hari.

Sampling dan Analisa

Pengambilan sampling dilakukan pada hari inokulasi dengan interval 10 hari. Parameter yang dianalisa yaitu rasio C/N, kelembapan, kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin, serta kerapuhan dari TKKS. Kadar Nitrogen total diukur dengan metode mikro-kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar karbon total ditentukan dengan metode Walkley-Black-Dennstedt (Rosmarkam *et al.*, 1987). Kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin ditentukan dengan metode fraksinasi asam (Datta, 1981). Kerapuhan ditentukan berdasarkan porsi fraksi yang lolos ayakan 60 mesh (Kasmidjo *et al.*, 2000). Kelembapan ditentukan dengan metode gravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997). Suhu diamati setiap hari dengan termometer yang dipendam dalam bahan di setiap kotak, dan pH ditera menggunakan pH meter dalam suspensi 1 g sampel kering dalam 10 ml aquades.

Hasil dan Pembahasan

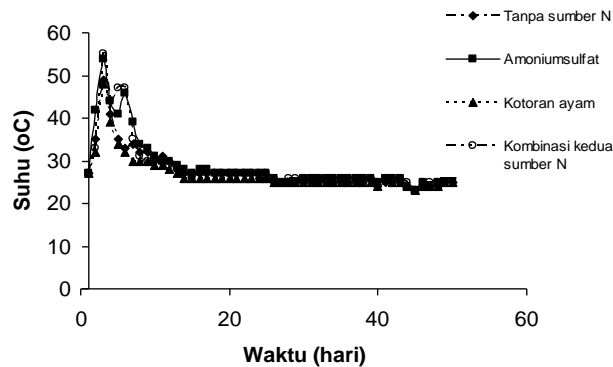
Komponen lignoselulosa TKKS yang digunakan meliputi selulosa 31,5%, hemiselulosa 25,4% dan lignin 10,7%. Adanya variasi disebabkan karena perbedaan umur, tingkat kematangan buah dan kondisi lingkungan asal TKKS yang digunakan. Keberadaan setiap komponen lignoselulosa dalam jaringan tanaman sangat terkait secara kompleks antara satu sama yang lain, sehingga ini merupakan suatu kendala dalam proses

biodegradasinya (Fengel dan Wegener, 1995). Selain itu kandungan lignin yang tinggi memperlambat laju perombakan (Richard, 2003).

Faktor lingkungan dan pertumbuhan mikrobia

Awal pengkomposan memiliki suhu 27°C, lalu naik mencapai 55°C dan turun hingga 44°C pada hari ke-3. Kenaikan suhu terjadi pada hari ke-5 sebesar 47°C. Kenaikan suhu terjadi pada perlakuan kombinasi sumber N dan perlakuan penambahan Amoniumsulfat, namun segera turun hingga suhu ruang.

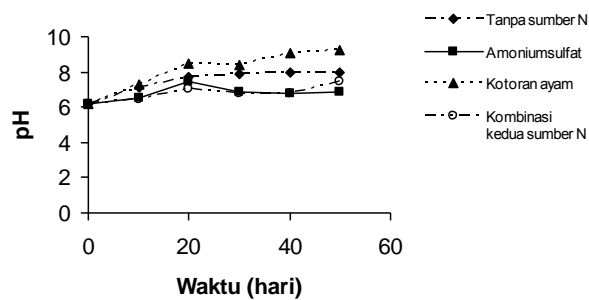
Sementara suhu kontrol mengalami kenaikan pada hari ke-3 dan segera turun mencapai suhu ruang hingga pengkomposan dihentikan (Gambar 1). Naiknya suhu disebabkan oleh panas yang terbentuk dari perombakan senyawa-senyawa dalam TKKS oleh mikrobia (Stentiford dan Dodds, 1992). Suhu maksimal yang terbentuk dalam pengkomposan dapat bertahan selama 1 hari, ini disebabkan massa TKKS digunakan banyak sehingga membentuk tumpukan pengkomposan dan dapat membentuk panas.



