ISBN 978-602-73114-6-6

Rancang Bangun Model Substitusi Material Baru Terbarukan untuk Pengembangan Manufaktur Berkelanjutan

Reda Rizal

ISBN 978-602-73114-6-6

9 786027 311466

Tahun 2018

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Reda Rizal

RANCANG BANGUN MODEL SUBSTITUSI MATERIAL BARU TERBARUKAN UNTUK PENGEMBANGAN MANUFAKTUR BERKELANJUTAN / Reda Rizal.
--Jakarta: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta (LPPM UPNVJ), 2018.
vi, 93 hlm: 21 cm x 14,8 cm

Bibliografi hlm. 94
ISBN 978-602-73114-6-6

1. RANCANG BANGUN MODEL SUBSTITUSI MATERIAL BARU TERBARUKAN UNTUK PENGEMBANGAN MANUFAKTUR BERKELANJUTAN I. Judul

© Hak pengarang dan penerbit dilindungi Undang-Undang Tahun 2018

Pengarang: Reda Rizal
Dicetak oleh: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450
Telp./Fax. 021-7656971 Ext. 234
e-mail: *lppm@upnvj.ac.id*

PRAKATA

Buku ini ditulis berdasarkan hasil penelitian unggulan perguruan tinggi (PUPT) sebagaimana Keputusan Rektor UPNVJ Nomor 488/UN61/2018. Penelitian dilatarbelakangi oleh adanya persoalan yang ditimbulkan oleh kegiatan masyarakat dan industri manufaktur yang masih menggunakan plastic *styrofoam* yang tidak ramah lingkungan. Sehingga diperlukan inovasi pemanfaatan material dari sumberdaya alam terbarukan dan ramah lingkungan. Substitusi material sintetis dengan material alamiah sebagai material yang digunakan oleh industri manufaktur dijadikan sebagai kata kunci dalam upaya meminimumkan dampak negative pencemaran dan kerusakan lingkungan. Perancangan model material sampah Debog Pisang sebagai pengganti material *styrofoam* pada kemasan barang elektronik bertujuan untuk mendukung program PBB dalam pembangunan berkelanjutan dan berwawasan. Metode penelitian menggunakan metode uji dan coba (*trial and error*). Uji coba pembuatan rancang bangun model substitusi material baru terbarukan untuk pengembangan manufaktur berkelanjutan telah berhasil dilaksanakan dengan tingkat ketercapaian kinerja penelitian sebesar 95%. Material debog pisang mudah terurai oleh mikro organisme dalam tanah sehingga material ini pada saat menjadi sampah tidak akan mengganggu lingkungan. Sedangkan material *styrofoam* tidak bisa diurai oleh mikro organisme dalam tanah sehingga materialnya akan mengganggu lingkungan kehidupan. Dengan demikian maka material Debog pisang akan lebih ramah lingkungan dibanding menggunakan material *styrofoam*.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang dapat memanfaatkan hasil penelitian yang dituangkan dalam buku ini.

Kota Tangerang Selatan, Nonember 2018
Penulis

Reda Rizal

🕮 Daftar Isi

PRAKATA		i
DAFTAR ISI		ii
DAFTAR TABEL		iii
DAFTAR GAMBAR		iv
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	Latar Belakang	1
	Masalah Lingkungan	2
	Tujuan Penelitian	3
	Urgensi Penelitian	3
	Inovasi Hasil Penelitian	4
BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA	5
	Pembangunan Berkelanjutan	5
	Manufaktur Berkelanjutan	8
BAB 3	TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	15
	Tujuan Penelitian	15
	Manfaat Penelitian	15
BAB 4	METODE PENELITIAN	17
	Metode *Survey*	17
	Metode Uji Coba	17
	Rancangan Percobaan Penelitian	20
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
	Material Baru Terbarukan	24
	Material Tak Terbarukan	31
	Sistem Industri Manufaktur	44
	Rancang Bangun Model Debog	49
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	91
DAFTAR PUSTAKA		93

