

KARAKTERISTIK FISIK KOMPOSIT SABUT KELAPA SEBAGAI INSULATOR PALKA IKAN

Polaris Nasution¹, Sutopo P. Fitri², Semin²

Diterima : 1 Mei 2014 Disetujui : 1 Juni 2014

ABSTRACT

Fish catch handling highly influential by the quality of fish that must kept to be fresh. Maintaining the quality of the catch is done with good handling and correctly, especially the storage of fish is highly influenced by the quality of insulation (Insulator). Polyurethane is a solid plastic foam mixture by polyol and Isocynate commonly used as a thermal insulation material on fish hold. Coco fiber derived from coconut fruit seeds contain about 30% of the seed oil. Part of the cross section in the unit cell has a central hollow fibers that serves as an acoustic and thermal insulator so as to decrease the bulk density of the fiber is very well used as an insulator because it has a low thermal conductivity. The addition of coconut fiber as a biodegradable that has a physical properties as a heat insulator aims to minimize use of polyurethane as insulation, addition of Coco fibre can be done until 70%, and the addition of 95.5% density and water absorption reached 26.8%. Ability to absorb water composites increased from 15% to 50.98%, density increased to 5% at 516 kg/m³.

Keywords : *Coco Fibre, Composite, physical properties, Polyurethane and density*

PENDAHULUAN

Mempertahankan kualitas hasil tangkapan dan budidaya perikanan perlu dilakukan dengan penanganan pasca panen yang tepat. Salah satu proses penanganan yang harus diperhatikan adalah penyimpanan ikan selama penangkapan sampai ke pelabuhan maupun konsumen. Kualitas penyimpanan ikan sangat tergantung pada kualitas dari bahan penyekat panas (*insulator*) yang digunakan (Wibawa, 2003). Penggunaan palka berinsulasi sebagai tempat penyimpanan ternyata dapat menghemat es selama operasi penangkapan. Jumlah es yang tersisa

saat pendaratan dan pembongkaran ternyata masih cukup banyak, yaitu antara 20 - 30% bahkan dapat mencapai 50% dibandingkan dengan tanpa insulasi. (Memen S, 1999).

Polyurethane adalah bahan yang biasa digunakan sebagai insulasi penahan suhu pada palka penyimpanan ikan. Namun sekarang ini, kendala yang sangat dirasakan khususnya oleh nelayan adalah masalah bahan dan biaya dalam memperoleh bahan insulasi yang terus meningkat, keterbatasan ini disebabkan karena sulitnya mendapatkan bahan dan mahalnya harga bahan baku insulasi (Harrison *et al.*, 2011).

Peningkatan kebutuhan bahan yang efisien dengan biaya yang murah semakin meningkat, penggunaan serat alami secara

¹) Staf Pengajar di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru

²) Staf Pengajar Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-ITS Surabaya

konvensional merupakan salah satu tindakan efisiensi biaya bahan yang digunakan dalam suatu produksi. (Harrison *et al.*, 2011) menyatakan bahwa dengan biaya yang tinggi maka produktivitas yang semakin rendah dan berakibat akan mengurangi keuntungan. Oleh karena itu, bahan alternatif yang memiliki sifat yang sama atau lebih baik secara konvensional perlu dieksplorasi karena menawarkan biaya yang murah. Salah satu bahan alternatif yang biasa digunakan adalah serat alami. Bahan ini sangat murah dan mudah untuk diperoleh (Guilbert *et al.*, 2011). Salah satu serat alami seperti Serat tebu dan sabut kelapa adalah bahan yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik yaitu ringan, kepadatan rendah dan daktilitas tinggi. dibandingkan dengan beberapa bahan konvensional seperti baja, plastik dan keramik. Bahan ini sangat baik digunakan sebagai insulasi karena memiliki karakteristik

konduktor panas yang kecil (Yuhazri *et al.*, 2010).

