

Manufacture Process of Composite Products Made of Plantation and Industrial Wastewater

Hendra^{1,*}, A. Indriani², Hernadewita³ dan Hermiyetti⁴

¹Teknik Mesin, Universitas Bengkulu - Bengkulu

²Teknik Elektro, Universitas Bengkulu - Bengkulu

³Teknik Industri, Universitas Mercubuana - Jakarta Pusat

⁴Fakultas Ekonomi, Universitas Bakrie - Jakarta

Korespondensi: h7f1973@yahoo.com

Abstract. Plantation and industrial waste have to be processed before disposal or used as other products/derivatives. Derivative products of liquid waste can be made into composite materials, charcoal powder for printer ink, clay soil for fertilizer and other products. The derivative product is made by utilizing liquid waste from the processing of plantation products such as palm and rubber waste. The liquid waste is processed first using a rotary dryer machine where previously rotary dryer machine are used for food processing, plantation, industry, road and others. In this paper the process of making derivative products in the form of composite materials from liquid waste begins with the drying of palm oil and rubber waste by using rotary dryer machine. The product of drying in the form of soil, charcoal powder or rubber sand and made into a composite material using resin and catalyst. The composite material composition is arranged based on the volume fraction ratio of 20% to 40%. From the results of making this composite product is done tensile or bending test to know the mechanical properties of the composite so as to obtain the characteristics of this material strength. The test results showed the tensile force for the rubber composite material with the composition of 85/15 is 150 Kgf and the tensile stress is 2.5 Kgf / mm². As for palm composite materials with percentage 85/15 has a force of 30 Kgf and a tensile is 0.5 Kgf / mm². In the composition of palm with a percentage of 65/35 has a force of 110 Kgf and a tensile is 1.83 Kgf / mm².

Abstrak. Limbah hasil perkebunan dan industry harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang atau dimanfaatkan menjadi produk lainnya/turunan. Produk turunan dari limbah cair ini dapat dibuat menjadi material komposit, serbuk arang untuk tinta printer, tanah lempung untuk pupuk dan produk lainnya. Produk turunan ini dibuat dengan memanfaatkan limbah cair dari hasil pengolahan produk perkebunan seperti limbah sawit dan karet. Limbah cair ini diolah terlebih dahulu menggunakan mesin *rotary dryer* dimana sebelumnya mesin *rotary dryer* banyak digunakan untuk pengolahan makanan, perkebunan, industry, jalan dan lainnya. Dalam tulisan ini proses pembuatan produk turunan berupa material komposit dari limbah cair diawali dengan pengeringan limbah cair sawit dan karet dengan menggunakan mesin *rotary dryer*. Produk hasil pengeringan berupa tanah, serbuk arang atau pasir karet dan dibuat menjadi material komposit menggunakan resin dan katalisnya. Komposisi kandungan material komposit diatur berdasarkan perbandingan fraksi volume yaitu 20% hingga 40%. Dari hasil pembuatan produk komposit ini dilakukan pengujian tarik atau bending untuk mengetahui sifat mekanik komposit sehingga didapatkan karakteristik kekuatan material ini. Hasil pengujian menunjukkan gaya Tarik untuk material komposit karet dengan komposisi 85/15 adalah 150 Kgf dan tegangan tariknya 2,5 Kgf/mm². Sementara untuk material komposit sawit dengan persentase 85/15 memiliki gaya Tarik 30 Kgf dan tegangan 0,5 Kgf/mm². Pada komposisi sawit dengan persentase 65/35 memiliki gaya Tarik 110 Kgf dan tegangan 1,83 Kgf/mm².

Kata kunci: limbah cair, komposit, mesin *rotary dryer*, sifat mekanik, uji tarik

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Tuntutan suatu proses pembuatan produk yang harus lolos standar ISO baik untuk mutu maupun lingkungan membuat banyak industri melakukan inovasi pengembangan sistem produksinya. Dimulai dari inovasi penggunaan bahan mentah yang ramah lingkungan hingga pasca produksi terutama mengelola limbah hasil produksi. Pemanfaatan ba-

han mentah dapat diperoleh dari bahan sisa pakai, limbah dan bahan lainnya dimana untuk pemanfaatan bahan ini tidak terlalu banyak permasalahan. Tetapi untuk limbah sisa produksi ini menimbulkan banyak permasalahan dimulai dari proses pembangunan hingga pemanfaatannya untuk digunakan kembali.

Untuk proses pembuangan limbah saat ini sudah menjadi hal yang sulit bagi industri kecil atau menengah karena satu syarat produk dari perusahaan tersebut diterima adalah harus memiliki proses pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Pengolahan limbah mencakup semua sisa produksi yang tidak terpakai yang berbentuk limbah cair, padat dan gas. Satu mesin yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair adalah mesin pengering rotary dryer [1]. Dimana hasil pengolahan limbah cair terutama dari pengolahan hasil perkebunan atau industri otomotif dapat dibuat produk turunan yang bisa digunakan lagi seperti pembuatan bahan dasar pupuk, pakan ternak dan material maju [2-4].