🕮 Daftar Tabel

Tabel 2.1.	Indicator Keberlanjutan Manufaktur	14
Tabel 4.1.	Matriks Rancangan Percobaan Model Debog	20
Tabel 5.1.	Konsumsi Global Polystyrene	49
Tabel 5.2.	Dokumentasi Hasil dan Proses-proses Penelitian dan Percobaan	64
Tabel 5.3.	Perbedaan Sifat Fisik-Kimia-Biologi antara Material Debog dan Material *styrofoam*	85

🕮 Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Tiga Pilar Pembangunan Berkelanjutan	5
Gambar 4.1.	Metode Penelitian	18
Gambar 4.2.	Rancangan Metode Penelitian dan Percobaan *Trial and Error*	22
Gambar 5.1.	Kebun Pisang siap Panen	24
Gambar 5.2.	Panen Pisang Menimbulkan Limbah Debog	25
Gambar 5.3.	Panen Pisang Menimbulkan Limbah Debog	25
Gambar 5.4.	Limbah Debog Pisang	25
Gambar 5.5.	Limbah Debog Pisang	25
Gambar 5.6.	Pemilahan Limbah Debog Pisang	26
Gambar 5.7.	Pemilahan Limbah Debog Pisang	27
Gambar 5.8.	Pemanfaatan Limbah Debog Pisang untuk Kerajinan Tangan (Industri Kreatif)	28
Gambar 5.9.	Pemanfaatan Limbah Debog Pisang untuk Media Tanaman	28
Gambar 5.10.	Pemanfaatan Debog Pisang untuk Pakan Ternak	29
Gambar 5.11.	Pemanfaatan Debog Pisang untuk Makanan/Sayuran	29
Gambar 5.12.	Sampah Debog Pisang	30
Gambar 5.13.	Produk Styrofoam untuk Kemasan Barang Elektronik	40
Gambar 5.14.	*Styrofoam* pada Kemasan Barang Elektronik Dispenser	35
Gambar 5.15.	*Styrofoam* pada Kemasan Barang Elektronik Mesin Cuci	35
Gambar 5.16.	*Styrofoam* pada Kemasan Barang Elektronik *Air Conditioner*	35
Gambar 5.17.	*Styrofoam* Tempat Makanan	36
Gambar 5.18.	*Styrofoam* Peti Kemas Makanan	36
Gambar 5.19.	*Styrofoam* Untuk Dekorasi Panggung	37
Gambar 5.20.	*Styrofoam* Mudah Dibentuk untuk Berbagai Keperluan	37
Gambar 5.21.	*Styrofoam* Untuk Dekorasi	37

Gambar 5.22.	*Styrofoam* Pembungkus Makanan	38
Gambar 5.23.	Peringatan Bahaya Kesehatan Penggunaan *Styrofoam* sebagai Wadah Makanan	39
Gambar 5.24.	Sampah *Styrofoam* pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS)	41
Gambar 5.25.	Tumpukan Sampah Styrofoam di Pintu Air Sungai	42
Gambar 5.26.	Tumpukan Sampah *Styrofoam* di Sungai	42
Gambar 5.27.	Tumpukan Sampah *Styrofoam* di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Bantar Gebang	42
Gambar 5.28.	*Flow of Processing* Manufaktur Elektronik	43
Gambar 5.29.	Kegiatan Industri Manufaktur Menggunakan Material *Styrene*/*Styrofoam*	45
Gambar 5.30.	Kegiatan Industri Manufaktur Menggunakan Material *Styrene/Styrofoam*	45
Gambar 5.31.	Produsen *Styrene/Styrofoam*	46
Gambar 5.32.	Produsen *Styrene/Styrofoam*	46
Gambar 5.33.	Produk *Styrene/Styrofoam* Siap Dipasarkan	47
Gambar 5.34.	Industri Manufaktur Pengguna *Styrene/Styrofoam*	47
Gambar 5.35.	Limbah Debog Pisang	49
Gambar 5.36.	Limbah Debog Pisang dan Daun Pisang untuk Uji Coba	50
Gambar 5.37.	Tahapan Proses Penelitian dan Percobaan Metode *Trial and Error*	51
Gambar 5.38.	Persiapan Uji Coba Material Debog dan Daun Pisang	52
Gambar 5.39.	Uji Coba Pencacahan Material Debog Pisang	53
Gambar 5.40.	Tekstur Material Debog Pisang	54
Gambar 5.41.	Persiapan Uji Coba Material Debog dan Daun Pisang	54
Gambar 5.42.	Peralatan Penelitian Oven Pengering Material Debog	55
Gambar 5.43.	Persiapan Percobaan Penelitian Material Debog	55
Gambar 5.44.	Pengukuran Hasil Percobaan Debog Pisang	56
Gambar 5.45.	Pengukuran Hasil Percobaan Daun Pisang	57
Gambar 5.46.	Percobaan Pemberian Bahan Perekat	58