Menurut *Coconut statistic year book* (2008), Indonesia sebagai negara penghasil kelapa terbesar dunia dengan areal 3,799 hektar (35,96%) dan Riau (10,92%) adalah provinsi kedua setelah Sulawesi (11,04%) utara dengan areal kebun kelapa terluas pada saat ini (FAO, 2012). Hanya saja sebagian kecil sabut kelapa yang dimanfaatkan. Sebagian besar sabut kelapa tersebut dibuang dan menjadi limbah (Setyawati *et al.*, 2006). Limbah buah kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan komposit dengan keistimewaan disamping menghasilkan bahan baru komposit yang alami dan ramah lingkungan, komposit Sabut kelapa memiliki keuletan yang lebih tinggi dari pada matriksnya yaitu polyester dan bahan plastik lainnya ketika sabut kelapa dijadikan komposit dengan Polyester. serta bersifat insulasi panas (Amin *et al.*, 2010).

Tabel 1. Sifat Fisik dan mekanikal propertis serat sabut kelapa

Mechanical Properties	Serat sabut kelapa
Density (gr/cm ³)	1,2
Elongation at break (%)	30
Tensile Strength (MPa)	175
Young Modulus (GPa)	4-6
Water absorption (%)	130-180

Sumber : Bakri, 2010

Komposit tersebut lebih ulet karena serat sabut kelapa memiliki variasi luas penampang yang mengandung 30% wt serat dan 70% wt pith dengan luas penampang oval dan mengandung sel-sel serat yang saling berikatan (Van Dam *et al.*, 2006). Salah satu serat alam yang memiliki karakteristik istimewa adalah serat sabut kelapa yang dapat menjadi bahan penguat dan rongga antara serat berfungsi sebagai isolator akustik dan thermal sehingga

menurunkan *bulk density* serat. serat kelapa sebagai penguat diharapkan akan mendapatkan suatu alternatif material yang bisa diaplikasikan pada berbagai komponen maupun struktur khususnya isolasi panas (Lumintang *et al.*, 2011). Sifat lain Sabut kelapa diantaranya tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain. Serat sabut kelapa adalah serat alami yang sulit busuk karena tidak

ada *decomposer* yang dapat menguraikan ijuk dan sabut tersebut. Beberapa material alami yang dapat digunakan sebagai penyekat panas salah satunya adalah sabut kelapa dan bahan alami lainnya disamping menggunakan polyurethane (Merrit, 1969). Sifat Fisik dan mekanikal propertis serat sabut kelapa ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Polyurethane adalah buih plastik padat campuran larutan Polyol dan Isocynate (skala 1:1) yang biasa digunakan sebagai bahan Insulator penyekat panas pada tempat penyimpanan. Menurut (Nieuwenhuyse, 2006) penggunaan busa polyurethane padat adalah salah satu yang paling efisien, bahan isolasi dengan kinerja yang tinggi sangat efektif dalam penyesuaian penggunaan ruang. Ketika digunakan sebagai isolasi ruangan, busa polyuretan padat memiliki konduktivitas termal yang rendah dengan rata-rata konsumsi energi lebih dari 50% dan dapat menyederhanakan instalasi. Konduktivitas termal yang rendah berarti isolasi lebih tipis lebih mudah untuk masuk ke dalam rongga. Kinerja isolasi sangat tinggi bahkan dengan ketebalan bahan sederhana, sifat mekanik yang baik dan adhesi yang sangat baik untuk mengikat bahan lainnya pada aplikasi yang luas. Konduktivitas termal busa polyuretan padat sangat tergantung pada Sel Gas yang digunakan, Kerapatan (*density*), Suhu (*Tempratur*), Perlakuan perendaman air dan kelembaban (*Permeabilitas*) serta Waktu pengukuran. Konduktivitas termal pada suhu 10 °C adalah jauh lebih dengan konduktivitas termal antara 0.012 dan 0.013 W / (m°K). Ini didasarkan pada penggunaan bahan isolasi minimal 25

tahun dan dalam penggunaan secara permanen diperkirakan akan lebih dari 60 tahun. Busa polyuretan mengalami peningkatan pada kisaran kerapatan 30 sampai 100 kg/m³. Dengan Kerapatan polyuretan yang digunakan untuk insulasi termal biasanya berkisar antara 30 kg/m³ dan 45 kg/m³. Namun, bisa mencapai 100 kg/m³ untuk beberapa aplikasi hingga 700 kg/m³. Volume busa diperluas dan dengan demikian kepadatan busa dikendalikan melalui penambahan kuantitas pengadukan. Formulasi Bahan busa dapat dimodifikasi dengan menggunakan berbagai aditif untuk menghasilkan sifat insulasi yang dibutuhkan.

