

Pemanfaatan *Luffa Cylindrica* (Blustru) Sebagai Bahan Alternatif Insulator Panas

Diptya Fajari Martiningsih¹⁾, Asril Senoaji Soekoco^{1a)}

¹Textile Engineering, Politeknik STTT Bandung, Ministry of Industry, Indonesia

^aCorresponding author: asril-s@kemenperin.go.id

ABSTRAK

Luffa Cylindrica atau yang biasa dikenal dengan istilah blustru merupakan tanaman merambat dari keluarga *Cucurbitaceae*. Di Indonesia pada saat sekarang ini blustru masih dianggap komoditi sayuran minor karena belum dimanfaatkan secara optimal. *Luffa Cylindrica* yang tua memiliki serat-serat yang terdiri dari struktur yang menyerupai jaring membentuk sistem pori yang hierarkis multimodal sehingga bisa digunakan sebagai pembentuk struktur/template dalam pembuatan material berpori. Bentuk struktur tersebut sangat tepat untuk aplikasi tekstil teknik yang salah satu diantaranya sebagai insulator panas pada *roofing*, struktur berpori akan berfungsi sebagai ruang-ruang yang diisi oleh udara sebagai media insulator. Saat ini produk insulator panas yang tersedia dipasaran pada umumnya terbuat dari serat gelas yang kurang ramah lingkungan karena membutuhkan energi pemrosesan yang tinggi dan memiliki resiko gangguan bagi kesehatan. Serat blustru tersusun dari 60% selulosa, 30% hemiselulosa dan 10% lignin, sehingga lebih ramah lingkungan dan aman dibandingkan material insulator yang terbuat dari *glass wool*. Serat blustru dalam beberapa arah orientasi akan diproses menjadi lembaran bersama material polipropilen sebagai perekat dengan metode *thermal bonding*. Kemampuan serat blustru dalam menahan udara panas dan udara dingin akan dibandingkan dengan insulator panas yang tersedia di pasar secara komersial. Sifat lain yang dianalisa dalam penelitian ini adalah *area density*, kekuatan tarik dan mulur dari produk yang dihasilkan. Diharapkan penelitian ini menghasilkan purwarupa produk insulator panas dengan memanfaatkan serat blustru sebagai bahan baku utama.

Kata kunci : *Luffa Cylindrica*, Blustru, Insulator, bukan tenunan

Abstract

Luffa Cylindrica (blustru) is a vine plant from the *Cucurbitaceae* family. In Indonesia, *Luffa Cylindrica* is still considered a commodity of minor vegetable and has not been used optimally. *Luffa Cylindrica* has a net-like structure, forming a hierarchical pore system that can be used as a structure for making porous materials. This form of structure is very suitable for textile engineering applications, such as a heat insulator. At present time, the heat insulator products available on the market are generally made of glass fibers which are less environmental friendly because they require high processing energy and may lead to user health problems. *Luffa Cylindrica* fiber is composed of 60% cellulose, 30% hemicellulose and 10% lignin, making it safer than glass wool insulators. *Luffa Cylindrica* fibers in several orientation directions will be processed into sheets with low melt polyester by using thermal bonding methods. The ability of the nonwoven insulator to withstand hot air and cold air will be compared to the commercial heat insulator which available in the market. Other properties analyzed in this study are area density, tensile strength and elongation of the nonwoven product.

Keywords: *Luffa Cylindrica*, Blustru, Insulator, Nonwoven

PENDAHULUAN

Salah satu isu yang dihadapi oleh umat manusia saat ini adalah pemanasan global, yaitu sebuah kondisi dimana terjadi kenaikan suhu permukaan bumi yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Pada proses pembakaran ini terjadi pelepasan karbon dioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya terhadap atmosfer yang dikenal sebagai gas rumah kaca. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari pemanasan global diantaranya adalah kenaikan permukaan air laut, perubahan curah hujan yang mengakibatkan banjir atau kekeringan. Hal ini apabila tidak segera ditangani maka akan berpotensi menimbulkan masalah bagi kehidupan manusia.

