

POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PABRIK KERTAS
SEBAGAI KOMPOS, MEDIA JAMUR, DAN MEDIA TANAM
TANPA TANAH¹⁾

THE POTENTIAL USE OF SOLID WASTES
OF PAPER FACTORY AS COMPOST, MUSHROOM MEDIA,
AND SOILLESS MEDIA

Didiek H. Goenadi, R. Erwiyono, H. Widiastuti²⁾

ABSTRACT

PT Kertas Leces, a paper factory using bagasse as raw material, faces many problems in waste management, especially those of huge volume and variety in solid wastes. The solid wastes discharged consist of sludge, lime mud, pith, and biosludge. A series of experiments has been conducted to determine possible alternatives for agriculture uses of those wastes based on its respective properties. The experiments included (1) composting of sludge, biosludge, and pith, (2) constructing media for edible mushroom, and (3) the use of sludge, pith, and biosludge as components of constructed soilless media.

The results showed that sludge, pith, and/or biosludge in respective or combination with certain proportion showed a promising potential as compost raw materials. A simple technique in composting using cattle dung as decomposer and turning over to provide good aeration has been established. Good quality of compost resulted was confirmed by superior performance of cocoa seedlings. A mixture of sludge, pith, and lime mud can be used as media for edible mushroom, i.e. *V. volvacea* and *P. ostreatus*. Employing a simple composting technique, those mushrooms grown on the constructed media give a sufficiently high yield. As soilless media, pith, biosludge, and/or sludge revealed good physical properties. However, the low nutrient contents of these materials need to be overcome by adding certain amount of fertilizer. The media provided a reliable growing environment for seedlings of selected industrial forest trees, i.e. *albisia*, *mahagoni*, and *leucaena*.

1) Disampaikan pada Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer untuk Industri
PAU Bioteknologi IPB, Bogor 10 - 11 Desember 1991.

2) Pusat Penelitian Perkebunan Bogor

RINGKASAN

Pabrik kertas Leces menghadapi masalah dalam penanganan limbah, khususnya limbah padat, karena jumlahnya yang cukup besar dan jenisnya bermacam-macam. Limbah padat yang berasal dari pabrik ini berupa lumpur serat, lumpur kapur, empulur dan lumpur serat biologis. Dalam kaitannya dengan masalah tersebut, serangkaian penelitian telah dilaksanakan untuk menetapkan alternatif pemanfaatan limbah padat dari pabrik kertas tersebut sesuai dengan sifat-sifat dari masing-masing jenisnya. Percobaan yang dilaksanakan meliputi (1) pembuatan kompos dari limbah lumpur serat, lumpur serat biologis dan empulur, (2) pembuatan media jamur dari limbah lumpur serat, lumpur kapur, empulur, dan lumpur serat biologis, dan (3) penggunaan limbah lumpur serat, empulur, dan lumpur serat biologis sebagai bahan media tanam tanpa tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lumpur serat, empulur, dan lumpur serat biologis baik secara terpisah maupun berupa campuran dengan komposisi tertentu merupakan bahan baku kompos yang cukup baik. Teknik pembuatan kompos dengan penambahan pupuk kandang sapi dan pembalikan berkala telah dapat ditentukan. Pengujian mutu kompos atas dasar keragaan pertumbuhan tanaman kakao hasilnya sangat meyakinkan. Campuran antara lumpur serat, empulur, dan lumpur kapur dapat digunakan sebagai media tanam jamur merang (*V. volvacea*) dan jamur tiram (*P. ostreatus*). Dengan teknologi pengomposan yang sederhana, jamur merang dan tiram yang ditanam pada campuran dari ketiga media tersebut mempunyai potensi produksi yang cukup baik. Bahan yang dihasilkan berupa media tanam dalam bentuk curah dan keping. Sebagai media tanam tanpa tanah, empulur, lumpur serat biologis dan/atau lumpur serat mempunyai sifat fisik yang cukup baik. Rendahnya kandungan hara pada media tersebut perlu diatasi dengan penambahan pupuk ke dalamnya. Media tersebut terbukti cukup baik untuk semai beberapa tanaman hutan industri, seperti albisia, mahoni, dan lamtoro.

PENDAHULUAN

Masalah kualitas lingkungan sering dikaitkan dengan tingkat pencemarannya. Pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah yang tidak terkendali telah menjadi perhatian masyarakat, khususnya dalam dasawarsa terakhir.

Pihak yang sering dianggap sebagai penyebab utama dari timbulnya masalah di atas adalah sektor industri. Di pihak industri, khususnya industri kimia, usaha untuk mengurangi kemungkinan timbulnya masalah tersebut ditempuh melalui beberapa alternatif, di antaranya mengubah limbah sehingga memenuhi syarat untuk dibuang atau mengolah kembali limbah tersebut menjadi bahan atau produk yang bermanfaat. Cara pertama cukup efektif, tetapi membutuhkan biaya yang tinggi, sedang cara kedua sangat efisien jika teknologi pengolahannya telah diketahui. Salah satu contoh dari masalah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan di sektor industri adalah yang dijumpai di PT Kertas Leces, Probolinggo.

Pabrik Kertas Leces menghadapi masalah dalam penanganan limbah, khususnya limbah padat, karena jumlahnya yang cukup besar dan jenisnya bermacam-macam. Limbah padat yang berasal dari pabrik ini berupa lumpur serat (sludge), lumpur kapur (lime mud), empulur (pith), lumpur serat biologis (biosludge), dan kerikil batukapur (limestone gravel) yang masing-masing mencapai 400, 190, 120, 80, dan 35 ton/hari. Limbah dengan volume tersebut tidak saja menimbulkan masalah dalam hal penyediaan tempat pembuangan, tetapi juga dapat mengganggu ekosistem di sekitarnya. Hasil dekomposisi dan disolusi dari satu atau beberapa jenis limbah tersebut dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan.

Untuk mengatasi hal ini, perlu dirumuskan alternatif yang mampu menyerap jenis-jenis limbah tersebut untuk dimanfaatkan dalam proses produksi di sektor lain, misalnya pertanian. Dari segi pemanfaatan limbah organik untuk kegiatan pertanian, alternatif tersebut sejalan dengan usaha pertanian yang berdasarkan azas kembali ke alam (back to nature). Satu seri penelitian untuk merumuskan teknologi pengolahan limbah sesuai dengan masing-masing sifatnya

telah dilaksanakan di Pusat Penelitian Perkebunan (Puslit-bun) Bogor bekerjasama dengan PT Kertas Leces, Probolinggo. Dalam makalah ini disajikan hasil-hasil penelitian yang menyangkut pengolahan limbah lumpur serat, lumpur serat biologis dan empulur menjadi kompos, media jamur merang dan tiram, dan media tanam tanpa tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi masalah limbah di perusahaan tersebut dan teknologi yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk membuat produk samping yang ekonomis.

