

**KAJI EKSPERIMENTAL NONWOVEN BERBAHAN SERAT DOMBA
WONOSOBO SEBAGAI INSULATOR UNTUK PELAPIS ATAP**
*EXPERIMENTAL STUDY OF NONWOVEN FROM WONOSOBO
SHEEP FIBRE AS INSULATOR MATERIAL FOR ROOFING FILLER*

Dody Mustafa^{*}, Noerati

Politeknik STTT Bandung, Bandung, 40272, Indonesia

*Penulis korespondensi:

Alamat Email : mustafadody@gmail.com

Tanggal diterima: 10 Desember 2021, direvisi: 20 Juni 2022,
disetujui terbit: 28 Juni 2022

Abstrak

Domba Wonosobo atau Dombos merupakan hasil persilangan antara domba lokal daerah Kejajar Kabupaten Wonosobo yang dikenal sebagai domba ekor tipis dan domba ekor gemuk dengan Domba Texel yang berasal dari Belanda. Adanya aktifitas peternakan menyebabkan adanya limbah bulu domba yang terbuang begitu saja belum dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat dan para peternak di daerah sana. Hal ini menimbulkan gagasan baru untuk membuat material insulator dengan bahan baku utama bulu domba Wonosobo. Indonesia merupakan daerah tropis dan panas sehingga insulator ini dapat mengurangi *temperature* dalam ruangan rumah, berdasarkan sifat fisik bulu domba memiliki densitas sangat rendah dan rua yang dapat menahan udara dan panas yang baik. Untuk membuat material tersebut bernilai tambah perlu dipilih metode *hotpress* dan semaksimal mungkin menggunakan bahan *recycle* atau bahan alam yang ramah lingkungan. Pembuatan material insulator ini menggunakan teknik proses *nonwoven thermal bonding* sistem *hot press*, untuk meningkatkan daya rekat antar serat bulu dombos ditambahkan serat poliester dengan titik leleh yang rendah sebagai *binder* atau perekat. Penggunaan dombos pada *nonwoven* yang menghasilkan ketebalan 20 mm pada alat uji dengan suhu awal 73° C dapat menurunkan *temperature* hingga 64.4 %, sedangkan untuk *nonwoven* dengan ketebalan 10 mm dapat menurunkan *temperature* hingga 57.5 % dan nilai *thermal konduktivitasnya* lebih baik dibandingkan dengan material *glasswool* yaitu 54.8 %.

Kata kunci: dombos, insulator, *thermal konduktivitas*

Abstract

Wonosobo sheep or Dombos is crossbreeding between Wonosobo's local sheep known as thin-tailed sheep and fat-tailed sheep with Texel sheep from the Netherlands. The existence of animal husbandry activities causes sheep fleece waste. This gave rise to new ideas for making insulator material, because Indonesia is a tropical country. Based on the physical properties of fleece which has a very low

density and bulky which can trap the air and heat. To make these high-value materials, it is necessary to choose a hot-press method and as much as possible using recycled materials or natural materials that are ecofriendly. Needle punch and thermal bonded chosen to making the nonwoven insulator, to increase the adhesion between dombos fibers using the polyester fibers with low melting points as binders or adhesives. The results for insulators dombos with a thickness of 20 mm at a temperature of 73° C can reduce temperatures up to 64.4%, whereas for nonwoven fabrics with a thickness of 10 mm can reduce temperatures up to 57.5% and the value of thermal conductivity is better compared to glass wool material that is 54.8%.