Pemanasan global akan berdampak langsung pada kenyamanan lingkungan di luar ruangan maupun di dalam ruangan. Temperatur di dalam ruangan akan meningkat sehingga akan mengurangi kenyamanan atau dapat berpotensi menyebabkan meningkatnya konsumsi listrik akibat peningkatan penggunaan AC. Peningkatan penggunaan AC dapat mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan karena sebagian besar AC masih menggunakan *refrigerant* yang tidak ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak negatif akibat pemanasan global ini yaitu melalui penggunaan insulator panas pada bangunan. Insulator merupakan bahan yang digunakan untuk mengurangi laju perpindahan panas. Material insulator panas yang ideal harus memiliki usia pakai yang panjang, massa jenis yang rendah, ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan.

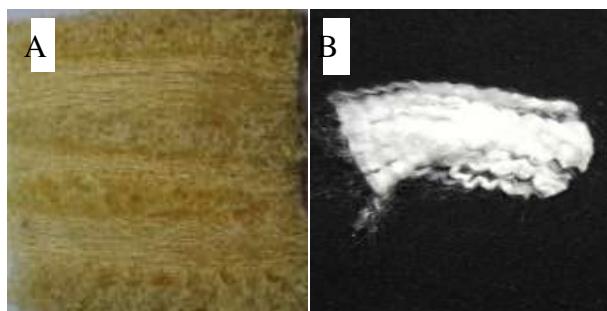
Material insulator panas komersial pada umumnya terbuat dari *ceramic blanket* dan *glass wool*. Material *glass wool* sering kali rontok pada saat penggunaanya dan menempel di kulit sehingga kulit terasa gatal atau perih seperti tertusuk jarum. Apabila serbuk kaca tersebut terhirup dan masuk ke paru-paru maka akan melukai serabut paru-paru dan serbuk tersebut tersebut sangat sulit untuk dikeluarkan. Bahan *glass wool* ini dibuat dengan temperatur yang cukup tinggi dan melalui proses yang cukup panjang sehingga penggunaan *glass wool* ini dinilai kurang aman bagi kesehatan dan lingkungan.

Pada masa sekarang ini, pemanfaatan material hayati untuk pembuatan berbagai produk termasuk insulasi panas semakin meningkat. Material hayati dipilih untuk menggantikan material sintetis dengan pertimbangan aspek ekonomi dan lingkungan. Salah satu material hayati yang memiliki potensi sebagai bahan insulator adalah *Luffa Cylindrica* (blustru). Pada tahun 2015, S. I. Ichetaonye telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan *Luffa Cylindrica* material pengisi pada komposit dan pada tahun 2016 N. Mohanta melakukan penelitian pembuatan komposit dengan menggunakan *Luffa Cylindrica* sebagai serat penguat. Di Indonesia, blustru masih dianggap komoditi sayuran minor karena belum dimanfaatkan secara optimal. Blustru yang tua memiliki serat-serat yang terdiri dari struktur yang menyerupai jaring membentuk sistem pori yang hierarkis multimodal sehingga bisa digunakan sebagai pembentuk struktur/template dalam pembuatan material berpori. Bentuk struktur tersebut sangat tepat untuk aplikasi tekstil teknik yang salah satu diantaranya sebagai insulator panas pada *roofing*, struktur berpori akan berfungsi sebagai ruang-ruang yang diisi oleh udara sebagai media insulator. Penelitian ini mempelajari potensi *Luffa Cylindrica* sebagai bahan baku alternatif insulastor panas yang lebih aman bagi kesehatan tubuh dan ramah lingkungan. *Luffa Cylindrica* dijadikan bentuk produk nir-tenun dengan bantuan *low-melt polyester* untuk mencapai ketebalan tertentu yang diinginkan serta dengan 3 variasi susunan berbeda untuk mendapatkan kemampuan insulasi terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan

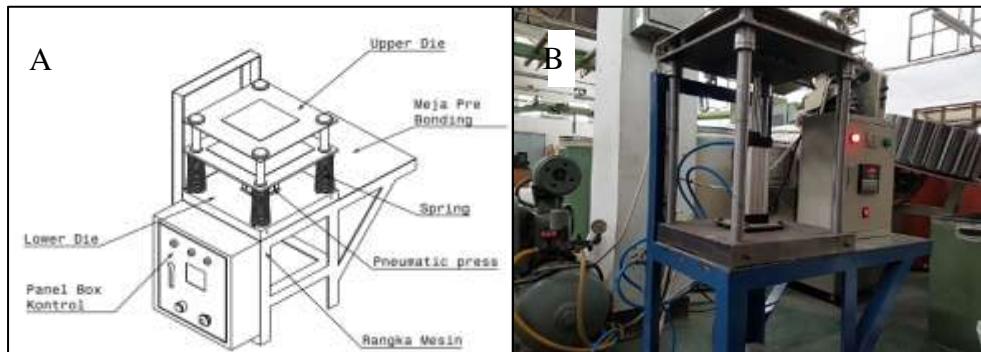
Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *Luffa Cylindrica* (blustru) yang telah dikupas kulit luarnya dan kemudian dibersihkan lalu dikeringkan selama 4 jam dengan menggunakan cahaya matahari langsung. Setelah dilakukan proses pengeringan kemudian blustru kering dipotong dengan ukuran 9 x 16 cm. Sebagai perekat antar lapisan blustru, digunakan material *thermoplast* dengan jenis *low-melt polyester* dalam bentuk gumpalan serat (diperoleh dari Balai Besar Tekstil).



Gambar 1. (A). *Luffa Cylindrica* (blustru); (B). *Low-melt polyester*

Peralatan

Peralatan yang digunakan antara lain peralatan *thermal bonding* dengan temperatur kerja $120 - 150^{\circ}\text{C}$, *tensile strength tester*, *infra-red thermometer*, *thermocouple pouch*, *Autcomp electric oven* dengan temperatur 40°C , dan *Tomori total refrigerating equipment* dengan temperatur minimal $0,5^{\circ}\text{C}$.

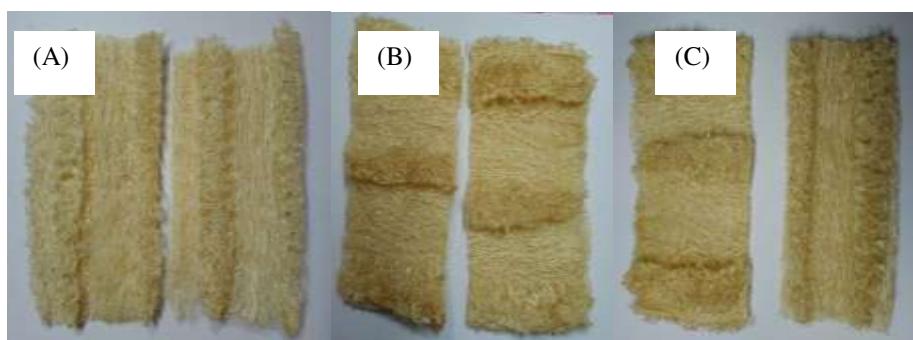


Gambar 2. (A). Isometric view Peralatan Thermal bonding; (B). Proses Thermal bonding

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan

Bahan baku blustru yang telah dipotong disusun dengan 3 variasi susunan potongan searah sumbu buah, tegak lurus sumbu buah dan arah menyilang dengan berat masing-masing variasi sebesar 15 gram. Serat *low-melt polyester* disiapkan dengan berat 2,5 gram dan diletakan pada bagian atas, tengah dan bawah lapisan blustru.



Gambar 3. (A). Searah sumbu buah; (B). Tegak lurus sumbu buah;(C). Arah silang

Seluruh material yang telah disiapkan kemudian diletakan pada peralatan *thermal bonding* dengan tekanan 30 psi dan temperatur kerja 130°C selama 30 detik. Setelah itu, balikan posisi material dan lakukan proses yang sama agar *low-melt polyester* dapat meleleh dan merekatkan lapisan blustru dengan baik.