Dari penelitian terdahulu telah dibuat mesin pengering limbah cair hasil perkebunan yang mampu mengolah limbah cair hingga menjadi produk tanah lempung, pasir dan arang. Dimana produk turunan dari olahan limbah cair memerlukan proses lanjutan untuk dapat dimanfaatkan menjadi produk turunan lainnya seperti membuat material maju (komposit). Pembuatan material komposit dari limbah cair hasil perkebunan dapat dilakukan dengan menambahkan unsur resin dan katalis sebagai media pengeras. Setelah dibuat material komposit, material tersebut harus diuji sifat-sifatnya agar sesuai dengan kebutuhan. Sifat material komposit yang diuji adalah sifat mekanik seperti kekuatan, ketangguhan, kekerasan, keuletan dan sifat lainnya.

Dalam pembuatan material komposit dari limbah cair seperti limbah cair sawit dan karet harus memperhatikan beberapa aspek yaitu cetakan, bahan dan komposisi paduan cetakan. Dalam tulisan ini akan difokuskan pada pembuatan material komposit dari limbah cair sawit dan karet dengan proses pengolahan limbah dan pembuatan material komposit dengan komposisi 15-40 persen paduan limbah.

Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah cair dari hasil produksi cat, minyak sawit dan karet, limbah padat berupa ampas sawit dan pelepah sawit dan gas [5, 6] termasuk dalam bagian pengolahan limbah yang harus memenuhi standar ISO agar produk tersebut dapat diterima oleh dunia luar. Karena kualitas pengolahan limbah yang buruk sehingga menyebabkan produk yang dihasilkan tidak dapat diterima oleh Negara lain. Pengolahan limbah terutama yang cair kebanyakan dibuang langsung ke sungai atau bak penampungan limbah untuk diolah secara alamiah. System pengolahan ini masih memiliki kelemahan karena tidak ramah lingkungan, bau, banyak bakteri dan merusak lingkungan, memerlukan area yang

luas dan waktu yang lama [7, 8]. Pemanfaatan mesin pengering menjadi alternatif pendukung untuk mempercepat proses pengeringan limbah cair. Mesin rotary dryer termasuk mesin yang dapat digunakan untuk mengolah dan mengeringkan limbah cair. Dimana hasil dari proses pengeringan ini akan dibuat material maju berupa komposit

Proses Pengeringan Limbah Cair

Proses pengeringan untuk mengolah limbah cair dapat dilakukan dengan menggunakan mesin pengering. Prinsip kerja mesin pengering adalah mengurangi kadar air suatu limbah dan meubah bentuknya menjadi produk lain melalui proses pemanasan. Performansi dari mesin pengering sebagai pengolah limbah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan.

Fenomena yang terjadi pada proses pengeringan adalah:

1. Perpindahan panas yang terjadi akibat perbedaan temperatur udara pengering dengan temperatur bahan yang dikeringkan melalui media pemanas. Panas yang timbul akan meubah wujud benda cair menjadi uap air.
2. Perpindahan massa yang terjadi akibat suhu produk yang meningkat sehingga tekanan uap air produk lebih tinggi dari tekanan uap pengering.

Berdasarkan jenisnya pengering dapat dibagi atas:

1. Pengering wadah yaitu proses pengeringan dengan meletakkan material pada suatu wadah yang berhubungan langsung dengan media pengering (perpindahan panas konveksi dan konduksi).
2. Pengering rotary yaitu pengering berbentuk silinder yang berputar dan material pengering dimasukkan dalam ruang pemutar. (konduksi).
3. Pengering *flash* digunakan sebagai pengering kandungan air pada permukaan dan produk pengeringan dipisahkan dengan *hydrocyclone*.
4. Pengering *Spray* digunakan untuk pengeringan produk cair menjadi padat yang mana produk pengeringan dipisahkan dengan *hydroclone*. Cara kerjanya adalah cairan yang dikeringkan diteteskan oleh *atomizer* dan media pengering (udara panas) dialirkan berlawanan atau searah jatuhnya tetesan produk pengeringan dimana produk akhir akan berbentuk padat dipisahkan dengan *hydrocyclone*.
5. Pengering *Vacuum* yaitu pengeringan pada ruangan tekanan rendah dan tidak terjadi perpindahan panas yang ada adalah perpindahan massa.

6. Pengeringan dengan memanfaatkan ruangan bertekanan udara rendah. Dimana pada ruangan tersebut tidak terjadi perpindahan panas, tetapi yang terjadi adalah perpindahan massa pada suhu rendah.