Gambar 5.47.	Pengukuran Hasil Percobaan Daun Pisang	66
Gambar 5.48.	Persiapan Percobaan Pembuatan Model Sistem Tekanan	60
Gambar 5.49.	Percobaan Pembuatan Model Sistem Tekanan Rendah	62
Gambar 5.50.	Percobaan Gagal	63
Gambar 5.51.	Hasil Penelitian Pembuatan Model Substitusi Material Baru Terbarukan untuk Pengembangan Manufaktur Berkelanjutan	87
Gambar 5.52.	Perbandingan Model Manufaktur Konvensional dan Berkelanjutan	88

BAB 1. PENDAHULUAN

🕮 Latar belakang

Sering kita temukan material ganjalan barang-barang elektronik dalam kemasannya (*packaging*) menggunakan material jenis sintetis yang dikenal sebagai *styrofoam*. Sifat fisik-kimia-biologi material sintetis *styrofoam* ini tidak mudah didegradasi (*nondegradable*) oleh mikro-organisme tanah, sehingga pada saat material tersebut dibuang sebagai sampah maka berimplikasi pada pencemaran lingkungan kehidupan
. Masyarakat global telah menolak membeli semua produk yang masih mengandung material *styrofoam*, meskipun kehadiran material sintetis *styrofoam* hanya berfungsi sebagai ganjalan barang dalam kemasan produk. Mengapa masyarakat global menolak kehadiran produk yang mengandung material sintetis *Styrofoam*; karena mereka sadar bahwa material *styrofoam* dapat merusak lingkungan kehidupan mereka dan material yang diproduksi dari produk minyak bumi bersifat tak terbarukan (*non renewable resources*) serta material ini tidak ramah lingkungan (*not environmentally friendly*). Adapun alasan mengapa material *styrofoam* masih banyak digunakan oleh berbagai keperluan kegiatan produksi barang pada industri manufaktur lebih disebabkan oleh karena; materialnya ringan (*light in weight*), secara fisik terlihat bersih (*clean*), mudah didapatkan (*availability*), dan harganya relative murah (*inexpensive*).

Penelitian ini bertujuan jangka panjang untuk menciptakan dan mewujudkan system operasional manufaktur berkelanjutan, yang memanfaatkan sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) dan menghasilkan produk barang yang dapat diterima oleh seluruh konsumen dunia, serta produk pascapakai tidak mencemari lingkungan. Tujuan jangka menengah adalah untuk mengarahkan pebisnis manufaktur untuk ikut bertanggungjawab atas produk yang diproduksinya, dan bertanggungjawab terhadap sumber daya alam yang dimanfaatkannya sebagai bahan input kegiatan manufaktur. Tujuan