Gambar 1. Perubahan suhu selama pengkomposan

Kemasaman awal (pH) awal pengkomposan yaitu 6,2 secara perlahan naik sampai hari ke-50 hingga pH 9,2. Sementara pH kontrol (tanpa sumber N) naik hingga pH 8.0 dibandingkan dengan perlakuan penambahan amoniumsulfat naik hingga pH 6,9 (Gambar 2). Jamur dapat tumbuh pada kisaran pH 2-9 dan optimum pada pH 3,8-6 (Prior *et al.*,

1992). Penyesuaian kelembapan untuk menciptakan kondisi pengkomposan yang optimal menghasilkan kelembapan sekitar 63%. Kelembapan ini terjadi penurunan pada semua perlakuan. Kelembapan optimum untuk pertumbuhan mikrobia dalam pengkomposan berkisar antara 40-70% (Prior *et al.*, 1992).

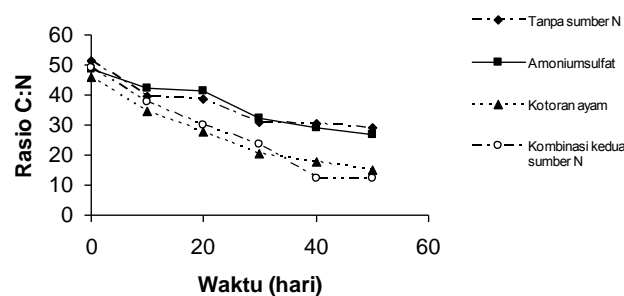


Gambar 2. Perubahan pH selama pengkomposan

Perubahan kimiawi dan fisikawi selama pengkomposan

Rasio C/N mengalami penurunan selama pengkomposan. Perlakuan kombinasi sumber N mampu menurunkan rasio C/N 12,3 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan penambahan kotoran ayam dan amoniumsulfat (Gambar 3). Hal ini diduga terjadinya sinergisme antar isolat dan penggunaan sumber N yang diberikan selama pengkomposan. Kanotra dan Mathur (1994)

melaporkan, bahwa inokulasi *Trichoderma reesei* QM 9414 dan *Pleurotus sajor-caju* pada jerami sebagai kultur campuran menghasilkan rasio C/N lebih rendah dari pada kultur tunggalnya. Penurunan rasio C/N disebabkan berkurangnya karbon karena digunakan oleh mikrobia sebagai energi, sedangkan nitrogen relatif tetap karena hanya mengalami transformasi menjadi bentuk lain terutama komponen pertumbuhan dan pengatur metabolisme sel (Toumela *et al.*, 2000).



Gambar 3. Perubahan rasio C/N selama pengkomposan

Perubahan selama pengkomposan juga terjadi pada kadar komponen lignoselulosa awal dan akhir pengkomposan. Perlakuan penambahan kedua sumber N dapat menurunkan selulosa sebesar 39,5% dari kadar awal lebih besar dibanding perlakuan lainnya (Tabel 1). Hal tersebut diduga adanya sinergisme aktivitas selulase dari kombinasi

isolat serta penambahan sumber N alami dan sintetik. Campuran isolat *Trichoderma reesei* dan *Trichoderma harzianum* dapat menghidrolisa selulosa lebih banyak ini disebabkan campuran enzim dari kedua isolat lebih optimal dari pada masing-masing mikrobia meskipun jumlah enzimnya dua kali lipat (Klyosov, 1980 dalam Lutzen, 1983).

Tabel 1. Kadar komponen lignoselulosa TKKS pada awal dan setelah 50 hari inkubasi

Perlakuan	Selulosa (%)		Hemiselulosa (%)		Lignin(%)	
	awal	50 hari	awal	50 hari	awal	50 hari
Tanpa sumber N	48.34	20.80	22.22	5.01	15.57	5.10
Amoniumsulfat	45.13	24.23	20.46	6.06	16.39	4.36
Kotoran ayam	47.86	21.74	23.34	6.23	16.80	4.36
Kombinasi kedua sumber N	45.48	22.81	21.15	8.03	17.30	5.18

Kadar hemiselulosa mengalami penurunan selama pengkomposan terjadi pada perlakuan kombinasi kedua sumber N sebesar 37,9% dari kadar awalnya, lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan

kombinasi mikroba yang digunakan memiliki enzim Xilanolitik (bersifat xilanase), yang mendegradasi komponen xilan. Xilan merupakan polimer heterogen yang terdiri atas berbagai unit penyusun rantai samping sehingga