Keywords: dombos, insulator, thermal conductivity

PENDAHULUAN

Domba Wonosobo atau dikenal dengan nama dombos adalah sumber daya genetik ternak dari Provinsi Jawa Tengah tepatnya di kabupaten Wonosobo, populasi domba Wonosobo pada Tahun 2010 sekitar 9.808 ekor dari seluruh lokasi tersebut.¹ Domba Wonosobo atau dombos yang terlihat pada gambar 1 merupakan hasil persilangan antara domba lokal dengan domba texel. Hasil persilangan berupa domba pedaging yang mempunyai profil bulu yang keriting tetapi halus tidak gibal. Sementara ini peternak hanya mengambil dagingnya saja sehingga timbul masalah limbah bulu domba yang belum dimanfaatkan. Diperlukan suatu penelitian yang memadai untuk mengatasi permasalahan lingkungan dan menghasilkan produk dengan nilai tambah tinggi dari limbah bulu dombos. Karakteristik bulu domba secara umum menurut Zach, dkk adalah sebagai berikut:²

- Memiliki permeabilitas udara yang baik
- Lembut, ringan, halus dan elastis
- Daya tahan kusut baik
- Relatif mempunyai kekuatan yang tinggi
- Relatif tahan terhadap alkali
- Anti serangga dan jamur.

- Terbarukan dan berkesinambungan.



Gambar 1. Domba Wonosobo
Sumber : Dokumen pribadi

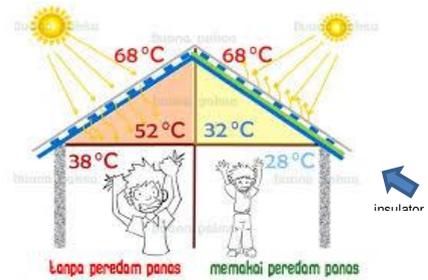
Secara kimia bulu domba terdiri dari 33% keratin, kotoran 26%, minyak 28%, lemak 12% dan materi mineral 1%.⁸ Sifat fisik bulu domba yang ringan, kuat, *bulky*, tahan api alami, hidrofili, *moisture regain* tinggi, *modulus elastis* yang baik dan penahan panas yang baik³, maka terdapat potensi penggunaan bulu domba sebagai bahan baku material insulator terhadap *thermal*. Bahan insulator dapat digunakan pada komponen bangunan seperti atap atau pelapis dinding agar suhu yang masuk ke dalam ruangan dapat berkurang jauh dari suhu di luar ruangan. Salah satu potensi yang cukup menjanjikan dari limbah bulu dombos ini adalah penahan panas yang baik karena mirip dengan *wool*

dari kenampakan dan sifat *bulky*nya. Sifat *bulky* sebagai penyimpan udara menjadi penahan panas yang diperlukan untuk menjadi bahan insulator.² Bahan insulator adalah suatu bahan yang memiliki sifat menghambat laju aliran panas yang sedang mengalir, karena memiliki nilai *konduktivitas* rendah.¹⁰ Hal ini dapat dimanfaatkan untuk membuat produk *nonwoven* yang berfungsi menurunkan suhu pada ruangan rumah.

Penggunaan bulu dombos sebagai material insulator selain memanfaatkan limbah juga sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Bulu dombos memiliki keunggulan diantaranya dapat terurai oleh alam karena tersusun dari senyawa protein alam sehingga lebih ramah lingkungan dibanding material insulator yang terbuat dari polimer sintetik seperti *glasswool*, polyester dan bahan *waste* denim.

Suhu tertinggi di Indonesia rata-rata pertahun mencapai 31°C dengan perbedaan suhu antara siang dan malam yang kecil (5°-7°C), kelembaban rata-rata tahunan tinggi yaitu 75%, dan kecepatan angin rata-rata rendah yaitu 0,6 m/s dari satu atau dua arah yang dominan.⁶ Jenis penutup atap yang beredar dan banyak digunakan di Indonesia hingga saat ini mayoritas merupakan jenis bahan dengan konduktivitas tinggi, seperti: seng, asbes, genteng tanah liat, dan genteng press. Bahan-bahan penutup atap tersebut belum solutif mengatasi kenyamanan *thermal* pada ruangan, sehingga masih memerlukan sistem isolasi tambahan baik dengan ruang kosong maupun konstruksi atau lapisan isolasi tersendiri. Jenis bahan organik memiliki *thermal konduktivitas* rendah, atau memiliki kemampuan yang baik dalam menahan panas, sangat cocok diterapkan di Indonesia. Salah satu cara untuk menanggulangi temperatur panas dari lingkungan luar adalah melalui penggunaan material penahan

panas atau insulator pada bagian atap bangunan dengan menggunakan material bulu dombos yang akan dikaji sifat *thermal konduktivitas*nya. Skema penggunaan insulator pada atap bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Penggunaan Insulator Panas pada Bangunan