BAHAN DAN METODE

1. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi, pengadukan, komposisi jenis limbah, dan tebal tumpukan, terhadap mutu kompos.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciomas, Bogor, dari bulan Agustus 1990 sampai dengan April 1991. Bahan kompos yang diteliti adalah lumpur serat, lumpur serat biologis, dan empulur. Ada 3 macam percobaan yang dilakukan untuk pembuatan kompos dari bahan-bahan tersebut. Percobaan pertama adalah kombinasi 5 taraf pupuk kandang sapi (0, 5, 10, 15, dan 20 % v/v), 2 taraf aerasi (diaduk dan tidak diaduk), dan 3 jenis limbah. Percobaan ke dua adalah kombinasi 5 taraf tebal tumpukan (5, 10, 20, 40, dan 80 cm), 2 taraf aerasi (diaduk dan tidak diaduk), dan 3 macam limbah. Percobaan ke tiga adalah kombinasi 2 taraf pupuk kandang sapi (0 dan 20 %), dan 7 macam komposisi campuran limbah lumpur serat, lumpur serat biologis, dan empulur, yaitu : 100-0-0 (K1), 75-5-20 (K2), 50-10-40 (K3), 50-0-50 (K4), 40-10-50 (K5), 20-5-75 (K6), dan 0-0-100 (K7). Semua percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap dan 2 ulangan.

Pengomposan dilakukan di dalam kotak kayu berukuran 1 m x 1 m x 1 m, yang diberi kaki dan di atasnya ditutup plastik hitam. Tebal tumpukan kompos pada percobaan 1 adalah 40 cm, tebal tumpukan pada percobaan 2 adalah sesuai dengan perlakuan, sedang tebal tumpukan pada percobaan 3 adalah 60 cm. Masing-masing percobaan pengomposan dilaksanakan selama 8 minggu.

2. Pengaruh jenis limbah terhadap produksi jamur merang dan jamur tiram.

Percobaan pertama dilaksanakan di rumah jamur yang terletak di dalam rumah kaca Puslitbun Bogor pada bulan Agustus 1990. Empulur, lumpur serat, lumpur serat biologis, lumpur kapur, dan jerami direndam selama dua jam dalam kolam yang dialiri air. Perlakuan pada tiga jenis limbah pertama terdiri dari tiga tingkat waktu pengomposan (0, 3, 6%), tiga tingkat pemberian dedak (3, 9, 15% berat kering) atau empulur (82, 88, 91% volume) yang disusun secara faktorial dengan tiga ulangan. Perbandingan limbah dengan jerami adalah 2:1, untuk empulur dan lumpur serat, sedang perbandingan lumpur serat biologis dengan jerami adalah 1:1. Pupuk dasar yang digunakan berupa lumpur kapur (5%) dan TSP (1%). Pada media lumpur serat biologis ditambahkan pula 3% dedak. Kadar air media rata-rata adalah 70%.

Setelah dimasukkan ke dalam kotak berukuran 50 x 50 x 50 cm di dalam rumah jamur, pasteurisasi dengan uap air dilakukan 6 jam/hari selama tiga hari berturut-turut. Pada saat temperatur mencapai 35-38°C penanaman bibit jamur dilakukan. Bibit jamur diperoleh dari petani jamur di Cipunang, Bogor. Pengamatan terhadap produksi jamur merang dilakukan tiap hari hingga minggu ke tiga.

Percobaan kedua dilaksanakan dari bulan Nopember 1990 hingga April 1991. Empulur, lumpur serat, dan serbuk gergaji direndam dalam air selama 2 jam dan selanjutnya didekkan (KA 70%). Sebagai pupuk dasar digunakan dedak, kotoran ayam, lumpur kapur yang telah dicuci, dan gipsum masing-masing sebanyak 12, 0.5, 2.8, dan 1.5% BK. Percobaan disusun secara acak lengkap dengan pola faktorial dan delapan ulangan. Perlakuan media terdiri dari lima komposisi campuran empulur atau lumpur serat dengan serbuk gergaji dengan perbandingan 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0 (v/v). Kode perlakuan tersebut masing-masing adalah E1-E5 untuk empulur, sedang untuk lumpur serat adalah L1-L5. Selanjutnya perlakuan tersebut dikombinasikan dengan perlakuan teknik aerasi dengan tutup kantong dibuka (T1) dan plastik kantong dibuka (T2).

Setelah dicampur dengan pupuk dasar, media dikomposkan selama tiga hari. Kemudian kompos tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik (10 x 20 cm). Sterilisasi medium dilakukan dalam autoclave pada suhu 121°C selama 1 jam. Inokulasi dilakukan secara aseptik setelah medium bersuhu 28°C. Pertumbuhan dan pematangan hifa dilakukan di ruang gelap selama tiga bulan dan setelah itu kantong dibuka untuk memberikan aerasi. Kelembaban medium dijaga dengan penyemprotan air suling dua kali per hari. Pengamatan dilakukan terhadap produksi jamur tiram selama 10 minggu.

3. Pengaruh komposisi campuran dan waktu pengomposan limbah terhadap mutu media tanam tanpa tanah.

Dalam penelitian ini dilakukan dua percobaan. Yang pertama berupa campuran beberapa jenis limbah yang dikomposkan dalam beberapa periode yang berbeda dan ditetapkan sifat fisik dan kimianya. Yang kedua adalah pengujian beberapa jenis komposisi campuran dengan menggunakan bibit tanaman hutan industri.

Percobaan 1.

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Bagian tanah, Puslitbun Bogor, dari bulan Agustus hingga Desember 1990. Percobaan disusun secara acak lengkap dengan pola faktorial dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah tujuh jenis media yang tersusun dari lumpur serat-lumpur serat biologis-empulur dalam persen volume, yaitu 100-0-0 (K1), 75-5-20 (K2), 50-10-40 (K3), 50-0-50 (K4), 0-0-100 (K5), 20-5-75 (K6), dan 40-10-50 (K7), dan lima tingkat masa inkubasi, yaitu tanpa inkubasi (M0), inkubasi satu minggu (M1), inkubasi 2 minggu (M2), inkubasi tiga minggu (M3), dan inkubasi empat minggu (M4). Selama masa inkubasi, kadar air media dalam pot volume satu liter dipertahankan pada kondisi kapasitas pot. Pengamatan sifat fisik media meliputi bobot jenis, porositas total, pori penahan udara, penyusutan media, dan kapasitas menahan air, sedang sifat kimia yang diamati adalah pH, kadar C-organik, dan total N-P-K-Ca-Mg, P tersedia, KTK, dan kejenuhan basa.

Percobaan 2.

Percobaan dilakukan di rumah kaca Bagian Tanaman, Puslitbun Bogor, dari Oktober 1990 hingga Januari 1991 untuk albisia, dari Nopember 1990 hingga Februari 1991 untuk mahoni, dan dari Februari hingga April 1991 untuk lamtoro. Percobaan disusun dalam rancangan petak terpisah. Dalam percobaan tersebut petak utama adalah frekuensi penyiraman, yaitu 1 (A1), 2 (A2), dan 4 (A3) hari sekali, dan anak petaknya adalah komposisi campuran media yang digunakan dalam percobaan sebelumnya (K1-K7) ditambah dengan kontrol dari tanah lapisan atas (K8). Pengamatan pertumbuhan dilakukan atas dasar berat kering bagian tanaman yang dipanen setelah delapan minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi, pengadukan, komposisi jenis limbah, dan tebal tumpukan terhadap mutu kompos.

Pengaruh Kotoran Sapi dan Pengadukan

Beberapa sifat kompos yang diamati meliputi temperatur, warna, struktur, volume, kadar serat, pH, rasio C/N, KTK, dan cacing, dan disajikan dalam Tabel 1.