Metode Penelitian

Pembuatan material komposit dilakukan secara eksperimental. Bahan material komposit terdiri atas tanah atau pasir hasil pengolahan limbah cair sawit dan karet, resin dan katalis. Mesin yang digunakan untuk mengeringkan limbah cair sawit dan karet adalah mesin pengering rotary seperti terlihat pada gambar 1. Proses pembuatan material komposit adalah:

1. Pengeringan limbah cair sawit dan karet pada temperatur 110°C dengan sistem pengaturan panas menggunakan *programmable logic controll* (PLC).
2. Pembuatan cetakan produk coran dari material plastik.
3. Pengadukan komponen tanah atau pasir, resin dan katalis dengan perbandingan 100:1 untuk komposisi katalis dan resin. Untuk komposisi material komposit dibuat perbandingan volume 15-40 persen dari kandungan material komposit.
4. Proses pengeringan dan finishing hasil pembuatan material komposit.
5. Pengujian tarik untuk mendapatkan sifat mekanik material komposit berupa kekuatan tarik merujuk ke standar ASTM D3039M dengan dimensi: panjang 120 mm, lebar 25 mm, dan tinggi 6 mm.

Proses pengeringan limbah cair dilakukan dengan sistem kontrol menggunakan PLC. Mesin pengering rotary untuk limbah cair sawit dan karet memiliki beberapa komponen yaitu:

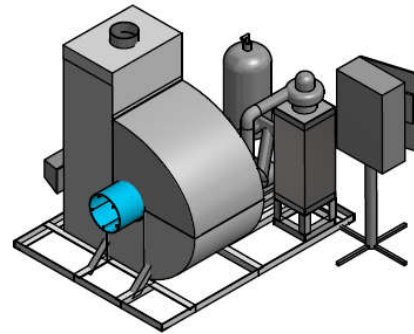
1. Drum pengering.
2. Sistem kontrol temperatur pengeringan.
3. Motor.
4. Gearbox.
5. Pompa air.
6. Burner.
7. Gas LPG

Bentuk limbah cair yang diolah adalah berupa cairan sisa pengolahan minyak sawit dan bekas air cucian karet. Bentuk limbah cair yang akan dikeringkan dapat dilihat pada gambar 3.

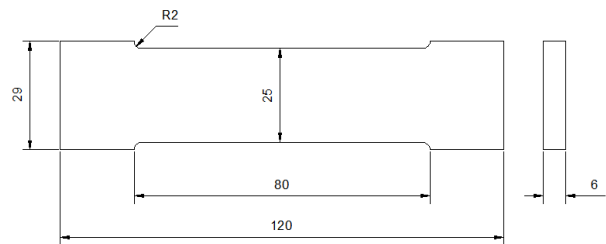
Pembuatan Material Komposit

Pembuatan material komposit dilakukan dengan metode *hand lay up* secara manual dengan cara menuangkan resin dan unsur pengeras kedalam cetakan. Selanjutnya diratakan dengan rol agar

permukaan spesimen merata dan tidak ada gelembung udara didalam rongga spesimen.



Gambar 1. Mesin pengering rotari



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Material Komposit Menurut ASTM D3039M (Mm)



Gambar 3. Limbah cair sawit dan karet

Urutan proses pembuatan spesimen komposit adalah:

1. Mempersiapkan campuran resin *polyester yukalac 157* dan katalis (*MEKPOXE*) dengan komposisi berat divariasikan.
2. Mengaduk campuran hingga rata dalam wadah pengaduk.
3. Menuangkan campuran kedalam cetakan secara bertahap dan berlapis.
4. Masukkan produk hasil pengolahan limbah sawit cair kedalam lapisan resin pertama dan meratakan produk hasil pengolahan limbah sawit dengan rol kemudian campuran resin dituangkan sampai penuh dalam cetakan. Susunan bahan

dipasang bersilang, acak dan lurus dengan perbandingan berat yang bervariasi.

- Melakukan pengujian Tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan material.

Hasil Pembuatan Komposit

Pengolahan limbah cair sawit dan karet dilakukan dengan menggunakan 40 liter limbah sawit dan karet. Temperatur pengeringan yang digunakan adalah 110°C dengan waktu pengeringan 30-50 menit. Hasil pengolahan limbah sawit dan karet menjadi tanah lempung dan pasir dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar 4 terlihat bentuk limbah sawit berupa tanah agak padat sementara limbah karet menjadi pasir dengan masih ada kandungan elastisnya. Selanjut tanah lempung dan pasir ini akan dibuat produk komposit menggunakan resin dan katalis. Sebelum pembuatan produk komposit dibuat terlebih dahulu cetakan untuk pembuatan benda uji dari plastik tebal 1mm seperti pada gambar 5. Produk jadi specimen uji material komposit dapat dilihat pada gambar 6. Setelah specimen uji Tarik dibuat dilakukan finishing untuk meratakan permukaan specimen dan dilanjutkan dengan pengujian Tarik menggunakan mesin uji Tarik UTM. Proses uji Tarik specimen komposit menggunakan mesin uji Tarik UTM dapat dilihat pada gambar 7.