Thermal konduktivitas erat kaitanya dengan suhu, perubahan/perpindahan suhu dari satu partikel ke lain partikel dan mencapai bagian yang dituju disebut konduksi.⁴ Jika terjadi perbedaan suhu, molekul – molekul yang memiliki energi yang lebih besar memindahkan sebagian energinya ke molekul – molekul di daerah yang bersuhu lebih rendah. Jika energi berpindah secara konduksi, maka laju perpindahan panasnya berbanding dengan gradien suhu normal seperti pada persamaan (1) ⁷.

$$\frac{q}{a} \sim - \frac{\partial T}{\partial x} \quad (1)$$

Jika dimasukkan konstanta *konduktivitas* material yang digunakan, maka persamaan (2) dan (3) dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut:

$$q'' = k \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (2)$$

$$q = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (3)$$

Dengan:

q = Laju perpindahan panas (Watt)

k = Thermal konduktivitas (W/m. °C)

A= Luas Penampang yang terletak pada aliran panas (m²)

ΔT = Perbedaan temperatur diantara dua permukaan (°C)

Δx = Tebal permukaan (m)

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan baku untuk pembuatan *nonwoven* yang digunakan berupa bulu domba yang berasal dari Wonosobo dan *low melt* poliester (yang berfungsi sebagai *binder*). Bulu domba yang dipakai pada penelitian ini merupakan limbah dari peternakan di Wonosobo dan mempunyai sifat *bulky* yang baik sebagai penyimpan udara.

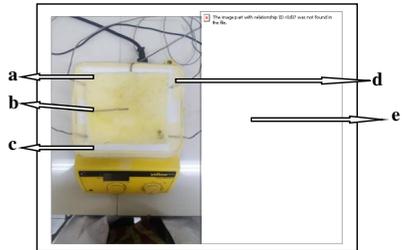
Peralatan

Peralatan - peralatan yang di gunakan untuk membuat insulator ini adalah : *hot press machine*, *mixing box* , neraca analitik, loyang oven, dan kain teflon. sedangkan penunjang lainnya adalah alat uji *thermal konduktivitas*.

Metode Penelitian

Penelitian pembuatan material *nonwoven* dari serat bulu domba Wonosobo dilakukan dengan melakukan eksperimen dalam skala laboratorium dengan menggunakan alat pelat pemanas (*hotplate*), pengukur suhu, pengukur daya, dan chamber yang dirakit dengan mengacu pada prinsip dan skema uji resistansi thermal pada metode standar ASTM D1518-14. Skema alat tersebut ditunjukkan pada gambar 3. Langkah penelitian yang

dilakukan digambarkan melalui alur yang disajikan pada gambar 4.



Gambar 3. Alat Uji *Thermal konduktivitas*

Keterangan :

a : Spesimen/benda uji

b : *Thermo Couple* (pendeteksi suhu akhir)

c : Sumber Panas

d : *Thermo Couple* (pendeteksi suhu awal)

e : *Thermo Control* (pembaca suhu awal dan suhu akhir)

Persiapan Bulu Domba Wonosobo

Langkah pengerjaan pembersihan dari limbah bulu domba adalah sebagai berikut:

- Mensortir bulu domba yang diperoleh dari beberapa bagian tubuh domba untuk mendapatkan bulu domba yang mempunyai panjang yang baik