Secara umum temperatur meningkat pada minggu pertama sampai minggu ke dua, yang disebabkan oleh peningkatan aktivitas mikroorganisme pengurai yang mengubah bahan organik segar menjadi energi dan senyawa organik yang lebih sederhana. Temperatur tertinggi adalah 46.25°C yang terjadi pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi 20 %. Ada kecenderungan bahwa warna kompos yang dihasilkan lebih gelap daripada bahan asalnya, yang menunjukkan bahwa pengomposan berlangsung dalam kondisi aerob. Kompos yang terbentuk umumnya bersifat remah, tidak lekat, dan tidak menggumpal. Sifat-sifat ini sesuai dengan persyaratan kompos bermutu baik (Gaur, 1981). Melalui proses pengomposan, volume (tebal) bahan menyusut antara 12.5 % dan 56.3 %. Kadar serat kompos relatif konstan, kecuali pada empulur yang mengalami penurunan. Reaksi (pH) kompos bersifat netral. Nilai C/N kompos turun, terutama kompos empulur. Sebaliknya KTK kompos naik, kecuali lumpur serat biologis. Cacing berukuran < 9 cm dalam jumlah banyak dijumpai pada kompos lumpur serat, sedikit pada lumpur serat biologis, dan pada empulur tidak ada cacing.

Pemberian pupuk kandang sapi nyata meningkatkan temperatur dan pH kompos empulur serta lumpur serat biologis, tetapi menurunkan kadar serat kompos empulur dan lumpur serat, serta rasio C/N kompos empulur. Pengadukan nyata menurunkan volume kompos, tetapi meningkatkan pHnya.

Tabel 1. Beberapa sifat fisik, kimia, dan biologi kompos empulur, lumpur serat, dan lumpur serat biologis pada awal dan akhir proses pengomposan

No.	Sifat kompos	Jenis limbah	Hasil analisis	
			Awal	Akhir
		1>	2> 3>	
1. Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	EP		33.3 (34.3)	29.0
	LS		35.5 (37.4)	29.4
	LSB		32.5 (34.1)	28.6
2. Tebal tumpukan (cm)	EP		40.0 a	32.1 b
	LS		40.0 a	23.2 b
	LSB		40.0 a	30.3 b
3. Kadar serat (%)	EP		23.7 a	24.8 a
	LS		24.3 a	17.3 b
	LSB		4.7 a	3.3 a
4. Struktur	EP		lepas, berserat	agak lepas, berserat
	LS		menggumpal, berserat	remah, halus licin
	LSB		berbongkah, berserat	remah seperti tanah
5. pH	EP		6.40 a	6.46 a
	LS		7.17 a	6.88 b
	LSB		6.51 a	6.20 b
6. KTK (me/100 g)	EP		21.20 a	36.35 b
	LS		17.29 a	21.99 a
	LSB		21.67 a	20.22 a
7. C/N	EP		183.62 a	126.08 b
	LS		53.29 a	30.44 a
	LSB		30.59 a	25.67 a
8. Cacing	EP		tidak ada	tidak ada
	LS		tidak ada	banyak
	LSB		tidak ada	sedikit

Keterangan : 1> EP= empulur, LS= lumpur serat, LSB= lumpur serat biologis
 2> Angka-angka dalam baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 0.05
 3> Angka dalam kurung merupakan rata-rata suhu tertinggi kompos dalam 8 minggu pengomposan

Pengaruh Tebal Tumpukan

Sifat kompos yang diamati meliputi nisbah C/N, penyusutan, kadar serat, dan kadar anion (Tabel 2). Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa ketiga jenis limbah memiliki volume akhir relatif sama, kadar serat berbeda nyata, dengan kadar serat tertinggi pada empulur dan terendah pada lumpur serat biologis, rasio C/N berbeda nyata dan yang tertinggi pada empulur, kadar sulfat berbeda nyata dan yang tertinggi pada lumpur serat biologis, dan kadar nitrat berbeda nyata dan yang tertinggi pada lumpur serat biologis.

Tabel 2. Pengaruh jenis limbah, pengadukan, dan tebal tumpukan terhadap sifat fisik dan kimia kompos

Perlakuan	Sifat fisik		Sifat kimia		
	Volume akhir (%)	Kadar serat (%)	Nisbah C/N	Sulfat	Nitrat
Jenis limbah : 1>					
L1	79.19 a	19.77 c	31.94 b	1.08 a	4.64 a
L2	80.22 a	8.38 b	10.45 a	0.92 a	7.10 ab
L3	76.47 a	5.66 a	8.49 a	2.96 b	8.97 b
Pengadukan :					
A0	76.12 a	11.39 a	17.83 a	1.79 a	8.29 b
A1	81.13 a	11.12 a	16.09 a	1.51 a	5.53 a
Tebal tumpukan :					
T5	79.17 a	11.92 b	14.48 a	1.21 a	3.82 a
T10	82.92 a	10.88 a	16.86 ab	1.61 ab	6.94 ab
T20	81.04 a	10.75 a	16.86 ab	2.00 b	8.16 ab
T40	74.90 a	11.91 b	20.45 b	2.06 b	8.50 b
T80	75.11 a	10.81 a	16.15 ab	1.39 ab	7.12 ab

Keterangan : 1> L1=empulur, L2=lumpur serat, L3=lumpur serat biologis
A0=tidak diaduk, A1=diaduk, T=tebal tumpukan

2> Angka-angka dalam kolom yang sama pada masing-masing kelompok yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 0.05

Pengadukan tidak mempengaruhi volume akhir kompos, kadar serat, rasio C/N, dan kadar sulfat, tetapi menurunkan kadar nitrat. Diduga pengadukan menyebabkan banyak senyawa nitrogen teroksidasi dan atau menguap dalam bentuk gas. Tebal tumpukan bahan kompos tidak mempengaruhi volume akhir kompos, tetapi menurunkan kadar serat, dan meningkatkan rasio C/N, kadar nitrat, serta kadar sulfat.

Pengaruh Komposisi Jenis Limbah

Sifat kompos yang diamati meliputi suhu, nisbah C/N, KTK, kadar serat, dan penyusutan. Hasil analisis sifat kompos (Tabel 3) menunjukkan bahwa suhu kompos masing-masing komposisi pada hari ke 13 berbeda nyata (tertinggi pada K3), tebal tumpukan masing-masing komposisi relatif sama, kadar serat masing-masing komposisi berbeda nyata

Tabel 3. Pengaruh komposisi jenis limbah terhadap sifat fisik dan kimia kompos

Sifat fisik dan kimia	Medium						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Suhu (°C)	1>						
Hari ke 5	38.8 a	41.1 a	39.5 a	38.1 a	41.5 a	39.8 a	37.4 a
Hari ke 13	37.9 ab	39.3 abc	41.1 bc	40.9 bc	41.9 c	40.7 bc	36.8 a
Tebal tumpukan (cm)	52.6 ab	52.1 ab	51.6 a	51.4 a	51.7 ab	52.1 ab	54.1 b
Kadar serat (%)	7.6 a	7.5 a	9.9 a	12.8 b	13.5 b	17.4 c	18.0 c
Nisbah C/N	16.7 bc	16.1 bc	15.6 bc	13.4 ab	12.6 ab	19.6 c	8.9 a
KTK (me/100 g)	82.3 abc	97.0 c	91.6 b	82.5 abc	75.1 ab	72.3 ab	67.1 a

Keterangan: 1> Angka-angka dalam baris yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (P=0.05)

(terendah pada K2), nisbah C/N berbeda nyata (terendah pada K7), dan KTK berbeda nyata (tertinggi pada K2). Dari kombinasi sifat-sifat tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi sifat terbaik dijumpai pada komposisi jenis limbah yang merupakan campuran lumpur serat, lumpur serat biologis, dan empulur dengan perbandingan 75-5-20 (K7). Pemberian kotoran sapi sebanyak 20 % tidak berpengaruh nyata terhadap kadar serat, rasio C/N, dan KTK kompos, tetapi meningkatkan suhu dan penyusutan kompos.