(a) Produk Limbah Sawit



(b) Produk Limbah Karet

Gambar 4. Produk Hasil Pengolahan Limbah Cair dengan Mesin Pengering Rotari



Gambar 5. Cetakan Material Komposit



Gambar 6. Material Komposit

Hasil Pengujian Tarik Material Komposit

Hasil pengujian Tarik dengan mesin uji tarik UTM untuk produk komposit dengan komposisi paduan/persentase volume resin dan tanah lempung atau pasir 85/15, 65/35 didapatkan gaya dan tegangan tarik seperti ditunjukkan oleh Tabel 1. Besarnya gaya Tarik untuk material komposit karet dengan komposisi 85/15 adalah 150 Kgf dan tegangan tariknya $2,5 \text{ Kgf/mm}^2$. Sementara untuk material komposit sawit dengan persentase 85/15 memiliki gaya Tarik 30 Kgf dan tegangan $0,5 \text{ Kgf/mm}^2$. Pada komposisi sawit dengan persentase 65/35 memiliki gaya Tarik lebih tinggi yaitu 110 Kgf dan tegangan $1,83 \text{ Kgf/mm}^2$.



Gambar 7. Proses uji tarik material komposit karet



Gambar 8. Bentuk patahan material komposit

Bentuk patahan hasil uji Tarik dapat dilihat pada gambar 8. Material komposit karet patahannya berbentuk sudut 90 deg seperti yang ditunjukkan oleh gambar 8. Gambar 9 menunjukkan bentuk patahan benda uji komposit sawit dengan komposisi 65/35 yang mengkilat dan memiliki sudut patahan yang berbeda dengan patahan benda uji komposit karet dengan komposisi 85/15.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Spesimen Material Komposit

Spesimen	A ₀ (mm)	P _u (Kgf)	σ _u (Kgf/mm ²)
Raw material	60	245	4.083
Karet kecil 85/15	60	150	2.5
Sawit 85/15	60	30	0.5
Sawit 65/35	60	110	1.833



Gambar 9. Bentuk patahan komposit sawit dengan komposisi 65/35

Kesimpulan

Dari hasil pembuatan dan pengujian material komposit dari limbah cair sawit dan karet didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Material komposit yang dibuat dari paduan hasil pengolahan limbah cair sawit, karet dan resin dengan komposisi paduan 85/15, 65/35 menunjukkan nilai kekuatan tarik dan tegangan Tarik yang berbeda.
2. Besarnya gaya tarik material komposit karet lebih tinggi dibanding dengan material komposit sawit.
3. Besarnya gaya tarik benda uji komposit sawit dengan komposisi sawit 65/35 adalah 110 Kgf dan lebih tinggi dibanding dengan komposisi 85/15.

Referensi

- [1] Hendra, Indriani, A., Hernadewita, Rizal, Y., *Assembly Programmable Logic Kontrol (PLC) in the Rotary Dryer Machine for Processing Waste Liquid Sistem*, Applied Mechanics and Materials, ISSN: 1662-7482, Vol. 842, pp 319-323, 2015.

- [2] Haryanti, Norsamsi, Sholiha, P.S.F., Putri, N.P., *Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit, Konversi, Volume 3 No. 2, Oktober 2014.*
- [3] Abdullah, M.A, Nazir, M.S., Wahjoedi, B.A., *Development of value-added Biomaterials from Oil Palm Agro-wastes, 2011 2nd International Conference on Biotechnology and Food Science IPCBEE vol.7 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore*
- [4] Lusiani, R., Sunardi, Ardiansyah, Y., *Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Papan Komposit Dengan Variasi Panjang Serat, Jurnal Teknik Mesin Untirta, Volume I Nomor 1, April 2015*
- [5] Perkins, H.C., 1994, "Air Pollution", McGraw-Hill Kogakusha, Ltd, Tokyo.
- [6] Soedomo, M., 1998, "Pengelolaan Limbah Gas dan Partikulat Lingkungan Perkotaan (Sumber Bergerak)", *Pelatihan Pengelolaan dan Teknologi Limbah*, ITB, Bandung.
- [7] Raka I.G, 1999, *Paradigma Produksi Bersih: "Mendamaikan Pembangunan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan"*, Nuansa. Bandung.
- [8] Sastrawijaya, A. T., 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rhineka Cipta. Jakarta.