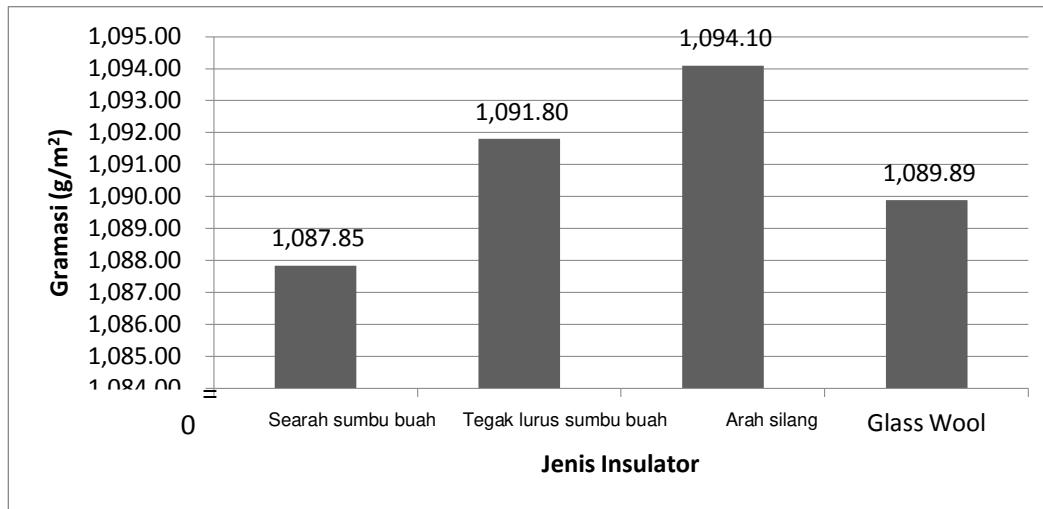
Pengujian

Produk nir-tenun yang dihasilkan kemudian diuji dengan ASTM D 3776-96 untuk mengetahui nilai *area density*. Untuk mengetahui kemampuan menahan aliran udara panas dan dingin dari produk yang dihasilkan, insulator berbahan blustru bersama *glass wool* dimasukan ke dalam *thermocouple pouch* yang dilengkapi dengan sensor panas dan *display* untuk mengetahui temperatur didalam *pouch*. *Thermocouple pouch* tersebut kemudian dimasukan ke dalam Autcomp *Electric Oven* dengan temperatur 40°C, dan Tomori *Total Refrigerating Equipment* dengan temperatur minimal 0,5°C untuk kemudian diamati suhu di dalam *pouch* tersebut. Pengujian *Breaking Strength* dilakukan sesuai dengan ASTM D 5034-08 menggunakan mesin Tensolab *Strength Tester*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gramasi Produk Nir-tenun Insulator

Berdasarkan hasil pengujian *area density* dengan menggunakan ASTM D 3776-96 dapat diketahui bahwa setiap variasi menghasilkan nilai *area density* yang berbeda. Produk nir-tenun dengan arah silang memiliki nilai *area density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk nir-tenun dengan arah serat tegak lurus dan sejajar dengan sumbu buah. Hal ini disebabkan karena pada produk nir-tenun dengan arah serat silang memiliki kandungan serat yang lebih rapat dibandingkan dengan variasi lainnya. Serat yang terdapat pada *Luffa Cylindrica* ini berfungsi sebagai media yang mampu menyimpan uap air karena sifat hidrofilik dari selulosa yang menjadi penyusun utama dari material ini.



Gambar 4. Area density Produk Nir-tenun

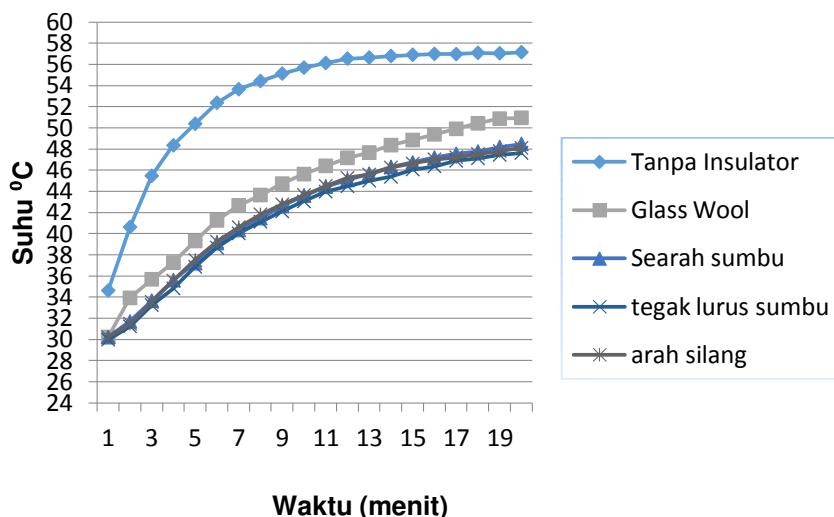
Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kemampuan zat untuk menghantarkan panas, yaitu adanya kandungan air, suhu, dan kerapatan (Hidayat, 2000). Kemampuan air untuk menghantarkan panas sebesar 25 kali dari kemampuan udara tenang. Oleh karena itu, apabila suatu benda berpori diisi air, maka akan berpengaruh terhadap kemampuan zat untuk menghantarkan panas.