Mutu Kompos Untuk Bibit Kakao

Hasil pengujian pengaruh mutu kompos terhadap pertumbuhan bibit kakao disajikan pada Tabel 4. Secara visual, pertumbuhan kakao pada media kompos empulur tampak tertekan dan menunjukkan gejala defisiensi, sedang pada media lumpur serat dan lumpur serat biologis gejala defisiensi relatif rendah. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan sifat-sifat kompos. Pemberian pupuk sangat nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Pengadukan dan atau pemberian pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada media kompos empulur dan lumpur serat biologis. Sebaliknya, pengadukan dan pemberian pupuk kandang sapi > 10 % berpengaruh negatif terhadap mutu kompos lumpur serat. Dibandingkan dengan pertumbuhan bibit kakao pada media tanah biasa (Podsolik), pertumbuhan tanaman pada media kompos lumpur serat dan lumpur serat biologis nyata lebih baik.

Tabel 4. Pengaruh pemberian kotoran sapi mutu kompos dan pertumbuhan bibit kakao

Pengaruh interaksi	Tinggi tanaman umur 5 bln (cm)	Bobot kering total umur 5 bln (cm)
L1P0	25.25 a 1>	4.08 a
P5	36.38 ab	6.44 a
P10	33.88 ab	7.87 ab
P15	37.25 ab	10.73 abc
P20	47.63 b	12.83 abc
L2P0	71.50 c	44.25 e
P5	79.13 c	45.04 e
P10	66.13 c	39.96 de
P15	39.25 b	19.44 c
P20	37.25 ab	16.38 bc
L3P0	75.50 c	41.65 de
P5	70.58 c	32.23 d
P10	67.88 c	34.10 d
P15	67.88 c	33.44 d
P20	77.25 c	37.23 de

Keterangan : L1=empulur, L2=lumpur serat, L3=lumpur serat biologis
P=pupuk kandang sapi

1> Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata ($P=0.05$)

2. Pengaruh jenis limbah terhadap produksi jamur merang dan tiram.

Percobaan 1.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada limbah empulur, pengomposan tidak mempengaruhi produksi kumulatif jamur merang selama 1, 2, dan 3 minggu. Sebaliknya tingkat penambahan dedak, mempengaruhi produksi jamur selama 1, 2, dan 3 minggu (Tabel 5). Hal ini disebabkan oleh rendahnya N limbah empulur sehingga penambahan N dapat memenuhi kebutuhan jamur merang.

Produksi jamur merang pada limbah lumpur serat ditunjukkan dalam Tabel 6. Dalam tabel tersebut dapat dilihat

terdapatnya interaksi antara tingkat penambahan dedak dan periode pengomposan. Pada penambahan dedak 3%, periode pengomposan tidak mempengaruhi hasil jamur merang hingga 3 minggu. Hal ini menunjukkan ketersediaan hara N sangat diperlukan untuk aktivitas organisme pendekomposisi. Pada penambahan dedak 15%, peningkatan periode pengomposan mengakibatkan hasil jamur merang naik. Hal ini memberikan petunjuk bahwa penambahan dedak 15% dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme pendekomposisi yang berperan dalam pengomposan. Di samping itu penambahan dedak yang tinggi dapat menyimpan nutrisi seperti selulosa dan hemiselulosa, yang diperlukan oleh jamur merang.

Pada medium lumpur serat biologis, peningkatan periode pengomposan menurunkan hasil jamur merang (Tabel 7).

Tabel 5. Pengaruh utama periode pengomposan dan dosis dedak terhadap hasil jamur merang pada medium empulur

Perlakuan	Hasil kumulatif selama		
	1 minggu	2 minggu	3 minggu
..... g/0.25 m ²			
Periode pengomposan (Hari)			
0	315.95 a *)	390.98 a	399.60 a
3	176.86 a	227.64 a	237.53 a
6	214.56 a	297.28 a	316.16 a
Dedak, %			
3	93.94 a	122.56 a	143.14 a
9	165.97 a	233.13 a	246.58 a
15	447.47 b	560.20 b	563.59 b

*) Angka-angka di tiap kolom yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (P 0.05) menurut uji Duncan

Tabel 6. Pengaruh interaksi antar perlakuan terhadap hasil jamur merang pada medium lumpur serat

Perlakuan		Hasil kumulatif selama		
DD *), % PP **), hari		1 minggu	2 minggu	3 minggu
	 g/0.25 m ²		
3	0	66.61 a ***)	100.10 a	100.10 a
	3	83.76 a	83.76 a	128.42 a
	6	147.91 a	147.91 a	280.52 a
9	0	215.32 ab	277.75 a	277.76 a
	3	330.20 b	330.20 a	330.20 a
	6	161.89 a	161.89 a	252.29 a
15	0	97.02 a	158.21 a	158.21 a
	3	482.40 b	482.40 b	491.91 b
	6	410.14 b	410.14 b	503.67 b

*) Dosis Dedak **) Periode Pengomposan
 ***) Angka-angka di tiap kolom yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (P 0.05) menurut uji Duncan.

Tabel 7. Pengaruh utama periode pengomposan dan penambahan empulur terhadap hasil jamur merang pada medium lumpur serat biologis

Perlakuan		Hasil kumulatif selama		
		1 minggu	2 minggu	3 minggu
	 g/0.25 m ²		
Periode pengomposan, hari				
0		413.58 b *)	506.44 b	510.41 b
3		215.41 a	225.33 a	259.22 a
6		99.11 a	99.11 a	99.11 a
Penambahan empulur, % V				
83		249.05 a	275.96 a	283.44 a
88		317.30 a	348.53 a	378.91 a
91		161.74 a	206.39 a	206.39 a

*) Angka-angka di tiap kolom yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (P 0.05) menurut uji Duncan

Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terbentuknya senyawa-senyawa yang bersifat racun bagi jamur merang. Limbah ini merupakan limbah yang telah mengalami penguraian yang lebih lanjut apabila dibandingkan dengan empulur dan lumpur serat. Penambahan empulur terhadap medium ini tidak mempengaruhi produksi jamur merang.

Percobaan 2.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada teknik aerasi dengan membuka sumbat kantong (T1) hasil jamur tiram pada medium yang mengandung empulur 50% (E50) nyata lebih tinggi daripada yang dihasilkan dari medium serbuk gergaji saja (E0) (Tabel 8). Medium E50 dapat menghasilkan jamur tiram 22.3% lebih tinggi daripada medium serbuk gergaji saja. Namun, pada teknik aerasi dengan membuka plastik kantong (T2), hasil .cw10

Tabel 8. Pengaruh sederhana antar perlakuan terhadap hasil jamur tiram pada medium empulur dan lumpur serat

Perlakuan	Empulur (E)		Lumpur serat (L)	
	Teknik Pembukaan Kantong			
	T1	T2	T1	T2
Volume E atau L (%)	g/kantong			
0	116.03 bc*) q**)	97.71 b p	116.03 c p	97.71 b p
25	133.71 cd q	91.62 b p	150.48 d q	89.93 b p
50	141.91 d q	82.95 b p	180.87 e q	110.17 b p
75	104.54 b q	80.58 ab p	34.08 b p	41.21 a p
100	74.81 a p	58.36 a p	0.00 a p	17.70 a p

Angka-angka di tiap kolom *) atau baris **) yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) menurut uji Duncan

jamur tiram tidak berbeda nyata dengan medium serbuk gergaji saja (E0) hingga tingkat pencampuran 75% (E75). Hasil jamur tiram pada teknik aerasi dengan membuka tutup kantong (T1) umumnya nyata lebih tinggi daripada teknik aerasi T2. Hal ini diduga disebabkan oleh kehilangan air pada teknik aerasi T1 yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik aerasi T2.

