

Application of Wonosobo Sheep Fleece as a Material of Filler Jacket

Aplikasi Bulu Domba Wonosobo untuk Bahan Material *Filler* Jacket

Dody Mustafa^{1*}, Karlina Somantri²⁾, Eka Oktariani³⁾, Saifurohman⁴⁾

¹⁾Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272

Email: mustafadody@gmail.com

²⁾ Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272

Email: karlina.somantri@gmail.com

³⁾ Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272

Email: ekaoktariani90@gmail.com

⁴⁾ Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272

Email: saifurohmannn@gmail.com

Abstract: *The use of ducks down to serve as a filler in recent years has increased. In 2015, in Canada, the well-known jacket Company Canada Goose, which uses down as a filler, became very popular, even in 2016 its sales in the US grew by 50%. But the use of down is opposed by many parties including animal welfare groups (animal welfare) who campaign "save the duck" because the use of down is considered to hurt animals. Down is taken or uprooted from living birds without being given painkillers. Some companies then implement policies to ensure that the down used does not come from raw materials that hurt poultry. However, concerns about this still arise, because consumers will not be able to ascertain whether the down-fill jacket used is from Fluff plucked from living birds or not. In this research, Wonosobo fleece has a thermal conductivity value of 0.056 W/m²K, while the thermal conductivity of poultry fleece ranges from 0.024 – 0.06 W / m²K. The thermal resistance value (Rct) of Wonosobo fleece is 0.57 (m²°C/W) with a heat flux of 1179.2 (W/m²). This value is still not better than down-insulated multilayer fabric, which has an Rct value of 0.8 (m²) respectively. C/W) with a heat flux of 466.6 (W/m²) This shows that this fleece fiber has the potential to be used as an alternative raw material for jacket filler. In addition, Wonosobo sheep fur also comes from environmentally friendly materials, the process of epilation is done without hurting the sheep itself, it is the process of epilation of sheep have a positive impact on sheep, such as eradicating fleas on sheep fur. Based on the down issue and the potential of Wonosobo fleece to be used as a multilayer jacket filler, it is necessary to innovate the manufacture of multilayer jacket material made from fleece.*

Keywords: *Dombos Fleece, Filler and Jacket*

Abstrak: Penggunaan down atau bulu halus dari bebek atau angsa untuk dijadikan sebagai filler dalam beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan. Pada tahun 2015, di Kanada, perusahaan jaket ternama Canada Goose yang menggunakan down sebagai filler ini menjadi sangat populer, bahkan pada tahun 2016 penjualannya di AS tumbuh sebesar 50%. Namun penggunaan down ini ditentang oleh banyak pihak diantaranya kelompok kesejahteraan hewan (animal welfare) yang mengkampanyekan "save the duck" karena penggunaan down dinilai menyakiti hewan. Down diambil atau dicabut dari unggas yang masih hidup tanpa diberikan obat penghilang rasa sakit. Beberapa perusahaan kemudian menerapkan kebijakan untuk memastikan bahwa down yang digunakan tidak berasal dari bahan baku yang menyakiti unggas. Meski demikian, kekhawatiran akan hal tersebut masih saja muncul, karena konsumen tidak akan dapat memastikan apakah jaket dengan down-fill yang digunakan berasal dari bulu halus yang dicabut dari unggas yang masih hidup atau tidak. Pada penelitian yang telah dilakukan, bulu domba Wonosobo memiliki nilai konduktivitas thermal sebesar 0,046 W/m²K, sementara sifat konduktivitas thermal bulu unggas berkisar antara 0,024 – 0,03 W/m²K. Nilai resistance thermal (Rct) dari bulu domba wonosobo adalah 0.57 (m²°C/W) dengan heat flux 1179.2 (W/m²) Nilai tersebut masih belum lebih baik dibanding kain multilapis berinsulasi down yaitu yang bernilai masing-masing Rct 0.8 (m²°C/W) dengan heat flux 466.6 (W/m²), adalah Hal ini menunjukkan bahwa serat bulu domba ini memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif filler jake dilihat dari salah satu sifat thermal. Selain itu bulu domba Wonosobo juga

berasal dari material yang ramah lingkungan, proses pencukuran bulu domba dilakukan tanpa menyakiti domba itu sendiri, justru proses pencukuran bulu domba ini memberikan dampak positif untuk domba seperti meningkatkan nafsu makan dan libido. Berdasarkan down issue dan potensi bulu domba Wonosobo untuk dapat dijadikan sebagai filler jaket multilapis, maka perlu adanya inovasi pembuatan material jaket multilapis berbahan bulu domba.

Kata Kunci: Bulu Dombos, Filler dan Jaket

DOI: <http://dx.doi.org/10.37577/sainteks.v%vi%i.787>

Received: 07, 2024. Accepted: 08, 2024.