Mahalnya biaya bahan utama pembuatan palka berinsulasi (*polyurethane*) sebagai tempat penyimpanan hasil tangkapan perikanan salah satu penyebab turunnya kualitas hasil tangkapan hingga mencapai 30% yang disebabkan oleh penanganan yang tidak tepat dengan penggunaan palka berinsulasi. Kenaikan tersebut seiring dengan kenaikan harga BBM dan bahan insulasi palka dipasaran. Seiring dengan itu, nelayan mulai menggunakan bahan insulasi alternatif seperti ilalang, ijuk, sekam padi, serat tebu dan bahan alami lainnya yang murah dan mudah didapat.

Sebagai penghasil kelapa terbesar didunia, dan provinsi Riau adalah lahan kelapa terluas kedua di indonesia, merupakan potensi ketersediaan bahan sabut kelapa sebagai alternatif yang memungkinkan digunakan sebagai bahan insulasi termal untuk mempertahankan kualitas hasil tangkapan.

Dengan Mencampurkan (*Komposit*) sabut kelapa -

Polyurethane sebagai alternatif insulator panas diharapkan dapat mereduksi biaya produksi penggunaan polyurethane 100%, namun untuk memenuhi karakteristik sebagai insulator termal, dilakukan pengujian kelayakan komposit bahan tersebut yang akan digunakan sebagai bahan insulasi. Pengujian diawali dengan menentukan karakteristik fisik komposit yang meliputi kemampuan *ekspansi polyurethane*, berat, *density*, *Spesifik gravity*, serapan air (*water moisture*) pada setiap spesimen variasi komposit sabut kelapa dan polyurethane.

METODOLOGI

Karakteristik Fisik insulator, diawali dengan penentuan perbandingan berat terhadap volume ekspansi polyurethane serta kemampuan persentasi pencampuran maksimum polyurethane dan sabut kelapa. Pengujian karakteristik fisik komposit sabut kelapa-polyurethane

berupa berat di dalam air, sebelum dan setelah di air, *density*, spesifik *gravity* dan daya serap air berdasarkan standar pengujian ASTM dan JIS.

Pengujian karekteristik fisik komposit sabut kelapa dan polyurethane diharapkan mempunyai kemampuan mempertahankan suhu di dalam palka berinsulasi secara optimal yang tidak berbeda nyata terhadap penggunaan polyurethane murni yang biasa digunakan sebagai insulator. pembuatan dan pengujian spesimen dilakukan dengan tahapan :

1. Perbandingan ekspansi

Perbandingan Mengembang (*Ekspansi*) berat campuran polyurethane *Polyol* dan *Isocynate* (1:1) terhadap volume dengan membentuk busa padat yang akan diaplikasikan pada volume spesimen ukuran 250 x 250 x 25 mm. Sehingga diperoleh perbandingan ekspansi Polyurethane sebagaimana tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Ekspansi Polyurethane

Kapasitas 1 ml		Berat		Volume		Berat Bersih		Total Berat		Waktu	
Polyol	15.4391	gr	1	ml	1.4123	gr	3.2721	gr	6'28"	dtk	
Isocyanite	15.8866	gr	1	ml	1.8598	gr					
Polyurethane			14	cm ³	15.5902						
Polyurethane (gr/cm^3)								0.23	gr/cm ³		

Berdasarkan Tabel 2 di atas, untuk membentuk volume 1 ml masing-masing larutan (*Polyol* dan *Isocynite*), dengan berat larutan polyol 1,4123 gram dan Isocynite 1,8598 gram pada total berat kedua larutan setelah dicampur 3,2721 gram. Kedua larutan kemudian diaduk merata dan mengalami ekspansi maksimum selama 6'28'' detik dengan membentuk volume polyurethane padat 14 cm³ dengan berat 15,5902 gram. Ini berarti

bahwa. Larutan campuran mengalami ekspansi dengan volume 14 kali dari volume larutan awal dan membentuk 0,2337 gr/cm³.

2. Persiapan Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang dipisahkan secara acak kemudian dipotong dengan ukuran panjang 20 mm sampai 50 mm. [Manohar,2012]. Variasi perbandingan persen (%) berat sabut kelapa terhadap persen (%) berat polyurethane dilakukan

dengan pengukuran berat masing-masing bahan komposit dengan Timbangan analitik BAECO Germany BBL 53 Max 210 gr dengan akurasi ± 0.005 gr.