Pencampuran lumpur serat 50% (L50) dan 25% (L25) menghasilkan jamur tiram nyata lebih tinggi dibandingkan medium serbuk gergaji saja pada teknik aerasi T1. Pencampuran tersebut dapat menghasilkan jamur tiram 55.9% dan 22.9% lebih tinggi daripada serbuk gergaji saja. Teknik aerasi T1 pada kedua medium tersebut juga mampu menghasilkan jamur tiram yang nyata lebih tinggi dibandingkan teknik aerasi T2.

3. Pengaruh komposisi campuran dan waktu pengomposan limbah terhadap mutu media tanam tanpa tanah.

Percobaan 1.

Oleh karena interaksi antar perlakuan secara statistik nyata, maka pembahasan hasil didasarkan atas pengaruh sederhana dari perlakuan yang diuji. Hasil analisis sifat fisik media disajikan dalam Tabel 9. Secara umum, pengomposan selama empat minggu menurunkan bobot isi media. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan tinggi permukaan media akibat pengomposan disebabkan oleh faktor dekomposisi dan agregasi yang lebih baik dan bukan akibat pemadatan. Hasil tersebut ditunjang oleh data pengamatan sifat fisik yang lain. Turunnya bobot isi mengakibatkan porositas total meningkat. Perbaikan agregasi meningkatkan kemampuan media dalam menahan air dan akibatnya pori udara menurun. Pengaruh jenis campuran terhadap sifat-sifat tersebut umumnya berkaitan erat dengan kadar lumpur serat dan/atau

empulur dalam campuran yang bersangkutan.

Makin tinggi komposisi empulur, bobot isi media makin rendah, sedang makin tinggi komposisi lumpur serat, bobot isi makin tinggi. Atas dasar sifat-sifat fisik yang optimal, media dengan sifat fisik terbaik adalah K7 dan dikomposkan selama empat minggu.

Hasil analisis kimia disajikan dalam Tabel 10. Dari tabel tersebut tampak bahwa pH media berkisar antara 6 dan 7.

Komposisi campuran tampak nyata mempengaruhi sifat kimia media (Tabel 10). Pada media tanpa lumpur serat biologis, C-organik dan CaO nyata lebih tinggi. Dipihak lain penggunaan jenis limbah tersebut meningkatkan kadar N, P2O5 total, K2O total, MgO, P tersedia dan KTK. Bagaimanapun juga, hasil penelitian ini belum dapat menjelaskan faktor yang berpengaruh terhadap pola peningkatan ketersediaan unsur-unsur tersebut. Dua kemungkinan yang perlu diuji adalah bahwa peningkatan unsur tersebut akibat penurunan komposisi lumpur serat, peningkatan komposisi empulur atau kombinasi keduanya. Secara umum media K7 yang dikomposkan empat minggu mempunyai sifat kimia yang cukup optimal untuk pembibitan.

Di samping dalam bentuk curah (loose), empulur atau campurannya dengan lumpur serat biologis (10%) dapat dibuat menjadi media bentuk keping (chip). Hasilnya secara umum menunjukkan bahwa makin besar ukuran partikel, makin rendah daya mengembang setelah dibasahi. Selain itu, makin kasar bahan campuran, makin tebal ukuran keping yang dihasilkan dari kekuatan tekan yang sama. Dibandingkan dengan Jiffy-7 kelebihan dari media ini adalah tidak diperlukan jala plastik, pH optimal tanpa penambahan kapur, daya kembang lebih tinggi, dan bahan baku relatif murah.

Tabel 9. Pengaruh interaksi antar perlakuan terhadap
berapa sifat fisik media

Kode perlakuan	B1	PT	KMA	PU	P
	(g/cm ³)	(----- % -----)			(cm)
MOK1	0.350 c*)	75.17 ab	50.66 a	24.47 b	2.45 c
K2	0.372 c	85.22 b	69.99 b	15.23 a	0.15 ab
K3	0.355 c	80.71 b	42.78 a	37.94 c	0.15 ab
K4	0.255 b	85.80 b	49.03 a	36.78 c	0.15 ab
K5	0.088 a	82.28 b	45.31 a	36.98 c	0.60 b
K6	0.274 b	77.65 b	49.90 a	27.75 b	0.00 a
K7	0.348 c	66.72 a	39.11 a	27.62 b	0.10 ab
M1K1	0.323 c	91.72 b	57.61 ab	34.12 b	2.10 b
K2	0.545 d	81.00 a	65.48 b	15.52 a	2.05 b
K3	0.369 c	94.66 b	66.29 b	28.37 b	1.35 a
K4	0.171 b	89.68 ab	58.60 ab	31.08 b	1.15 a
K5	0.075 a	86.36 ab	59.10 ab	27.16 b	1.05 a
K6	0.158 b	87.41 ab	52.97 a	34.44 b	0.95 a
K7	0.351 c	85.42 ab	52.05 a	33.38 b	1.30 a
M2K1	0.351 cd	86.56 a	54.28 a	32.29 c	2.70 e
K2	0.351 cd	86.73 a	68.08 b	18.65 a	1.75 c
K3	0.396 d	89.51 a	68.19 b	21.32 ab	2.00 cd
K4	0.098 ab	83.09 a	56.52 ab	26.57 bc	2.95 e
K5	0.145 b	87.31 a	56.70 ab	30.62 c	1.15 b
K6	0.072 a	79.65 a	49.85 a	29.80 c	0.20 a
K7	0.333 c	87.96 a	60.17 ab	27.80 bc	2.45 de
M3K1	0.191 c	88.76 ab	51.56 ab	37.20 d	1.85 bc
K2	0.480 e	95.15 b	82.77 c	12.39 a	2.95 d
K3	0.369 d	81.88 a	58.80 ab	23.08 b	1.30 ab
K4	0.138 b	90.14 ab	53.34 ab	36.8 d	1.50 ab
K5	0.080 a	85.91 ab	48.23 a	37.68 b	1.25 a
K6	0.181 bc	90.63 ab	63.08 b	27.55 bc	1.30 ab
K7	0.344 d	93.46 b	62.54 b	30.92 cd	2.30 c
M4K1	0.305 c	89.20 a	57.41 bc	31.79 bc	2.25 b
K2	0.395 d	86.91 a	62.12 bc	24.79 ab	3.20 c
K3	0.407 d	90.71 a	67.80 c	22.91 a	3.30 c
K4	0.127 a	87.32 a	54.56 b	32.76 c	1.45 a
K5	0.087 a	87.20 a	43.82 a	43.38 d	1.40 a
K6	0.209 b	94.80 a	64.22 bc	30.59 bc	1.65 a
K7	0.433 d	93.66 a	67.59 c	26.58 abc	3.00 c

Keterangan :

M = masa inkubasi, K = jenis media, BI = bobot isi, PT = porositas total, KMA = kemampuan menahan air, PU = kapasitas udara, P = penyusutan media