Published: 09, 2024

PENDAHULUAN

Pada perkembangan saat ini, kebutuhan manusia akan trend fashion dan fungsi dari sebuah garmen untuk menunjang aktivitas sehari-hari menjadi hal yang sangat penting. Baik itu untuk kegiatan keseharian yang ringan sampai pada kegiatan yang berat atau membutuhkan proteksi seperti olahraga outdoor, pakaian untuk keselamatan kerja dan lain sebagainya. Dalam hal ini, jaket menjadi salah satu garmen yang banyak digunakan oleh manusia dalam berkegiatan.

Penggunaan down/duck down (bulu angsa) sebagai bahan baku *filler* jaket beberapa tahun ke belakang sangat banyak digunakan, selain hangat jaket dengan down-fill ini juga sangat ringan, sehingga nyaman untuk dipakai. Namun kesadaran akan pentingnya sustainability, keselamatan dan kelestarian lingkungan mulai dari alam, tumbuhan, hingga hewan terus meningkat. Banyak kelompok kesejahteraan hewan (*animal welfare*) memperingatkan bahwa konsumen harus berhati-hati dalam pembelian jaket yang menggunakan down-fill, karena dampak yang dapat timbul dari produksi jaket hangat dengan bulu halus (down) yang berasal dari bebek/angsa, tepatnya bulu halus lembut yang terletak di kulit angsa dan bebek. Pada tahun 2011, di Hungaria terungkap kasus unggas yang dicabut bulunya dalam kondisi hidup yang kemudian diketahui digunakan sebagai bahan baku Jaket Patagonia (Oliver Milman, 2016) Beberapa perusahaan dan brand garmen ternama seperti The North Face dan H&M saat ini telah menerapkan kebijakan untuk memastikan down yang mereka gunakan bersumber dari bahan baku yang tidak membahayakan hewan, dalam hal ini angsa, bebek, burung dan sejenisnya.

Namun kekhawatiran akan hal tersebut masih tetap ada, ditambah lagi dengan fakta bahwa China menjadi pemasok utama down yaitu sebesar 80% untuk dunia. Investigasi pada tahun 2016 oleh Peta, ditemukan bahwa dari 66 supplier asal China yang dihubungi melalui telepon atau email, hampir setengahnya masih menjual secara grosir down yang dipetik atau dicabut langsung dari unggas dalam kondisi masih hidup (Oliver Milman, 2016). Unggas disematkan untuk dicabut bulu-bulunya sebelum kemudian dijahit kembali tanpa diberikan obat penghilang rasa sakit (Anne Brainard, 2016).

Issue mengenai hal ini kemudian berkembang sehingga menjadi perhatian banyak produsen dan industri tekstil terutama garmen. Penggunaan down ini dinilai menyakiti (harmful) terhadap angsa itu sendiri sehingga banyak yang mendorong untuk tidak menggunakan down sebagai filler jaket dengan beralih ke bahan baku lainnya. Dari issue ini kemudian dikenal istilah "save the duck", kampanye untuk tidak menyakiti unggas dengan cara diambil bulunya untuk kemudian dijadikan bahan baku garmen. Selain down, beberapa produsen jaket juga menggunakan material padding (berbahan poliester) sebagai filler. Namun penggunaan padding ini tidak cukup nyaman dibandingkan dengan jaket yang menggunakan down sebagai filler.

Down merupakan salah satu jenis insulator terbaik yang lazim digunakan pada jaket musim dingin, bantal, kantong tidur, quilts, aksesoris busana, dsb (F. Wang, 2010). Menurut Beaudry, dkk., down banyak diaplikasikan sebagai insulasi panas pada jaket musim dingin karena bobotnya ringan, sifat insulasinya sangat baik, mudah dipadatkan, dan lebih tahan lama dibanding insulasi sintetis (Caron & Markusen, 2016). Namun kelemahannya adalah harganya mahal dan sifat insulasinya akan menurun ketika terbasahi (Fuller, 2015). Selain itu, down dapat memicu alergi (hypoallergenic), sehingga rentan apabila digunakan oleh penderita alergi (Siler, 2009).