3. Pembuatan Spesimen

Spesimen dengan ukuran 250 x 250 x 25 mm dibuat dari bahan Polyurethane 100% dan Komposit Polyurethane-Sabut kelapa dengan penambahan sabut kelapa 10%, 20%, 30%, 40%, 50 dan 60%.



Gambar 1. Spesimen Pengujian Insulasi

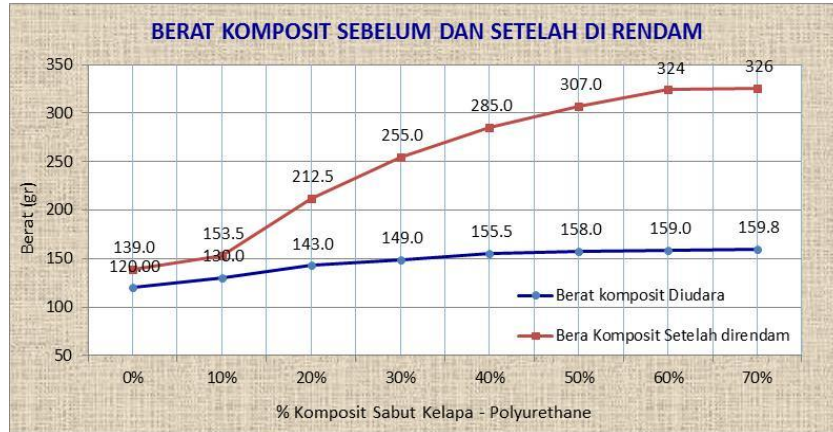
Spesimen dengan volume 1562,5 cm³, membutuhkan masing-masing 183 gram larutan *polyol* dan *isocynite*. Spesimen dengan komposit polyurethane 30% atau dengan penambahan campuran sabut kelapa 70% atau lebih kecil, larutan polyurethan tidak dapat menyebar merata keseluruh bagian sisi dan menembus disela-sela sabut kelapa. Sehingga spesimen gampang rusak dan serat sabut kelapa gampang terlepas yang dikarenakan minimnya bahan pengikat (*polyurethane*)

HASIL DAN PEMBAHASAN Pengukuran Karakteristik Fisik Insulator Termal

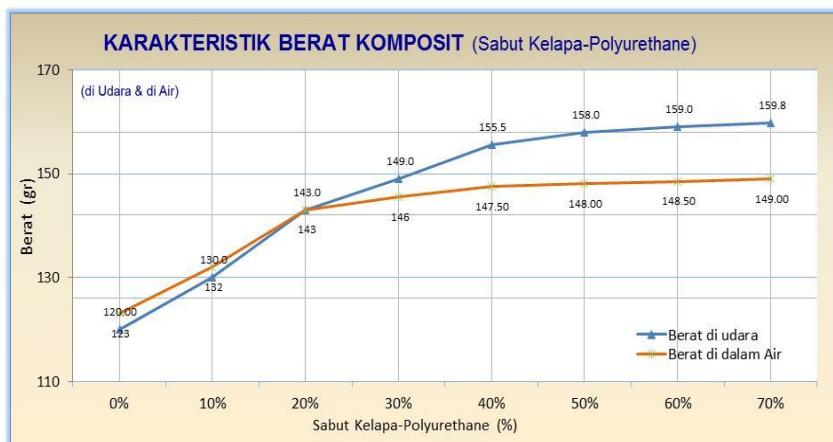
Pengukuran Karakteristik Fisik spesimen Komposit Polyurethane-Sabut kelapa pada variasi pencampuran sabut kelapa 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 90 % serta 100% polyurethane :