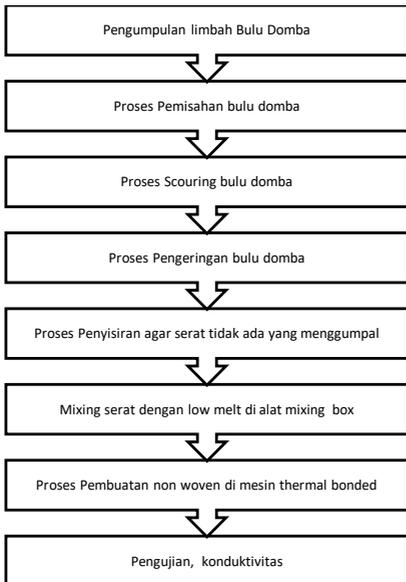
- Merendam bulu domba dengan menggunakan air dengan suhu kamar agar kotoran yang menempel sudah mulai terlarut.

- Menambahkan larutan *scouring* alkali rendah konsentrasi (kurang lebih 60 gram/5 liter air untuk sekitar 1 kg bulu domba) dalam air dengan durasi perendaman selama 30 menit agar

kotoran yang masih menempel pada bulu dombos hilang.

- Membilas bulu dombos dengan air mengalir hingga bersih (tidak berbusa) agar kotoran dengan partikel kecil bisa terbawa oleh air yang mengalir.

- Melakukan penjemuran dengan sinar matahari secara langsung hingga bulu dombos kering agar serat dombos yang sudah bersih tidak berbau.



Gambar 4. Diagram alur metode penelitian

Proses Pembuatan Nonwoven

Metode pembuatan insulator panas dengan bahan baku serat bulu dombos dan *low melt* poliester dengan metode *thermal bonding* dilakukan di Laboratorium Balai Besar Tekstil Bandung, dengan tahapan:

1. Serat yang telah dibersihkan disusun dengan arah serat yang teratur pada alat *mixing box* yang bahan bakunya sudah dicampur dengan perbandingan 80:20 (80 % serat dombos dan 20 % *low melt* poliester) dengan metode

mixing blend agar serat tercampur homogen.

2. Serat yang telah homogen dan teratur susunannya lalu dilakukan pembuatan *nonwoven* dengan cara disusun menjadi lapisan tebal menggunakan mesin *thermal bonded* metode *hot press* dengan berat 50 gram dengan tekanan 0.5 bar sehingga mendapatkan ketebalan yang diinginkan yaitu 10 mm, untuk mendapatkan ketebalan 20 mm dapat dilihat pada gambar 5, *nonwoven* dengan ketebalan 10 mm dirangkap menjadi 2 lapis.



Gambar 5. Produk Nonwoven Dombos

Prosedur Pengujian

Kain insulator yang dihasilkan dilakukan pengujian kemampuan menahan panasnya dengan peralatan pengujian thermal konduktivitas dengan cara sebagai berikut :

- Memasangkan *thermo couple* pada permukaan sumber panas sebanyak 5 titik.
- Memasangkan spesimen dengan benar, ditempatkan pada sisi berjarak dengan plat yang dekat ke sebuah sumber panas dan temperatur.
- Mengatur suhu sesuai dengan suhu yang diinginkan, yaitu 73 °C.
- Menstabilkan suhu awal selama 30 menit supaya mendapatkan waktu *steady*.
- Mengambil data pengujian thermal dengan cara melihat suhu yang

terdeteksi oleh *thermo couple* pada *thermo control* selama 30 menit.

f. Mengolah data insulasi panas dan nilai *thermal* konduktivitasnya.

Hasil dan Pembahasan

Insulasi Panas *Nonwoven* Dombos

Pengujian insulasi panas pada temperatur sumber panas dengan suhu awal 73 °C menghasilkan :

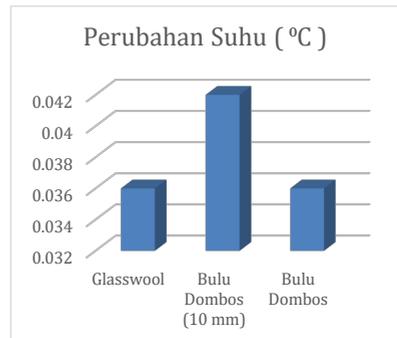
1. Material *glasswool* dapat menurunkan panas suhu akhirnya 33 °C.
2. Material dombos dapat menurunkan panas suhu akhirnya mencapai 26 °C, hasil pengujian insulasi panas lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1 yang memperlihatkan perubahan suhu setiap materialnya.