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (P=0.05)

Tabel 10. Pengaruh interaksi antar perlakuan terhadap beberapa sifat kimia media

Kode per- lakuan	pH-H ₂ O	C-organik	N-organik	P2O ₅	K ₂ O
(----- % -----)					
M0K1	6.53 a*)	14.47 a	0.747 ab	0.111 ab	0.035 ab
K2	6.63 ab	14.24 a	0.945 b	0.176 b	0.050 b
K3	6.60 ab	13.67 a	0.986 b	0.185 b	0.053 b
K4	7.00 b	19.67 a	0.588 a	0.038 a	0.031 ab
K5	6.73 ab	41.36 b	0.495 a	0.026 a	0.020 a
K6	6.47 a	19.33 a	0.760 ab	0.158 b	0.047 b
K7	6.63 ab	15.60 a	0.747 ab	0.219 b	0.051 b
M1K1	6.37 ab	15.03 a	0.560 a	0.058 a	0.031 ab
K2	6.37 ab	14.81 a	0.803 ab	0.154 a	0.038 bc
K3	6.73 bc	16.73 a	0.924 b	0.144 a	0.043 b
K4	6.37 ab	20.68 a	0.758 ab	0.077 a	0.055 c
K5	6.80 c	39.55 b	0.551 a	0.033 a	0.017 a
K6	6.17 a	18.99 a	0.859 ab	0.311 b	0.078 b
K7	6.47 abc	17.97 a	1.045 b	0.445 c	0.082 d
M2K1	6.37 a	16.95 a	0.681 a	0.142 a	0.053 bc
K2	6.30 a	15.03 a	1.036 b	0.276 b	0.063 bcd
K3	6.70 ab	13.00 a	1.111 b	0.408 c	0.068 c
K4	6.57 ab	13.90 a	1.232 b	0.442 c	0.0081 d
K5	6.90 b	16.84 a	0.394 a	0.070 a	0.044 ab
K6	6.93 b	18.90 a	0.569 a	0.056 a	0.032 a
K7	6.90 b	18.42 a	1.73 b	0.344 bc	0.075 b
M3K1	6.60 a	16.39 a	0.875 bc	0.383 c	0.100 d
K2	6.87 a	10.62 a	1.002 cd	0.263 b	0.057 b
K3	6.70 a	13.79 a	1.170 cd	0.449 c	0.078 c
K4	6.83 a	25.10 b	0.6116 ab	0.256 b	0.033 a
K5	6.57 a	32.332 c	0.411 a	0.091 a	0.023 a
K6	6.73 a	16.39 a	1.169 cd	0.447 c	0.066 bc
K7	6.73 a	13.90 a	1.233 d	0.452 c	0.078 c
M4K1	6.77 a	17.74 b	0.868 ab	0.120 a	0.068 bc
K2	6.80 a	13.22 ab	1.209 c	0.449 c	0.073 bc
K3	6.73 a	11.75 ab	1.307 c	0.454 c	0.070 bc
K4	6.60 a	25.32 c	0.653 a	0.253 b	0.057 ab
K5	6.73 a	25.99 c	0.612 a	0.134 a	0.039 a
K6	6.73 a	14.92 ab	1.174 bc	0.449 c	0.080 c
K7	6.67 a	10.62 a	1.232 c	0.377 c	0.065 bc

Lanjutan Tabel 10.

Kode per- lakuan	CaO	MgO	P2O5 tersedia	KTk	Kej. basa
	(-----%-----)		ppm	me/100g	%
MOK1	1.827 c	0.165 cd	139.27 a	205.13 bc	34.79 b
K2	1.260 b	0.177 bcd	405.10 b	222.50 cd	39.29 b
K3	1.212 b	0.220 cd	674.27 c	262.17 d	26.20 ab
K4	0.976 b	0.120 b	91.00 a	172.47 b	28.70 ab
K5	0.194 a	0.021 a	108.23 a	74.93 a	15.75 a
K6	0.911 b	0.171 bc	659.60 c	251.30 d	23.79 ab
K7	1.175 b	0.232 d	744.90 c	238.23 cd	28.80 ab
M1K1	2.112 de	0.230 cd	282.73 b	198.60 c	31.65 ab
K2	1.685 bc	0.203 bc	479.80 c	139.50 b	65.47 c
K3	1.310 b	0.152 ab	807.77 e	219.50 c	28.46 ab
K4	2.490 e	0.232 cd	78.70 a	147.13 b	39.88 b
K5	0.382 a	0.114 a	64.37 a	65.07 a	32.88 ab
K6	1.677 bc	0.246 cd	439.27 c	193.23 c	16.49 a
K7	1.875 cd	0.265 d	611.63 d	189.63 c	37.38 b
M2K1	3.360 e	0.246 bc	176.83 a	151.20 b	33.77 a
K2	2.348 d	0.275 bc	415.23 b	182.57 b	33.10 a
K3	1.732 c	0.303 c	592.80 c	180.00 b	34.01 a
K4	1.732 c	0.303 c	735.20 d	173.93 b	24.29 a
K5	1.724 c	0.228 b	138.37 a	84.53 a	37.15 a
K6	0.309 a	0.138 a	128.97 a	48.07 a	34.12 a
K7	1.245 b	0.234 b	544.37 c	165.90 b	31.61 a
M3K1	2.781 e	0.248 b	292.77 b	143.53 b	55.75 c
K2	2.361 d	0.257 b	415.87 bcd	164.17 b	46.84 bc
K3	1.940 c	0.285 b	524.37 cd	151.17 b	38.17 ab
K4	1.163 b	0.100 a	112.00 a	59.87 a	86.89 d
K5	0.322 a	0.109 a	90.93 a	27.50 a	37.09 ab
K6	1.286 b	0.238 b	341.63 b	160.73 b	24.31 a
K7	1.753 c	0.276 b	542.20 d	167.27 b	33.86 ab
M4K1	2.688 d	0.280 b	286.87 bc	145.53 b	44.01 c
K2	2.781 d	0.303 b	469.70 d	186.57 b	40.21 bc
K3	1.800 c	0.308 b	604.80 e	211.17 c	18.74 a
K4	1.358 b	0.165 a	180.60 ab	155.07 b	24.45 ab
K5	0.330 a	0.132 a	142.27 a	57.33 a	18.58 abc
K6	1.286 b	0.308 b	313.90 c	177.13 bc	16.43 a
K7	2.174 c	0.299 b	647.97 e	201.50 c	23.13 a

Keterangan : M=masa inkubasi, K=jenis media

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (P=0.05)

Percobaan 2a. Bibit Albisia

Hasil pengamatan terhadap berat kering akar, batang, dan daun tanaman umur 14 minggu disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh jenis media terhadap berat kering akar, batang, dan daun bibit albisia