1. Pengukuran Berat

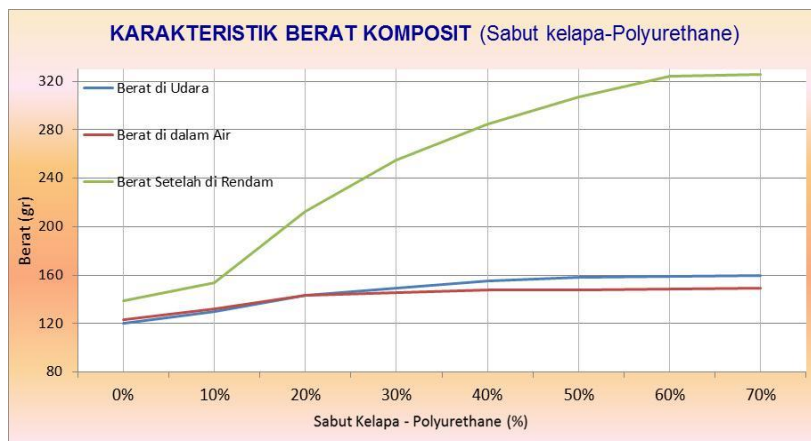
Pengukuran menggunakan Timbangan Analitik BAECO Germany BBL 53 Max 610 gr dengan akurasi ± 0.005 gr. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah direndam di air serta berat dalam kondisi tercelup mengambang di dalam permukaan air sebagai dasar penentuan spesifik gravity spesimen. Pengukuran berdasarkan ASTM D 792. Pengukuran berat spesimen dilakukan dengan menimbang berat semua spesimen sebelum dan sesudah direndam selama 24 Jam yang mengacu pada pengujian standar JIS A 5908 (2003). Peningkatan Bobot berat sangat terlihat pada penambahan sabut kelapa pada 20% sampai 60% dengan daya serap air mencapai 60% yang ditunjukkan pada komposit sabut kelapa 60% dan 70%.



Gambar 2. Bobot Berat Komposit Insulator sebelum dan setelah direndam



Gambar 3. Bobot Berat Komposit Insulator diudara dan didalam air



Gambar 4. Karakteristik Berat Komposit Insulator diudara, di dalam air, dan setelah direndam

Berat spesimen komposit di dalam air lebih ringan dibandingkan dengan berat di udara. Penurunan berat dimulai pada penambahan

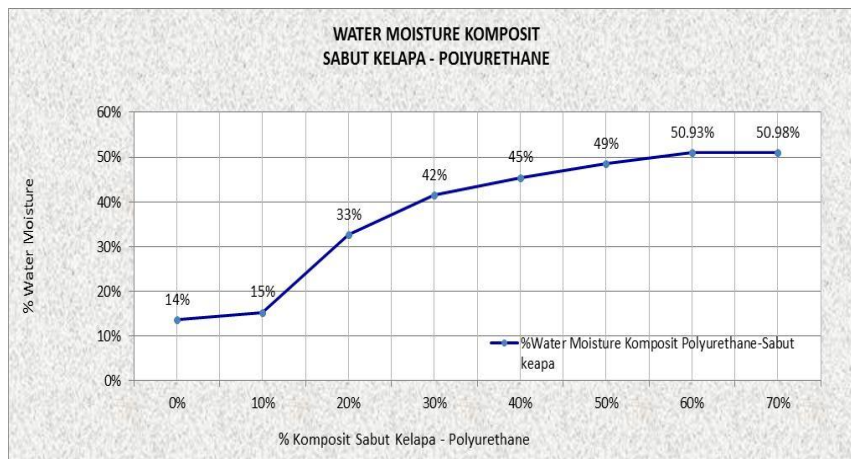
30% sampai dengan 70% sabut kelapa. Lebih jelasnya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

2. Daya Serap Air (Permeabilitas /water moisture)

Prosedur pengujian dan pengukuran mengacu pada standar JIS A5908, 2003. Dengan memasukkan semua spesimen kedalam air selama 24 jam secara bersamaan, kemudian dilakukan penimbangan. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan berat spesimen sebelum

dimasukkan kedalam air. Selisih berat spesimen antara sebelum dan sesudah dimasukkan kedalam air, menunjukkan berat air yang diserap oleh spesimen (Wibawa, 2003).

Semakin banyaknya jumlah komposit sabut kelapa maka semakin meningkat bobot berat dan daya serap air pada spesimen, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Daya serap Air spesimen komposit insulator