jangka pendek penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun model substitusi material baru terbarukan dalam rangka pengembangan manufaktur berkelanjutan. Target khusus yang hendak dicapai dalam kegiatan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan sumber daya alam terbarukan dalam setiap bahan baku yang akan digunakan oleh kegiatan manufaktur untuk memproduksi barang yang ramah lingkungan dan tidak merusak tatanan ketersediaan bahan baku dari sumber daya alam. Metode yang akan digunakan dalam upaya pencapaian tujuan penelitian ini pada dasarnya menggunakan 2 (dua) metode penelitian yaitu; metode survey dan metode uji dan coba (*trial and error*). Metode penelitian *survey* digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi tentang fakta dan permasalahan serta analisisnya, sedangkan metode uji dan coba (*trial and error*) digunakan untuk menjelajah (*explore*) rancangan ide/gagasan/rencana yang dibuat langsung dan diikuti dengan pengujian-pengujian secara kuantitatif dan kualitatif. Pada metode uji dan coba (*trial and error*), bila suatu rancangan ide/gagasan/rencana teknologi atau material yang dibuat menghasilkan produk teknologi yang tidak sesuai dengan rencana atau terjadi kesalahan teknologi, maka segera dilakukan rancangan ulang dan melakukan pengujian-pengujian terhadap teknologi atau material tersebut.

🕮 Masalah Lingkungan

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya persoalan/masalah sampah *Styrofoam* yang mengganggu lingkungan, karena material *styrofoam* tidak terdegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah. Banyaknya industry manufaktur yang menggunakan material *styrofoam* yang tergolong pada material bahan berbahaya dan beracun (B_3) sebagai bahan aku produksi yang nantinya setelah produk tersebut sampai pada konsumen dapat mengganggu kesehatan lingkungan.

🕮 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan/memperoleh material ramah lingkungan untuk digunakan sebagai bahan baku pembantu produksi industry manufaktur.
2. Tujuan jangka panjang untuk menciptakan dan mewujudkan system operasional manufaktur berkelanjutan (*sustainability*), yang memanfaatkan sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) dan menghasilkan produk barang yang dapat diterima oleh seluruh konsumen dunia (*economy*) serta produk pascapakai tidak mencemari lingkungan, dampak penurunan derajat kesehatan masyarakat dapat diminimumkan (*social*).
3. Tujuan jangka menengah adalah untuk mengarahkan pebisnis manufaktur untuk ikut bertanggungjawab atas produk yang diproduksinya, dan bertanggungjawab terhadap sumber daya alam yang dimanfaatkannya sebagai bahan input kegiatan manufaktur (*environmental stewardship*).
4. Tujuan jangka pendek penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun model substitusi material baru terbarukan dalam rangka pengembangan manufaktur berkelanjutan (*sustainable manufacturing*).

🕮 Urgensi Penelitian

Urgensi penelitian ini adalah untuk memenuhi tuntutan masyarakat global akan produk industry manufaktur yang ramah lingkungan, dengan karaktristik:

1. Penelitian ini sebagai Unggulan Perguruan Tinggi (UPN “Veteran” Jakarta) dalam melaksanakan Visi Bela Negara pada Pengembangan Manufaktur Berkelanjutan / Industri-Manufaktur Ramah Lingkungan.
2. Penelitian ini dimaksud untuk memanfaatkan sumber daya alam (SDA) terbarukan (*renewable resources uses*) dalam setiap bahan

baku yang akan digunakan oleh kegiatan industri/ manufaktur untuk memproduksi barang yang ramah lingkungan dan tidak merusak tatanan lingkungan hidup (LH) dan ketersediaan bahan baku dari SDA & LH.

3. Substitusi Material Baru Terbarukan untuk Pengembangan Manufaktur Berkelanjutan (*sustainable manufacturing*) yang mendukung harapan dunia terhadap implementasi SDGs.

🕮 Inovasi Hasil Penelitian

Rencana target capaian penelitian ini adalah untuk menemukan inovasi material substitusi berupa material baru terbarukan yang dapat dipergunakan oleh industry manufaktur, dengan jenis luaran penelitian (*research output-product*) berupa:

1) *Draft* artikel publikasi ilmiah Nasional Terakreditasi/Jurnal Internasional;
2) Hak Kekayaan Intelektual (HKI);
3) Produk Model Substitusi Material Baru Terbarukan (*Renewable Material*) Untuk Pengembangan Manufaktur Berkelanjutan, dan
4) Produk Buku Ajar yang memiliki ISBN.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