Density dari material juga dapat berpengaruh pada kemampuan material dalam menghantar panas. Pada material dengan volume tertentu, panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu sejumlah tertentu tergantung pada kapasitas panas dan densitasnya (Johan M. Söderholm et al, 1999). Produk dengan kapasitas dan kerapatan panas tinggi, maka dapat mengakibatkan difusivitas termal rendah, meskipun kemampuan zat untuk menghantarkan panas

relatif tinggi. Diketahui bahwa densitas dari jenis insulator *glass wool* yaitu sebesar 0.16 g/cm^3 sedangkan densitas dari buah blustru yaitu 0.72 g/cm^3 . Dengan demikian, bisa dikatakan bahwa nilai difusivitas termal dari buah blustru-polister lebih rendah dibandingkan jenis insulator *glass wool*.

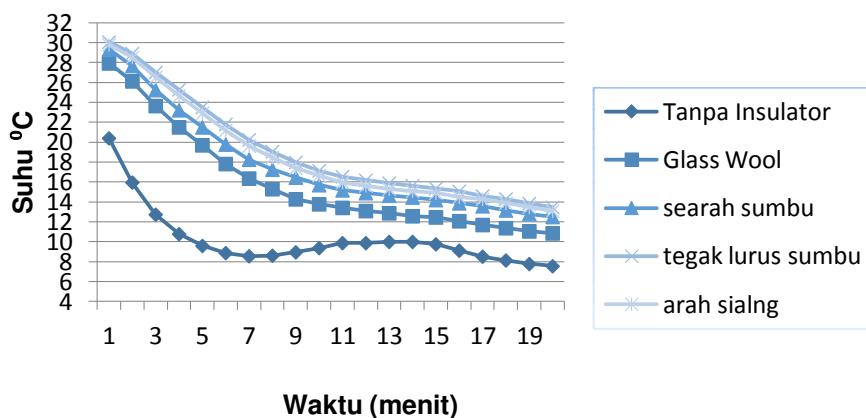
Kemampuan Menahan Aliran Udara Panas dan Dingin

Berdasarkan hasil pengujian kemampuan menahan aliran udara panas dan dingin pada produk nir-tenun berbahan utama *Luffa Cylindrica* dan poliester dibandingkan dengan produk insulator panas komersial berbahan glas woll, diketahui hasil yang berbeda. Temperatur sensor panas yang dibungkus oleh produk nir-tenun berbahan dasar buah blustru-polister memiliki nilai temperatur lebih rendah dibandingkan temperatur sensor panas yang dibungkus oleh insulator komersial berbahan *glass wool*. Dari hasil pengamatan selama 20 menit, temperatur sensor panas yang dibungkus *glass wool* mencapai $50,94^\circ\text{C}$ sedangkan pada produk nir-tenun dengan arah serat tegak lurus mencapai $47,62^\circ\text{C}$.



Gambar 5. Hasil pengujian temperatur aliran udara panas

Kondisi hampir serupa dapat ditemukan pada hasil pengujian kemampuan menahan udara dingin. Temperatur sensor panas yang dibungkus oleh produk nir-tenun berbahan dasar buah blustru-polister memiliki nilai temperatur lebih tinggi dibandingkan temperatur sensor panas yang dibungkus oleh insulator komersial berbahan *glass wool*. Dari hasil pengamatan selama 20 menit, temperatur sensor panas yang dibungkus *glass wool* mencapai $10,86^\circ\text{C}$ sedangkan pada produk nir-tenun dengan arah serat tegak lurus mencapai $13,46^\circ\text{C}$. Sensor temperatur panas yang dibungkus oleh produk nir-tenun berbahan dasar buah blustru-polister memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *glass wool* dikarenakan tertahannya aliran udara dingin yang dihasilkan alat pendingin. Hal ini dapat disebabkan karena pada produk nir-tenun tersebut terdapat banyak pori. Blustru yang tua memiliki serat-serat yang terdiri dari struktur yang menyerupai jaring membentuk sistem pori yang hirarkis multimodal sehingga bisa digunakan sebagai pembentuk struktur/template dalam pembuatan material berpori (Zampieri et al, 2006). Struktur berpori ini akan ditempati oleh udara, sehingga pada lingkungan terbuka semakin besar volume porinya maka semakin banyak pula ruangan yang dapat ditempati oleh udara yang dapat berfungsi sebagai insulator panas.