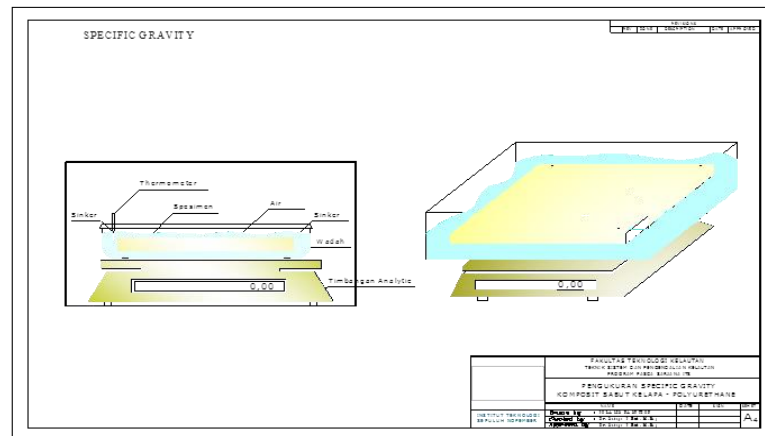
3. Spesifik Gravitasi dan kerapatan (Density)

Pengukuran kerapatan spesimen dilakukan berdasarkan ASTM D792-08 yang diawali dengan melakukan pengukuran berat spesimen didalam air dengan menggunakan Timbangan Analytic OHAUS BC Series dengan akurasi ± 0.005 . Wadah tempat meletakkan spesimen dipasang kawat (*sinker wire*) agar spesimen masih dapat bergerak dan mengambang di tengah rendaman. Spesimen diupayakan tetap terendam dan masih dapat bergerak bebas dengan gaya keatas permukaan air di dalam wadah selama melakukan pengukuran (Manohar, 2012).

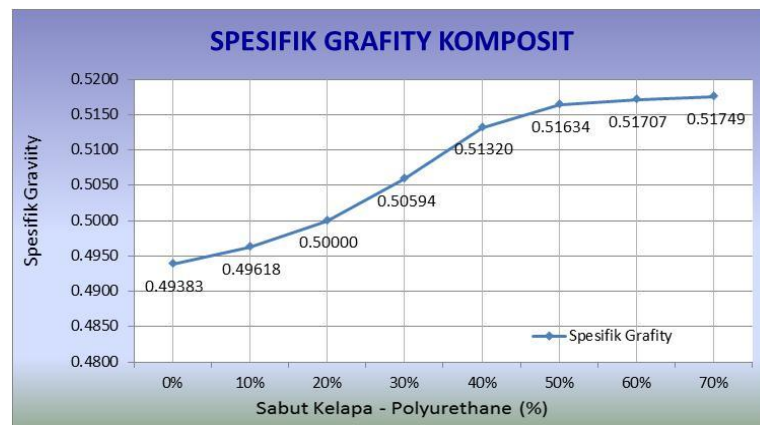
Kawat sinker yang berfungsi menjaga gaya apung dan keseimbangan spesimen didalam air. Pengukuran dilakukan setelah 10 detik perendaman di dalam air sehingga dapat meminimalkan air yang masuk ke dalam serat.

Pengukuran dan perhitungan spesifik gravitasi dan kerapatan (*Density*) masing-masing komposit spesimen seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7.

Semakin tinggi jumlah sabut kelapa, maka berat didalam air semakin ringan dibandingkan dengan berat komposit diudara dan spesifik gravitasi komposit semakin meningkat.



Gambar 6. Metode Pengukuran Berat komposit di air.

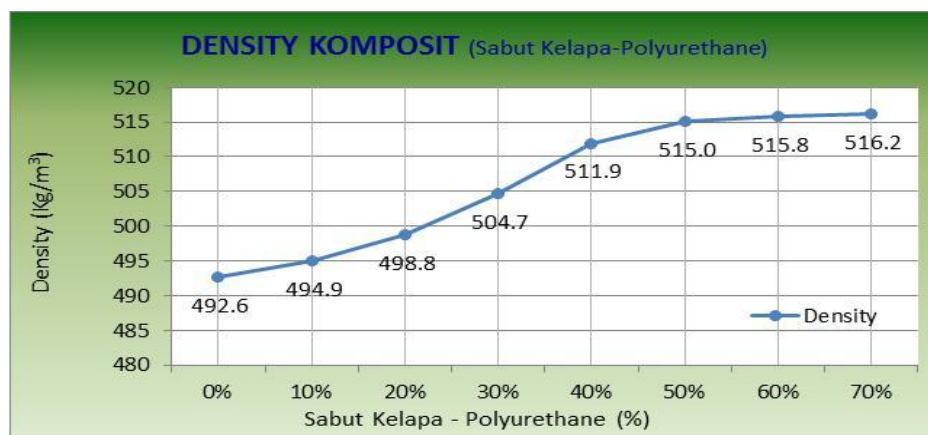


Gambar 7. Spesifik Gravity Spesimen Komposit insulator.