🕮 Pembangunan Berkelanjutan

Agar proses-proses pembangunan berkelanjutan secara fisik dapat dilakukan dengan baik, maka Smith dan Ball (2012) mensyaratkan 3 (tiga) hal yang harus dilakukan yaitu; i) tingkat ekstraksi sumber daya alam tidak melebihi tingkat kemampuan regenerasi oleh alam, ii) emisi yang dihasilkan tidak melebihi kemampuan alam untuk menyerapnya secara alamiah, dan iii) kapasitas regenerasi sumber daya alam dan penyerapan faktor emisi harus dianggap sebagai modal alam. Apabila gagal memelihara ketiga hal tersebut di atas, maka pembangunan tersebut adalah tidak berkelanjutan. Smith dan Ball (2012) dalam tulisannya menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan harus didasarkan pada prinsip pemenuhan kebutuhan generasi sekarang dengan mengkompromikan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhannya.

Gambar 2.1. Tiga Pilar Pembangunan Berkelanjutan

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

🕮 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan/memperoleh material ramah lingkungan untuk digunakan sebagai bahan baku pembantu produksi pada kegiatan industry manufaktur.
2. Tujuan penelitian jangka panjang adalah untuk menciptakan dan mewujudkan system operasional manufaktur berkelanjutan (*sustainability*), yang memanfaatkan sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) dan menghasilkan produk barang yang dapat diterima oleh seluruh konsumen dunia (*economy*) serta produk pascapakai tidak mencemari lingkungan, dampak penurunan derajat kesehatan masyarakat dapat diminimumkan (*social*).
3. Tujuan penelitian jangka menengah adalah untuk mengarahkan pebisnis manufaktur untuk ikut bertanggungjawab atas produk yang diproduksinya, dan bertanggungjawab terhadap sumber daya alam yang dimanfaatkannya sebagai bahan input kegiatan manufaktur (*environmental stewardship*).
4. Tujuan penelitian jangka pendek penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun model substitusi material baru terbarukan dalam rangka pengembangan manufaktur berkelanjutan (*sustainable manufacturing*).

🕮 Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini adalah untuk memenuhi tuntutan masyarakat global akan produk industry manufaktur yang ramah lingkungan, dengan karaktristik:

BAB 4. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan dalam upaya pencapaian tujuan penelitian ini pada dasarnya menggunakan 2 (dua) metode penelitian yaitu; metode survey dan metode uji dan coba (*trial and error*). Metode penelitian survey digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi tentang fakta dan permasalahan serta analisisnya, sedangkan metode uji dan coba (*trial and error*) digunakan untuk menjelajah (*explore*) rancangan ide/gagasan/rencana yang dibuat langsung dan diikuti dengan pengujian-pengujian secara kuantitatif dan kualitatif. Pada metode uji dan coba (*trial and error*), bila suatu rancangan ide/gagasan/rencana teknologi atau material yang dibuat menghasilkan produk teknologi yang tidak sesuai dengan rencana atau terjadi kesalahan teknologi, maka segera dilakukan rancangan ulang dan melakukan pengujian-pengujian terhadap teknologi atau material tersebut.

🕮 Metode *Survey*

Metode penelitian *survey* dilakukan untuk meneliti dan mengumpulkan data tentang fakta dan permasalahan serta analisisnya. Sampling penelitian dilakukan pada tiga wilayah penelitian yaitu: wilayah Kabupaten Tangerang, Kabupaten Bekasi dan Kabupaten Bogor.

🕮 Metode Uji-Coba

Metode metode *trial and error* digunakan untuk menjelajah (*explore*) rancangan ide/gagasan yang dibuat langsung dan diikuti dengan pengujian-pengujian secara kuantitatif dan kualitatif. Pada metode uji dan coba, bila suatu rancangan ide/gagasan/ teknologi atau material yang dibuat menghasilkan produk teknologi yang tidak sesuai dengan rencana atau terjadi kesalahan teknologi, maka segera dilakukan rancangan ulang dan melakukan pengujian terhadap teknologi atau material tersebu sehingga dapat diakasikan oleh masyarakat industry.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