Tabel 1. Perubahan temperatur pada material serat

Material Nonwoven	Perubahan Suhu		
	Tebal	Suhu awal	Suhu Akhir
<i>Glasswool</i>	20 mm	73 °C	33 °C
Bulu Dombos	10 mm	73 °C	31 °C
Bulu Dombos	20 mm	73 °C	26 °C

Data hasil pengujian menunjukkan terjadi perubahan suhu yang baik untuk menjadi insulator. Serat insulator panas berbahan *waste* denim, *glasswool* dan dombos diuji perubahan suhunya masing-masing, dari material bulu dombos pada temperatur sumber panas 73 °C dapat menurunkan panas hingga 57.5 % dan 64.4 %, dan *glasswool* menurunkan 54.7 %, hal ini menunjukkan bahwa material dombos

dapat menurunkan penurunan suhu lebih baik di dibandingkan dengan material *glasswool* ataupun *nonwoven* berbahan *waste* denim. Hasil perubahan suhu (ΔT) dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik presentasi perubahan suhu

Berdasarkan hasil pengujian insulasi panas diketahui bahwa serat insulator panas dari material dombos dapat mengungguli serat insulator panas yang berasal dari material *waste* denim dan *glasswool*.

Nilai *Konduktivitas Nonwoven* Dombos

Thermal konduktivitas suatu bahan adalah ukuran kemampuan bahan untuk menghantarkan panas (*thermal*), nilai *Thermal konduktivitas* suatu bahan menunjukkan laju perpindahan panas yang mengalir dalam suatu bahan.⁹ Hasil pengujian *thermal konduktivitas* dari 2 sampel yang sudah dibuat lalu dibandingkan dengan produk insulator yang sudah ada di pasaran yaitu *glasswool* dan *nonwoven waste* denim. Dari penelitian dan data insulasi panas dapat di hitung nilai *thermal*

konduktivitas nonwoven dombos dengan perhitungan sebagai berikut :

$$k = \frac{q \cdot dx}{A \cdot dT}$$

dimana :

q : kalor yang terbaca pada ampere meter (watts)

dx : Tebal spesimen (m)

A : Luas Permukaan spesimen (m²)

dT : beda temperature (t₁ – t₂)

k : *thermal* konduktivitas (W/m°C)

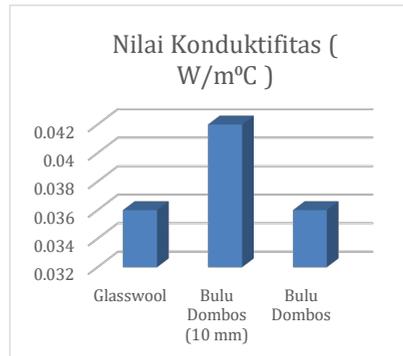
Pengujian *nonwoven* dilakukan dengan pengaturan luasan sumber panas dan spesimen 14 x 14 cm, kalor yang terbaca pada amperemeter 2.5 watt, dan suhu awal diatur 73 °C.

Setelah dilakukan perhitungan maka di hasilkan nilai *konduktivitas* untuk masing-masing material *nonwoven* bisa di lihat pada tabel 2 dan untuk nilai *konduktivitas* pada *glasswool* dengan ketebalan 20 mm, adalah 0.036 (W/m°C).¹¹ Hasil grafik *Thermal Konduktivitas* dari pengujian insulasi panas dapat dilihat pada gambar 7 dengan perlakuan yang sama menggunakan alat uji *thermal konduktivitas*.