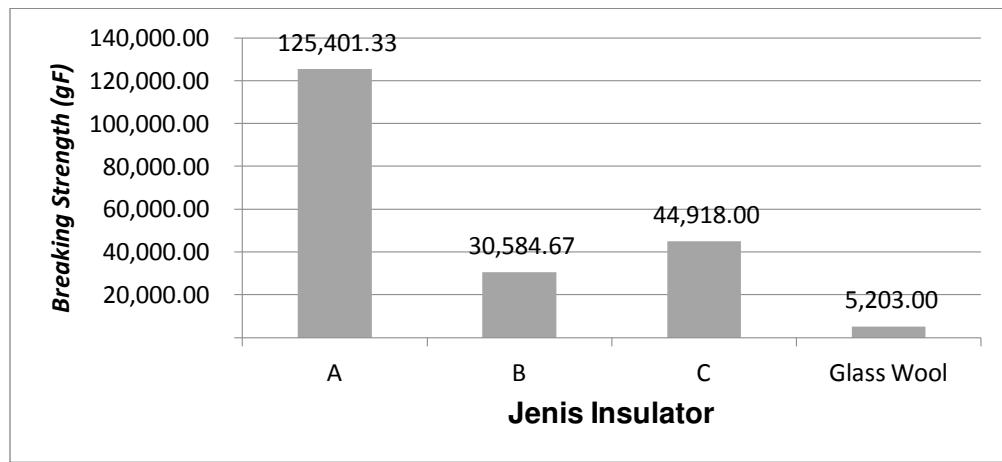


Gambar 6. Hasil pengujian temperatur aliran udara dingin

Diketahui bahwa nilai kemampuan oksigen untuk menghantarkan panas termasuk rendah yaitu 0,024 (W/m.K) ditambah dengan adanya serat buah blustru dengan serat poliester yang keduanya merupakan bahan insulator. Hal tersebut mengakibatkan produk nir-tenun dengan variasi searah sumbu serat dalam kondisi aliran suhu panas mampu menurunkan 8,66 °C (15,16%) dan dingin 4,94 °C (65,34%). Pada variasi tegak lurus dengan sumbu buah dalam kondisi aliran suhu panas mampu menurunkan 9,52 °C (16,67%) dan dingin 5,9 °C (78,04%), sedangkan pada variasi arah selang kondisi dalam aliran suhu panas mampu menurunkan 9,04 °C (15,82%) dan dingin 5,54 °C (73,28%). Pada jenis insulator glass wool dalam kondisi aliran suhu panas mampu menurunkan 6,2 °C (10,85%) dan dingin 3,3 °C (43,65%) nilainya lebih rendah dibandingkan dengan serat buah blustru-poliester karena glass wool mengalami proses perpindahan panas atau dingin lebih cepat.

Kekuatan Tarik

Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukkan bahwa produk nir-tenun dengan variasi serat searah dengan sumbu buah memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar 125.401,33 gF. Hasil ini sesuai dengan teori bahwa kekuatan tarik dipengaruhi oleh derajat orientasi, derajat orientasi serat akan berbanding lurus secara proporsional terhadap kekuatan (Kim J.W., 2010). Pada prinsipnya, arah orientasi serat sangat berkaitan erat dengan penyebaran gaya yang bekerja pada sebuah material. Seluruh produk nir-tenun berbahan *Luffa Cylindrica* (terutama dengan arah serat sejajar dengan sumbu buah) memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan insulator panas komersial berbahan glass wool.