🕮 Material Baru Terbarukan

Material terbarukan adalah material yang dapat memperbarui dirinya secara mandiri atau material yang secara berkala dapat terbarukan secara alamiah. Ilmu lingkungan atau ekologi menyebut material terbarukan sebagai makhluk hidup atau biota, dan material yang dapat memperbarui dirinya sendiri secara alamiah dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu material yang berasal dari makhluk hidup vegetasi dan hewani. Salah satu contoh material terbarukan yang bersumber dari vegetasi yang dipergunakan oleh industri manufaktur adalah material kapas atau *cotton* untuk diproduksi menjadi produk benang, kain, baju, sepatu, tas, jacket, ikat pinggang dan lain sebagainya. Contoh material terbarukan yang bersumber dari hewani yang dipergunakan oleh industri manufaktur adalah material kulit sapi untuk diproduksi menjadi produk alas kaki, sepatu, tas, *jacket*, ikat pinggang dan lain sebagainya.
Material baru terbarukan seperti debog pisang pada penelitian ini merupakan material yang belum pernah dipergunakan sebelumnya untuk berbagai keperluan industri manufaktur. Sebagai contoh, sebelumnya belum pernah ada pengganti bahan bakar solar yang kemudian ditemukan material minyak sawit sebagai bahan baku produksi bahan bakar solar yang dikenal sebagai *Bio-Solar* atau *Bio-Fuel*, demikian seterusnya sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ditemukan pula material baru yaitu Buah Jarak sebagai bahan baku produksi bahan bakar *Bio-Solar* atau *Bio-Fuel*.

Vegetasi

Salah satu jenis vegetasi yang dapat dijadikan sebagai material baru terbarukan dalam penelitian ini adalah pohon pisang atau debog pisang, dimana sumber daya alam ini dapat dijadikan sebagai material dasar untuk mengganti material sintetik yang selama ini dipergunakan oleh

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Uji coba pembuatan rancang bangun model substitusi material baru terbarukan untuk pengembangan manufaktur berkelanjutan **telah berhasil** dilaksanakan dengan tingkat ketercapaian kinerja penelitian sebesar 90%.
2. Model yang memiliki karakteristik sifat fisik yang mendekati sama dengan sifat fisik material *Styrofoam* adalah ukuran material debog yang terkecil yaitu berukuran 1 cm x 1 cm sebelum dilakukan pengeringan, dengan Model M_4+ S+B_3+A+W_6.
3. Penggunaan material debog pisang sebagai pengganti material Styrofoam untuk ganjalan produk elektronik hasil produksi industry manufaktur mampu meminimumkan pencemaran lingkungan hidup disamping penghematan penggunaan bahan fosil.
4. Model yang gagal pada percobaan ternyata dapat digunakan kembali (*reuse*) sebagai bahan baku percobaan berikutnya untuk pembuatan model yang sama.
5. Material debog pisang mudah terurai oleh mikro organisme dalam tanah sehingg material ini menjadi sampah tidak akan mengganggu lingkungan kehidupan. Sedangkan material *Styrofoam* tidak bisa terurai oleh mikro organisme dalam tanah sehingga material ini menjadi sampah akan mengganggu lingkungan kehidupan. Dengan demikian maka material Debog pisang digunakan sebagai pengganti bahan *Styrofoam* akan lebih ramah lingkungan dibanding penggunaan material *Styrofoam*.

6.2. Saran

1. Untuk pengembangan industry-manufaktur yang berkelanjutan, maka disarankan kepada pelaku industry-manufaktur untuk segera mengganti material Styrofoam dengan material debog pisang sebagaimana hasil penelitian ini.

2. Untuk meminimumkan dampak negative lingkungan hidup dari kegiatan industry-manufaktur, maka disarankan kepada pelaku industry-manufaktur untuk segera menggunakan sumber daya alam terbarukan “debog pisang” sebagai bahan baku pembantu kegiatan industry-manfaktur.

DAFTAR PUSTAKA

Alayon, Claudia. 2016. *Exploring Sustainable Manufacturing Principles and Practices*. Licentiate Thesis, School of Engineering, Jonkoping University. Dissertation Series No. 16, 2016.