Material Nonwoven		
<i>Glasswool</i> (20 mm)	Bulu dombos (10 mm)	Bulu dombos (20 mm)
0.036 W/m°C	0.042 W/m°C	0.036 W/m°C

Tabel 2. Nilai *Thermal konduktivitas*

Tingkat insulasi pada serat dombos cukup baik karena ketika gumpalan serat ini dibuat, lapisan *nonwoven* dapat menghasilkan struktur lebih mengembang yang dapat ditempati oleh udara.



Gambar 7. Grafik nilai *thermal konduktivitas*

Penelitian sebelumnya yang meneliti pembuatan insulator panas dari material limbah juga mengatakan bahwa ketebalan berbanding lurus dengan kemampuan zat untuk menghantarkan panas, semakin besar ketebalan maka kemampuan suatu material untuk menahan panas juga semakin meningkat.⁵ Material dombos ini ternyata bisa menahan panas dengan baik, di lihat dari nilai *thermal konduktivitasnya* sama dengan insulator yang sudah ada di pasaran. Ketebalan dari masing-masing insulator yang berbahan dombos dipengaruhi oleh sifat serat dombos yang *bulky/rua* sehingga dapat berpengaruh pada zat untuk menghantarkan panas, sehingga jika diaplikasikan untuk atap maka *nonwoven* dombos ini bisa menjadi alternatif insulator untuk pelapis atap agar panas yang masuk ke dalam ruangan tereduksi dengan baik.

KESIMPULAN

Limbah bulu dombos dapat digunakan sebagai bahan baku insulator panas. Serat dari dombos ini lebih ramah lingkungan karena didapat dari alam yang dapat tumbuh kembali.

Insulator yang umum ditemukan dipasaran yaitu serat sintetik seperti poliester dan *glasswool* merupakan

produk yang materialnya kurang ramah lingkungan.

Insulator panas dari material bulu dombos dengan ketebalan 20 mm pada temperatur sumber panas 73 °C dapat

menurunkan panas hingga 64.4%, dan dengan ketebalan 10 mm dapat menurunkan panas 57.5%.

Nilai *thermal konduktivitas* dari material bulu dombos dengan ketebalan 20 mm menghasilkan nilai *thermal konduktivitas* 0.036 W/m°C dan dengan ketebalan 10 mm menghasilkan nilai *thermal konduktivitas* 0.042 W/m°C

DAFTAR PUSTAKA

1. Muryanto, Pelestarian dan pengembangan dombos, Loka aksara, 2010.
2. Zach, J. et al. (2012) 'Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool', *Energy and Buildings*, 49, pp. 246–253. doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.014.
3. Cook, J. R. and Feldw, H. D. (2015) 'Wool Fibers', pp. 720–723.
4. Cengel, Y. A., & Boles, M.A. (1994). *Thermodynamics: an Engineering Approach* (2nd ed.). United States of America: McGraw-Hill. *Fluent 6.3 Tutorial Guide*. (2006). Lebanon: Fluent Inc
5. As Theasy, Y., Yulianto, A. and Astuti, B. (2017) 'Effect of Thickness on Thermal Conductivity Based on Waste Newspaper Particle Board', *Journal Of Natural Sciences And Mathematics Research*, 3(1), p. 210. doi: 10.21580/jnsmr.2017.3.1.1996.
6. Soerjadi Wirjohamidjojo., Yunus Swarinoto (2010). *Iklim Kawasan Indonesia (dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*. BMKG
7. Incropera, Frank P. dan Dewitt, David P., (1996), *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. United States: John Willey & Sons.
8. Trisandi, (2018), Pengaruh konsentrasi Na_2CO_2 dan suhu pada proses raw scouring wol wonosobo terhadap pengurangan berat, kekuatan dan mulur serat.
9. Holman, J.P (1994). *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Alih Bahasa Ir. E.Jasjfi, Msc, Erlangga, Jakarta: Penerbit Erlangga
10. <https://www.bradfordinsulation.com.au/>
11. <http://www.iking-glasswool.com/Glass-Wool-Blanket/ISOKING-Glass-Wool-Insulation-Blanket-61.html>