Gambar 7. Hasil pengujian tensile strength

Distribusi gaya tarik paling maksimum terjadi ketika arah serat searah dengan arah pembebangan, dengan demikian variasi searah sumbu buah yang memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi. Variasi arah silang memiliki nilai kekuatan tarik kedua tertinggi sebesar 44.918,00 gF dikarenakan sebagian lapisannya memiliki orientasi serat searah sumbu yang kemudian dicampur dengan lapisan yang tegak lurus terhadap sumbu buah. Variasi arah serat tegak lurus memiliki kekuatan paling rendah diantara produk nir-tenun lainnya, namun hasil tersebut masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan produk insulator komersial dari bahan *glass wool*. Produk insulator komersial dari bahan *glass wool* memiliki kekuatan yang paling rendah dikarenakan orientasi seratnya yang acak dan pendek-pendek sehingga gaya tarik tidak dapat didistribusikan dengan baik ke seluruh bagian dari produk insulator.



Gambar 8. Perbandingan Orientasi Serat *Luffa Cylindrica* dengan Glass Fiber

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemecahan masalah dan diskusi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa material *Luffa Cylindrica* dapat diproses bersama *low-melt polyester* dengan metode *thermal bonding* untuk dijadikan insulator panas. Produk nir-tenun dengan arah silang memiliki nilai *area density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk nir-tenun dengan arah serat tegak lurus dan sejajar dengan sumbu buah. Produk nir tenun berbahan dasar buah blustru-polister memiliki kemampuan menahan udara panas dan dingin yang lebih baik dibandingkan dengan *glass wool*. Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukkan bahwa produk nir-tenun dengan variasi serat searah dengan sumbu buah memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar 125.401,33 gF.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik STTT Bandung atas dukungan berupa pendanaan dan fasilitas laboratorium serta Balai Besar Tekstil atas dukungan berupa bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM D 3776-96, (2002). Standard Test Method for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric.
2. ASTM D 5034-08, (2001). Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test).
3. Cengel, Yunus A., (2003). Heat Transfer: A Practical Approach Second Edition, McGraw-Hill. New York.
4. Djoko Arisworo, Yusa, dan Nana Sutresna (2006), Ilmu Pengetahuan Alam. Grafindo Media Pratama. Halaman 117.
5. Ghali, L. (2014). Effect of Blending Ratio of Fibers on the Properties of Nir tenun Fabrics Based of Alfa Fibers, Advances in Materials Physics and Chemistry, Volume 4.
6. Gianpitro, V., Amaducci, S., and Vannini, L. (2000), Multi-use Crops, programme by DG XII of the European Commission, Dept. of Agronomy, University Bologna. Halaman 82-83.
7. Hidayat, Syarif., (2000). Pusat Pengembangan Bahan Ajar. Fisika Bangunan. UMB.
8. Kim JW1, Lee DG, Effect of fiber orientation and fiber contents on the tensile strength in fiber-reinforced composites, J Nanosci Nanotechnol. 2010 May;10(5):3650-3
9. Mc. Cabe, W., Smith, J.C., dan Harriot, P., (1993), Unit Operation of Chemical Engineering, McGraw Hill Book, Co, United States of America.
10. N Mohanta dan SK Acharya., (2016), Journal of Composite Materials Vol. 50(22) 3117–3131.

11. W.Albrecht., H.Fuchs., dan W. Kittelmann., (2003), Nonwoven Fabrics.Germany.
12. Sari Intang, Sri Suryani, Nurlaela Rauf (2015), Pengaruh Ketebalan Kaca Terhadap Nilai Konduktivitas Termal Berbagai Jenis Kaca. Universitas Hasanuddin.
13. S.J. Russell (2007), Handbook of nonwoven, The Textile Institute.
14. Soekoco, A.S., (2016), Serat Insulator Panas Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Recycled Polypropylene dari Limbah Tutup Botol Air Mineral. Jurnal Riset Industri Vol 10 No.3.
15. Tanobe, V.O.A., T.H.D. Sydenstricker, M. Munaro, dan S.C. Amico., (2005). A comprehensive characterization of chemically treated Brazilian sponge-gourds (*Luffa Cylindrica*). Polymer Testing 24. Halaman 478-482.
16. Zampieri, A., G.T.P. Mabande, T. Selvam., W.Schwieger., A. Rudolph., R. Hermann, H. Sieber., dan P. Greil., (2006). Biotemplating of *Luffa Cylindrica* sponges to self-supporting hierarchical zeolite macrostructures for bio-inspired structured catalytic reactors. Materials Science and Engineering C 26. Halaman 130-135.