4. Kerapatan (Density)

Density dihitung dengan menggunakan persamaan ASTM D-792, 2008 : Density = (Specific gravity

x 997.6) kg/m³. Dimana 997.6 kg/m³ adalah density air pada suhu 23°C. Dimana diperoleh hasil perhitungan kerapatan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Density Komposit Polyurethane-sabut kelapa.

Semakin besar persentasi sabut kelapa pada komposit insulator, maka semakin besar kerapatan (*density*), berat di udara, di air, saat direndam, kemampuan menyerap air dan spesifik grafity. Penambahan campuran sabut kelapa sebagai komposit dapat dilakukan sampai 60% dengan density

yang semakin meningkat dengan penambahan density sampai 95,5% dan daya serap air mencapai 26,8%. Kemampuan menyerap air komposit yang semakin meningkat dari 15% hingga 50,98% seiring dengan penambahan berat dan spesifik grafity spesimen komposit.

POLYU	SABUT	Sabut (gr)	Berat Total Komposit Spesimen					Water Moisture (%)	Density (kg/m ³)
			Di udara (gr)	Di dalam Air (gr)	Di air (gr)	S.Grav	S. Direndam		
8	70%	84.00	159.8	4,365.50	149.00	0.51749	326	50.98%	516.2
30%									
7	60%	72.00	159.0	4,365.00	148.50	0.51707	324	50.93%	515.8
40%									
6	50%	60.00	158.0	4,244.50	148.00	0.51634	307.0	49%	515.0
50%									
5	40%	48.00	155.5	3,972.50	147.50	0.51320	285.0	45%	511.9
60%									
4	30%	36.00	149.0	3,943.50	146	0.50594	255.0	42%	504.7
70%									
3	20%	24.00	143.0	4,114.50	143	0.50000	212.5	33%	498.8
80%									
2	10%	12.00	130.0	3,990.0	132	0.49618	153.5	15%	494.9
90%									
1	0%	0	120.00	3,949	123	0.49383	139.0	14%	492.6
100%									

KESIMPULAN DAN SARAN

Larutan Polyol dan isocynite sebagai pembentuk busa polyurethane mengalami ekspansi maksimum selama 6'28'' detik dalam membentuk volume polyurethane padat 14 cm³ dengan berat 15,5902 gram. Larutan campuran mengalami ekspansi dengan volume 14 kali dari volume larutan awal dengan membentuk 0,2337 gr/cm³.

Dari hasil perhitungan dan pengujian komposit sabut kelapa-polyurethane sebagai insulasi termal maka Penambahan sabut kelapa maksimum dapat dilakukan sampai 60% dari total berat bahan campuran, yaitu bahan Polyurethane dan sabut kelapa. Jika lebih, masing masing bahan komposit (sabut kelapa-polyurethane) tidak dapat berikatan dengan baik karena dengan sedikitnya jumlah cairan polyurethane yang tidak dapat menembus sela-sela serat sabut