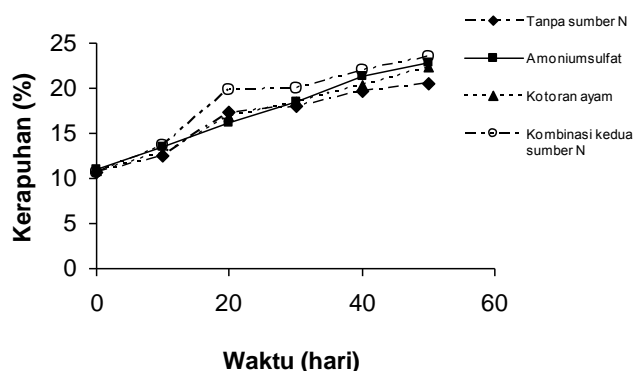
hidrolisisnya secara optimal juga memerlukan beberapa jenis enzim xilanase (Sunna dan Antranikian, 1997; Bakir *et al.*, 2001). Beberapa spesies mikrobial yang menghasilkan enzim xilanase diantaranya *Aspergillus sydowii* MG49 (Gosh dan Nanda, 1994), *Trichoderma viride* (Ujiie *et al.*, 1991), *Streptomyces sp* (Georis *et al.*, 2000). Aktivitas hemiselulolitik sering dianalogkan dengan aktivitas xilanolitik. Hal ini disebabkan karena xilan merupakan komponen terbesar dari hemiselulosa (Fengel dan Wegener, 1996). Selain hemiselulosa, penurunan juga terjadi pada kadar lignin.

Penurunan kadar lignin mencapai 14,3 % pada perlakuan kombinasi kedua sumber N dari kadar awal (Tabel 1). Hal ini didukung oleh besarnya jumlah TKKS yang digunakan sehingga dapat membentuk kondisi suhu yang optimal bagi kinerja enzim-enzim lignolitik. Suhu optimal untuk biodegradasi lignin sekitar 50°C, sementara suhu yang dicapai dalam pengkomposan 55°C. Lignin merupakan polimer kompleks dari unit-unit fenilpropana yang dihubungkan melalui berbagai macam ikatan kimia (Fengel dan Wegener, 1995). Degradasi lignin diinisiasi oleh enzim lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) yang terutama diproduksi oleh jamur

pelapuk putih (*white-rot fungi*, WRF) dari subdevisi *Basidiomycetes* (Hattaka, 1994). Selain penurunan kadar lignoselulose, kerapuhan juga menentukan keberhasilan dalam pengkomposan.

Kerapuhan merupakan salah satu parameter sifat fisik untuk mengetahui keberhasilan dalam pengkomposan. Perubahan kerapuhan pada berbagai perlakuan selama waktu pengkomposan ditunjukkan oleh Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan adanya peningkatan kerapuhan selama pengkomposan. Perlakuan kombinasi kedua sumber N dapat meningkatkan kerapuhan menjadi 18,3 dari kadar awal. Peran tersebut berkaitan dengan aktivitas selulolitik yang tinggi ditambah dengan pemberian sumber N yang cukup. Selulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul besar yang saling berikatan sehingga membentuk seratnya yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi (Sjostrom, 1993). Pengaruh selulosa terhadap kerapuhan, dimana pelapukan kayu oleh jamur pelapuk coklat menyebabkan penurunan derajat polimerisasi selulosa secara cepat (Kollman dan Côté, 1984).



Gambar 4. Perubahan kerapuhan selama pengkomposan

Gambar 4 menunjukkan adanya peningkatan kerapuhan selama peng-

komposan. Perlakuan kombinasi kedua sumber N dapat meningkatkan kerapuh-

an menjadi 18,3 dari kadar awal. Peran tersebut berkaitan dengan aktivitas selulolitik yang tinggi ditambah dengan pemberian sumber N yang cukup. Selulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul besar yang saling berikatan sehingga membentuk serat-serat yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi (Sjostrom, 1993). Pengaruh selulosa terhadap kerapuhan, dimana pelapukan kayu oleh jamur pelapuk coklat menyebabkan penurunan derajat polimerisasi selulosa secara cepat (Kollman dan Côté, 1984).

Kesimpulan

Kombinasi sumber N alami dan sintetik serta kombinasi isolat jamur dapat menurunkan rasio C/N menjadi 12.25 dari rasio C/N awal serta menurunkan selulosa, hemiselulosa dan lignin masing-masing sebesar 39.5 %, 37.9 % dan 14.3 % dari kadar awalnya serta menaikkan kerapuhan menjadi 18,3%.