Anonym. 2011. Kunststoffe International 10/2011. Commodity Plastics: Trend Report. 18 – 21 hlm.

Barzeger, M. *et. al*. 2018. *Analyzing the Drivers of Green Manufacturing Using an Analytic Network Process Method: A Case Study*. International Journal of Research in Industrial Engineering. Vol. 7, No. 1 (2018) 61–83.

Diandra Advena et al. 2014. *Fermentasi Batang Pisang Menggunakan Probiotik Dan Lama Inkubasi Berbeda Terhadap Perubahan Kandungan Bahan Kering, Protein Kasar dan Serat Kasar*. Fakultas Pertanian Jurusan Peternakan Universitas Tamansiswa Padang.

Eva Setianingsih, *et al*. 2016. *Pemanfaatan Batang Semu Pisang Sebagai Pot Dengan Berbagai Komposisi Media Tanam Terhadap Produktivitas Tanaman Kangkung Darat*. Jurnal Produksi Tanaman, Volume 4, Nomor 2, Maret 2016, hlm. 117-122.

Graedel & Allenby. 1995. *Industrial Ecology*. AT&T Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Mohiuddin, *et al*. 2014. *Usefulness of Banana (Musa paradisiaca) Wastes in Manufacturing of Bio-products: A Review*. The Agriculturists 12(1): 148-158 (2014) ISSN 2304-7321 (Online), ISSN 1729-5211 (Print). A Scientific Journal of Krishi Foundation.

Molamohamadi and Napsiah Ismail. 2013. *Developing a New Scheme for Sustainable Manufacturing*. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, Vol. 1, No. 1, February 2013

Moldavska, A. and Welo, Togeir. 2017. *The concept of sustainable manufacturing and its definitions: A content-analysis based literature review*. Journal of Cleaner Production. 166 (2017) 744-755.

Nordin, N. *et. al*. 2014. *A Case Study of Sustainable Manufacturing Practices*. Journal of Advanced Management Science Vol. 2, No. 1, March 2014.

Ocampo *et. al*. 2015. *An integrated sustainable manufacturing strategy framework using fuzzy analytic network process*. Journal Advances in Production Engineering & Management Volume 10, Number 3. September 2015. pp 125-139.

Ocampo *et. al*. 2015. *A Sustainable Manufacturing Strategy Framework: The Convergence of Two Fields*. Asian Academy of Management Journal Volume 20, No. 2, 29-57, 2015.

Pathak et. Al. 2017. *Sustainable Manufacturing Concepts: A Literature Review*. International Journal of Engineering Technologies and Management Research. Vol.4 (Iss.6): June, 2017.

Roni, Mastura. *et. al*. 2017. *Sustainable manufacturing drivers and firm performance: Moderating effect of firm size*. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 4(12) 2017, Pages: 243-249.

Rosen, Marc A. & Kishway, Hossan A., 2012, *Sustainable Manufacturing and Design: Concepts, Practices and Needs*, Sustainability 4: 154-174

Smith, L. dan Ball, P, 2012, *Steps Towards Sustainable Manufacturing through Modelling Material, Energy and Waste Flows,* International Journal of Production Economics Vol. 140 Issue 1: 227-238.

Taghavi, Naghmeh. 2015. *Sustainable Manufacturing Strategy; Identifying Gaps in Theory and Practice.* Thesis for the Degree of Licentiate of Engineering. Department of Technology Management and Economics. Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden 2015.

Vigneswaran, *et al*. 2015. *Banana Fibers: Scope and Value Added Product Development*. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management. JTATM, Volume 9, Issue 2, Spring 2015.

Weisz, Helga. 2007. *Material and Energy Flow Studies: The Industrial Metabolism*. *http://www.mitpressjournals.org/jie*.

Wyckoff, Andrew. 2010. OECD *Sustainable Manufacturing Toolkit. Seven Steps to Environmental Excellence*. Start-up Guide. *www.oecd.org/innovation/green/toolkit*

Zhou *et. al*. *Green Production – Strategies and Dynamics; A Simulation Based Study. Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference.* College of Management Shenzhen University. Shenzhen, 518054, P.R.CHINA.