Kode Per- lakuan	Berat kering bagian tanaman (g)		
	Akar	Batang	Daun
POM1	0.87 c *)	0.31 e	1.04 f
POM2	0.13 b	0.13 c	0.32 c
POM3	0.13 b	0.14 c	0.32 c
POM4	0.12 b	0.15 c	0.44 b
POM5	0.04 a	0.03 a	0.05 a
POM6	0.04 a	0.03 a	0.07 a
POM7	0.07 a	0.08 b	0.17 b
POM8	0.15 b	0.25 b	0.59 d
P2M1	0.49 f	0.63 f	1.38 g
P2M2	0.18 e	0.23 c	0.67 e
P2M3	0.07 bc	0.28 d	0.38 c
P2M4	0.13 d	0.22 c	0.55 d
P2M5	0.03 a	0.02 a	0.07 a
P2M6	0.05 ab	0.02 a	0.09 a
P2M7	0.10 cd	0.07 b	0.25 b
P2M8	0.19 e	0.33 e	0.93 f
P4M1	0.38 e	0.40 d	0.96 f
P4M2	0.12 c	0.13 c	0.35 c
P4M3	0.12 c	0.15 c	0.51 d
P4M4	0.17 d	0.20 c	0.62 e
P4M5	0.02 a	0.02 a	0.09 a
P4M6	0.04 a	0.08 b	0.21 b
P4M7	0.08 b	0.08 b	0.32 c
P4M8	0.20 d	0.37 d	0.33 c

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $P=0.05$

Dari nilai rata-rata tersebut tampak bahwa pertumbuhan tanaman pada media bukan tanah (K1-K7) lebih rendah daripada media tanah (K8). Hal ini diduga diakibatkan oleh komposisi kimia pada media limbah tidak cukup mendukung pertumbuhan tanaman hingga umur 14 minggu. Faktor lain yang diduga berpengaruh pada hasil tersebut adalah pH media. Media tanah mempunyai pH lebih rendah daripada media limbah. Kemasaman yang tinggi tampaknya lebih cocok bagi pertumbuhan albisia yang pada kenyataannya umum dijumpai pada tanah-tanah masam. Bagaimanapun juga, media K7 menunjukkan potensi sebagai media pengganti tanah yang cukup baik bagi bibit albisia. Terhadap perlakuan penyiraman, bibit albisia tumbuh lebih baik pada interval penyiraman antara 2 dan 4 hari sekali.

b. Bibit Mahoni

Pengaruh faktor utama (A) terhadap berat kering bagian-bagian tanaman tidak nyata, kecuali terhadap berat kering daun (Tabel 12). Rata-rata berat kering daun akibat perlakuan A3 lebih tinggi daripada perlakuan A1 dan A2, sedang antara dua perlakuan terakhir tersebut tidak berbeda. Pengaruh faktor anak petak (B) terhadap berat kering total adalah sangat nyata. Pengaruh interaksi hanya nyata pada berat kering daun. Dari Tabel 12 tampak bahwa pengaruh perlakuan 1, 2, 3, dan 4 terhadap berat kering bagian tanaman tidak berbeda.

c. Bibit Lamtoro

Hasil penetapan berat kering akar, batang, dan daun masing-masing disajikan dalam Tabel 13, 14, dan 15. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa taraf perlakuan penyiraman dan media memberikan nilai yang berbeda nyata dalam hal berat kering, sedang berat kering batang dan daun hasilnya tidak berbeda nyata. Pertumbuhan akar yang terbaik

Tabel 12. Perbandingan rata-rata berat kering total dan bagian-bagian tanaman (g) menurut perlakuan petak utama (A) dan anak petak (B)

	BKD	BKB	BAK	BKBGA	BKT
Petak Utama (A)					
1	0.665 q*)	0.399 p	0.306 p	1.065 p	1.370 p
2	0.627 q	0.378 p	0.307 p	1.005 p	1.312 p
3	0.796 p	0.407 p	0.308 p	1.202 p	1.511 p
Anak Petak (B)					
4	0.917 a	0.538 a	0.447 a	1.373 a	1.820 a
2	0.856 ab	0.408 b	0.346 b	1.325 ab	1.671 ab
3	0.838 ab	0.399 bc	0.317 bc	1.237 ab	1.554 b
1	0.835 ab	0.386 bc	0.312 bc	1.203 ab	1.475 b
8	0.784 b	0.379 bc	0.276 c	1.163 b	1.435 b
5	0.517 c	0.377 bc	0.272 c	0.839 c	1.150 c
6	0.431 cd	0.347 bc	0.271 cd	0.808 c	1.054 c
7	0.391 d	0.322 c	0.214 d	0.778 c	1.022 c

Keterangan : A = Petak utama; B = Anak petak; BKD = Berat kering daun; BKB = Berat kering batang; BKA = Berat kering akar; BKBGA = berat kering bagian atas; BKT=berat kering total

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada $P=0.05$

diperoleh dari media tanah, sedang di antara media limbah yang terbaik adalah K3 (50-10-40). Bagaimanapun juga, media yang mengandung lumpur serat (K1, K2, dan K7) juga menghasilkan pertumbuhan akar yang baik. Sebaliknya, pengaruh perlakuan terhadap berat kering batang dan daun tanaman tidak nyata. Namun, media K3 cenderung menghasilkan pertumbuhan batang dan daun terbaik. Demikian pula halnya pada media K1, K2, dan K7, pertumbuhan batang dan daun lamtoro cukup baik. Frekuensi penyiraman yang menghasilkan pertumbuhan tanaman terbaik adalah tiap hari.

Tabel 13. Pengaruh media tumbuh dan frekuensi penyiraman terhadap berat kering akar (g) tanaman lamtoro berumur 8 minggu

Media	Frekuensi penyiraman		
	Satu hari	Dua hari	Empat hari
100-50-20 (K1)	0.12 Bb*)	0.08 Aa	0.07 Aa
75- 5-20 (K2)	0.10 Bb	0.10 Bb	0.07 Aa
50-10-40 (K3)	0.14 Bc	0.10 Aa	0.11 Ab
50- 0-50 (K4)	0.07 aa	0.05 aa	0.05 Aa
0- 0-100 (K5)	0.05 aa	0.06 Aa	0.06 Aa
20- 5-75 (K6)	0.08 Aa	0.05 Aa	0.06 Aa
40-10-50 (K7)	0.12 ab	0.10 Bb	0.07 Aa
Kontrol (K8)	0.20 Bd	0.18 Bc	0.12 Ac

Keterangan : *) Angka-angka pada baris dan kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $P=0.05$

Tabel 14. Pengaruh media tumbuh dan frekuensi penyiraman terhadap berat kering (g) batang tanaman lamtoro berumur 8 minggu

Media	Frekuensi penyiraman		
	Satu hari	Dua hari	Empat hari
100-50-20 (K1)	0.21 a *)	0.18 a	0.14 a
75-5-20 (K2)	0.28 a	0.27 a	0.16 a
50-10-40 (K3)	0.38 a	0.21 a	0.23 a
50-0-50 (K4)	0.09 a	0.06 a	0.07 a
0-0-100 (K5)	0.06 a	0.06 a	0.07 a
20-5-75 (K6)	0.12 a	0.32 a	0.08 a
40-10-50 (K7)	0.28 a	0.32 a	0.17 a
Kontrol (K8)	0.43 a	0.38 a	0.32 a

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata ($P = 0.05$)

Tabel 15. Pengaruh media tumbuh dan frekuensi penyiraman terhadap berat kering (g) daun lamtoro berumur 8 minggu

Media	Frekuensi penyiraman		
	Satu hari	Dua hari	Empat hari
100-5-20 (K1)	0.22 a *)	0.21 a	0.19 a
75-5-20 (K2)	0.27 a	0.30 a	0.24 a
50-10-40 (K3)	0.43 a	0.25 a	0.29 a
50-0-50 (K4)	0.08 a	0.07 a	0.05 a
0-0-100 (K5)	0.05 a	0.05 a	0.06 a
20-5-75 (K6)	0.14 a	0.06 a	0.07 a
40-10-50 (K7)	0.33 a	0.37 a	0.24 a
Kontrol (K8)	0.48 a	0.41 a	0.39 a

*) Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata ($P=0.05$).