kelapa dan tidak dapat melapisi permukaan spesimen dengan rata sehingga mudah terpisah dari bentuk lempengan asalnya. Semakin tinggi persentasi pencampuran sabut kelapa pada spesimen komposit, semakin tinggi daya serap air pada komposit hingga mencapai 60%. Berat jenis (*spesifik grafity*) dan kerapatan (*density*) semakin meningkat dengan melakukan penambahan campuran sabut kelapa pada komposit. Kerapatan meningkat hingga 516 kg/m³ dengan daya serap air 50,93% dari berat komposit. Berat spesimen komposit di air lebih ringan dibandingkan dengan berat komposit sebenarnya karena pengaruh gaya apung serat sabut kelapa spesimen. Semakin tinggi persentasi sabut kelapa pada komposit maka bobot berat semakin meningkat baik di air maupun di udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. ST. MT, Drs. Samsudi R.ST., 2010. Pemanfaatan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan Pembuatan Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua, Prosiding Seminar Nasional *UNIMUS 2010* ISBN : 978.979.704.883.9
- ASTM C,.1045. Standart Practice For Circulating Thermal Transmission Properties from Steady-State Heat Flux Measurement. 16 CFR 460.5 (a) 2001 Washington, D.C
- ASTM C 1045,. 2004. Standart Test Mehod for Steady state Heat Flux Measurement and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Apparatus. American Society Testing And Matrials. Washington, D.C
- ASTM C 518-04,. 2004. Standart Test Mehod for Steady state Heat Flux Measurement and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Apparatus, Washington, D.C
- ASTM 177,. 1997. Standart Test Mehod for Steady state Heat Flux Measurement and Thermal Transmission Properties by Means of Guarded Hot-Plate Apparatus. American Society Testing And Matrials, Washington, D.C
- ASTM D 792 – 08,. 2008. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. The Executive Director Office Of The Federal Register. Washington, D.C
- Av. E Van Nieuwenhuyse,. 2006. Thermal insulation materials made of rigid polyurethane foam (PUR/PIR) Properties – Manufacture, Oktober 2006, *BING Report N1*, Brussels-Belgium
- Bakri,. 2010. Penentuan Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 1 No. 1 Januari 2010 : 23 – 29, 15 Mei 2006, ISSN 1412 7784. Universitas Hasanudin Makasar
- FAO,. 2012,. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, *Statistical Yearbook*, Rome
- Guilbert, S., Guillaume, C. and Gontard, N. (2011), “New Packaging Materials Based on Renewable Resources: Properties, Applications, and Prospects”, *Food Engineering Interfaces*, Food Engineering Series, Springer, Part 5, pp.619-630.
- Harrison, A., McLaren, J. and McMillan, M. 2011. Recent Perspectives on Trade and Inequality. *The Annual Review of Economics* Vol. 3.
- JIS A5908,. 2003. *Particleboards*. Japanese Standart Association.
- Manohar, K,. 2012. Experimental Investigation of Building Thermal. *Insulation from Agricultural By-products*, British Journal of Applied

- Science & Technology 2(3): 227-239, 2012
SCIENCEDOMAIN International.
- Memen Suherman dan Bambang Gunawan,. 1999. Palka Berinsulasi Untuk Penanganan Ikan Segar Pada Perahu Motor Nelayan Kepulauan Seribu Dki Jakarta, Lokakarya Pengkajian *Teknologi Pertanian Fungsional Non Peneliti* Jakarta.
- Merrit, J.H. 1969. Refrigerator on Fishing Vessel. *Fishing News Books Ltd.* Farnham Surrey. England.
- Semadi Antara N, I BW Gunam, P.Supartana,. 2013. Mikrobiologi Pangan (Food Microbiology), *Bahan Ajar*, Program Studi Magister Ilmu Dan Teknologi Pangan Program Pasca Sarjana. Universitas Udayana
- Setyawati, D, Yusuf Sudo Hadi, Muh. Yusram Massijaya, dan Naresworo Nugroho,. 2011. Kualitas Papan Komposit Berlapis Finir dari sabut kelapa dan plastik Politilena daur ulang Variasi ukuranPartikel ssabut kelapa. *Jurnal Perennial*, 2(2) : 5-11.
- R. C. A. Lumintang, Rudy Soenoko dan Slamet Wahyudi,. 2011. Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa, Progam Magister dan Doktor Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Pasca Sarjana Teknik Mesin Universitas Brawijaya, *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No. 2 Tahun 2011 : 145-153 ISSN 0216-468X
- Van Dam J.E.G., van den Oever M.J.A., Teunissen W, Keijzers E.R.P, van der Putten J.C., Anayron C, Josol F, Peralta A. 2006. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. Part 2: *Coconut Husk Morphology, Composition And Properties*. Industrial Crops and Product, Vol. 24, pp. 96-104.
- Wibawa, I.P.A dan Wiwik Dwi Pratiwi,. 2003. Studi Feasibilitas Penggunaan Bahan Komposit Sekam dan Polyurethane sebagai insulasi pada Fish Hold Kapal Ikan. *Jurnal Perkapalan*, Vol. 1, No, 1, Mei 2003 : 13-20. ISSN 1693-2331 surabaya 2003.
- Yuhazri,MY., Haeryip Sihombing, A.R. Jeefferie, A.Z. Ahmad Mujahid, A.G. Balamurugan, M.N. Norazman And A. Shohaimi,. 2010, Optimization Of Coconut Fibers Toward Heat Insulator Applications. *Global Engineers & Technologists Review*, Vol. 1 No.1