Ucapan Terimakasih

Peneliti banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu terselenggaranya penelitian ini dengan baik, terutama kepada Universitas Gajah Mada, PT. Sawit Mas Sejahtera Banyuasin Sumatera Selatan.

Daftar Pustaka

- Bakir, U., Yavascaoglu, S., Guvenc, F., and Ersayin, A. 2001. An endo- β -1,4-xylanase from *Rhizopus oryzae*: Production, partial purification and biochemical characterization. *Enzyme Microb. Technol.* 29:328-334.
- Darnoko, Zukarnain, P dan Iswandi, A. 1993. Pembuatan Pupuk Organik dari Tandan Kosong Kelapa sawit. *Buletin PPKS*. Vol, 1(1), 89-99.
- Datta, R. 1981. Acidogenic Fermentation of Lignocellulose Acid Yield and

Conversion of Components. *Biotechnol. Bioeng.* 23:2167-2170.

- Fengel, D., dan G. Wegener. 1985. Kayu : kimia ultrastruktur, reaksi-reaksi (diterjemahkan oleh Hardjono Sastrohamidjojo). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Georis, J., Gianotta, F., Buyl, E.D., Granier, B., and Frere, J.M. 2000. Purification and properties of three endo- β -1,4-xylanases produced by *Streptomyces sp.* Strain S38 which differ in their ability to enhance the bleaching of kraft pulps. *Enzyme Microb. Technol.* 26:176-186.
- Hattaka, A. 1994. Lignin modifying enzymes from selected white rot fungi: production and role in lignin degradation. *FEMS. Microbiology Reviews.* 15:125-135.
- Kanotra, S., and Mathur, R.S. 1994. Biodegradation of paddy straw with cellulolytic fungi and its application on wheat crop. *Biore-source Technology.* 47: 185-188.
- Kasmidjo, R., Sardjono, dan B. Haryono. 2000. Perbaikan pengelolaan limbah pabrik minyak kelapa sawit. Laboran kerjasama FTP UGM dan PT. Astra Agrolestari. Yogyakarta.
- Kollmann, F.P.P., and W.A Côté. 1984. Principles of wood science and technology. Volume 1: Solid state. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg.
- Lutzen, N.W., Nielsen, M.H., Oxenboell, K.M., Schulein, M., and Sten-tebjerg-Olese, B. 1983. Cellulases and their application in the conversion of lignocellulose to fermentable sugar. In. Hartley, B.S., Atkinson, T., and Lilly, M.D. (eds). Industrial and diagnostic

- enzymes. *Phil. Trans. R. Soc. London*. B300:283-297.
- Nuryanto, E., E. Ratnaningsih, dan H. Susanto. 2001. Isolasi lignin dari lindi hitam pulp tandan kosong sawit. *Warta PPKS*. Vol. (2):61-66
- Prior, B.A., J.C. Du Preez, and P.w. Rein. 1992. Environmental parameters. In: Doelle, H. W., Mitchell, D. A., and Rolz, C. E. (eds). *Solid Substrate Cultivation. Elsevier Applied Science*. London and New York.
- Richard, T. 2003. The effect of lignin on biodegradability. In: *Cornell composting* (available at <http://www.cfe.cornell.edu/compost/calc/lignin.html>).
- Rosmarkam. A., S. Prawiwardoyo, D. Shiddieq, M.S. Hidayat dan M. Ma'shum. 1987. Prosedur analisa kimia tanah. Edisi IV. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sjöström, E. 1993. *Kimia Kayu : Dasar-dasar dan penggunaan* (diterjemahkan oleh Hardjono Sastrohamidjojo). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Stentiford, E.I., and C.M. Dodds. 1992. Composting In: Doelle, H.W., Mitchell, D. A., and Rolz, C.E. (eds). *Solid Substrate Cultivation. Elsevier Applied Science*. London and New York.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sunna, A. dan Antranikan, G. 1997. Xylanolytic Enzyme from Fungi and Bacteria. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 17 (1) : 39-67.
- Undang-Undang Republik Indonesia No.23. 1997. Tentang: Pengelolaan lingkungan hidup. Jakarta. www.menlh.go.id/i/art/pdf_1038299105.pdf
- Zukhrufuz, M.Z. 2005. Aplikasi mikrobia lignoselulolitik asal limbah produksi minyak sawit untuk mempercepat Biodegradasi tandan kosong kelapa sawit. Tesis S-2 dipublikasikan. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.