KESIMPULAN

Sesuai dengan sifat masing-masing jenis limbah, yaitu lumpur serat, empulur, lumpur serat biologis, dan lumpur kapur, alternatif pemanfaatan limbah Pabrik Kertas Leces (Persero) Probolinggo adalah sebagai pupuk organik melalui proses pengomposan, bahan baku media tanam jamur merang dan tiram, dan media tanam tanpa tanah.

1. Lumpur serat dan lumpur serat biologis baik secara terpisah maupun berupa campuran dengan empulur dalam komposisi tertentu merupakan bahan baku kompos yang baik. Setelah mengalami proses pelapukan selama delapan minggu, lumpur serat dan lumpur serat biologis berubah menjadi kompos dengan mutu yang sangat baik. Penambahan pupuk kandang sapi (20%) dan pembalikan tumpukan (80 cm) tiap minggu sekali merupakan teknik pembuatan kompos yang sederhana dan efisien.

2. Empulur, lumpur serat, dan lumpur serat biologis dapat dimanfaatkan sebagai media jamur merang. Pada media empulur, penambahan 15% dedak secara nyata meningkatkan produksi jamur merang. Pada media lumpur serat, pengomposan selama 3 hari nyata meningkatkan produksi jamur dengan penambahan 15% dedak. Pengomposan nyata menurunkan produksi jamur merang pada media lumpur serat biologis. Lumpur serat atau empulur yang dicampur dengan serbuk gergaji dalam perbandingan volume yang sama merupakan media yang sangat baik untuk jamur tiram.
3. Sebagai media tanam tanpa tanah, empulur, lumpur serat biologis, dan/atau lumpur serat mempunyai sifat fisik yang cukup baik. Bentuk media yang dihasilkan adalah curah dan keping. Rendahnya nutrisi hara pada media tersebut membatasi potensi penggunaannya dalam waktu di atas satu bulan. Secara umum, media dengan komposisi 50% lumpur serat, 10% lumpur serat biologis, dan 40% empulur dapat menggantikan media tanah untuk pembibitan tanaman hutan industri.

SARAN

1. Pengujian teknik pembuatan kompos dalam skala besar perlu dilakukan. Hasil yang diperoleh selanjutnya sebagai media tanam perlu diuji dengan berbagai jenis tanaman, sedang sebagai sumber pupuk organik perlu diuji jumlah unsur yang harus ditambahkan, dosis dan frekuensi pemberiannya pada berbagai jenis tanah dan tanaman.
2. Pengujian media jamur yang dapat dimakan perlu dilakukan dalam skala yang lebih besar. Di samping itu, potensi media untuk jamur lain yang belum diteliti

perlu diketahui, sehingga diversifikasi penggunaan media menjadi lebih luas.

3. Media tanam tanpa tanah bentuk keping mempunyai potensi tinggi sebagai produk dengan sasaran konsumen di luar negeri. Untuk yang bentuk curah, pengomposan dan penambahan pupuk perlu dilakukan apabila media tersebut digunakan untuk pembibitan selama tiga hingga 12 bulan. Teknik pengomposan dan jenis serta jumlah pupuk yang harus ditambahkan perlu diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. Introduction to soil mycobiology. 2nd Ed. John Wiley & Sons Inc. New York. 467 pp.
- Anonim. 1985. Properties of Jiffy products and advantages in using them. arguments in favour of Jiffy system as stated by growers. Jiffy Res. & Service. Oslo
- Baon, J. B. & Soenaryo. 1988. Penggunaan belotong sebagai sumber bahan organik untuk kopi dan kakao. Pelita Perk. 4 :91-99.
- Basuki, T. 1981. Ecology and productivity of the padi mushroom (*Volvariella volvacea* (Bull ex FR) Sing.). Ph.D. Thesis. Univ. Wales, Aberystwith.
- Chaniago, I. A. 1990. Komunikasi pribadi.
- Chang, S. T. & P. G. Miles. 1982. Cultivation of *Volvariella* mushroom in South East Asia. p.:281-299. In: S. T. Chang & T. H. Quimio (Eds.). Tropical Mushroom, Biological Nature and Cultivation Methods. The Chin. Univ. Press. Hong Kong.
- Chang-Ho, Y. & T. M. Ho. 1979. Effect of nitrogen amendment on the growth of *Volvariella volvacea*. Mushroom Sci. 10 :619-628.
- Chang-Ho, Y. & N. T. Yee. 1977. Comparative study of the physiology of *Volvariella volvacea* and *Coprinus cinereus*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 68 :167-172.

- Chang, C. T., Shu-Ting & P. G. Miles. 1989. Edible Mushroom and Their Cultivation. CRC Press, Inc. Florida. 345 p.
- Erwiyono, R. & D. H. Goenadi. 1990. The potential use of coconut husk material as potting media: Growth of cocoa seedlings on coconut husk/sand potting media. Indon. J. Crop Sci. 5:25-34.
- Gaur, A. C. 1981. A Manual of Rural Composting. Project Field Doc. No. 5, FAO.
- Gray, K. R. & A. J. Biddlestone. 1974. Decomposition of Urban Waste. p. :743-768. In: C. H. Dickinson & G. J. Pugh (Eds.) Biology of Plant Litter Decomposition. Vol. II. Acad. Press, London & New York.
- Gunawan, A. W. 1990. Budidaya Jamur Tiram (Audio visual) PAU Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hesse, P. R. 1982. Utilization of organic wastes for agriculture. p: 152-156. In: Internat. Symp. distribution Problem Soils.
- Hugh, R. T. 1980. Compost Engineering, Principles and practice. Ann Arbor sci., Ann Arbor, MI.
- Kurtzman, Jr. & F. Zadrzil. 1982. Physiological and taxonomic consideration for cultivation of Pleurotus Mushrooms. p.:299-348. In S. T. Chang & T. H. Quimio (Eds.) Tropical Mushroom. Biological Nature and Cultivation Methods. The Chin. Univ. Press. Hong Kong.
- Nur, A. M. & S. Abdoellah. 1988. Pengaruh limbah pabrik kertas terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika. Pelita Perk. 4 :86-90.
- Nur, A. M., A. Wibawa & S. Abdoellah. 1990. Prospek pemanfaatan limbah pabrik kertas sebagai sumber bahan organik alternatif tanaman kopi. Prosiding Simposium Kopi 1990. p:105-118. Jilid II. Surabaya 20-21 November 1990. AP3I & Puslitbun Jember.
- Paturau, J. M. 1969. By Products of Cane Sugar Industry : An Introduction to Their Industrial Utilization. Elsevier Publ. Co. New York.
- Rodale, J. I. 1975. The Complete Book of Composting. Rodale Books Inc., Emmaus, Penna.

Rao, S. Biofertilizer in agriculture. Oxford and IBH Pub. Co., New delhi, Bombay, Calcuta.

Sumaryono. 1987. Perbanyakkan tanaman pada media tumbuh pelet Jiffy. Laporan Hasil Penelitian. Puslitbun Bogor. Bogor. 80 hal.

Syachri, T. N., B. De Wilde & S. Vanhille. 1987. Soil state fermentation - A noval biogas technology. Pusat Penel. Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Waksman, A. S. 1952. Soil Microbiology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 356 pp.