Sebaliknya, bahan insulasi sintetis memiliki keunggulan dalam hal harga yang murah dan tahan terhadap kondisi basah, namun kelemahannya adalah agak berat, agak susah dipadatkan, sedikit kurang tahan lama, dan sifat insulasinya tidak sebaik *down*. Dalam hal pengambilan bulu, bahan insulasi *down* disoroti isu etika perlindungan dari kekejaman terhadap hewan ketika diperoleh dengan cara pencabutan terhadap hewan hidup sedangkan bahan insulasi sintetis cenderung kurang ramah lingkungan karena berasal dari produk samping minyak bumi yang akan melepaskan gas rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan alternatif untuk mengatasi beberapa kekurangan tersebut.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, bulu domba Wonosobo memiliki spesifikasi yang cukup untuk dapat dijadikan sebagai filler. Di samping itu, penggunaan bulu domba Wonosobo sebagai bahan baku tekstil terutama untuk garmen masih belum banyak digunakan. Bulu domba Wonosobo masih sering dinilai sebagai limbah, sehingga bulu domba hasil pencukuran hanya dibuang. Proses pencukuran bulu domba ini juga tidak menyakiti domba, justru memberikan dampak positif untuk domba tersebut, seperti memberantas kutu pada bulu domba. Berdasarkan potensi pemanfaatan bulu domba Wonosobo sebagai alternatif bahan baku filler jaket tanpa menyakiti domba serta mengacu pada konsep *save the duck issue*, perlu dibuat inovasi material jaket multi lapis berbahan bulu domba Wonosobo dengan metode quilting.

Inovasi produk ini, diharapkan dapat menjadi alternatif penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan dalam pembuatan tekstil dan produk tekstil, dalam hal ini jaket multi lapis. Bulu domba akan diproses terlebih dahulu untuk kemudian digunakan sebagai filler pada jaket multi lapis ini. Selain itu, akan dilakukan juga pengujian terhadap jaket multi lapis dengan memanfaatkan bulu domba sebagai filler ini. Seperti pengujian kenyamanan thermal menggunakan FTT dan alat modifikasi uji thermal dengan acuan metode standar ASTM D1518-14 sehingga diketahui apakah jaket tersebut cukup hangat dan nyaman ketika digunakan dibandingkan dengan jaket yang menggunakan *down*.

METODOLOGI

Persiapan Pembersihan Bulu Domba Wonosobo

Negara-negara yang memiliki bangsa domba tipe wol menghasilkan wol berkualitas sebagai produk utamanya, sehingga wol dapat dipintal secara modern untuk mendapatkan bahan sandang. Produksi wol daerah tropis seperti Indonesia umumnya sedikit dan berdiameter besar (kasar) (Speakman, 1985) mengemukakan bahwa wol domba tropis rata-rata berdiameter 26-65 μm , sehingga hanya sesuai untuk dijadikan barang non-sandang. Wol yang dihasilkan domba hasil persilangan texel atau merino di Indonesia merupakan produk ikutan dari produksi daging. Sementara wol dari domba lokal masih dianggap sebagai limbah, sehingga pemanfaatannya masih sangat sedikit. Domba Wonosobo (Dombos) adalah domba hasil persilangan antara domba lokal dengan domba texel. Bulu domba Wonosobo (Dombos) yang diperoleh untuk penelitian ini berasal dari peternak, untuk keperluan bahan *filler* jaket multilapis ini dilakukan proses pembersihan (*Scouring*). Proses pembersihan pada penelitian ini menggunakan oksidator dan Inkali konsentrasi rendah. 60 gram pelarut *Scouring/5* liter air digunakan untuk sekitar 1 kg bulu domba selama proses *scouring*.

Langkah pengerjaan pembersihan dari limbah bulu domba adalah sebagai berikut:

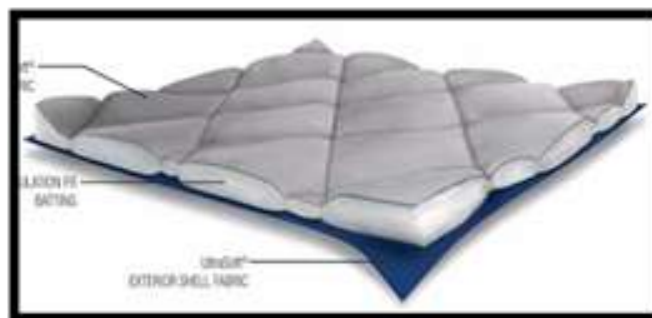
1. Mensortir bulu dombos yang diperoleh dari beberapa bagian tubuh domba.
2. Merendam bulu dombos dengan menggunakan air dengan suhu kamar
3. Menambahkan larutan *scouring* (kurang lebih 60 gram/5 liter air untuk sekitar 1 kg bulu (dombos) dalam air dengan durasi perendaman selama 30 menit
4. Membilas bulu dombos dengan air mengalir hingga bersih (tidak berbusa)
5. Melakukan penjemuran dengan sinar matahari secara langsung hingga bulu dombos kering



Gambar 1. (a) Proses Scouring; (b) Proses Pengeringan; (c) Bulu Dombos Sebelum Dibersihkan (D) Bulu Domba Setelah Dibersihkan

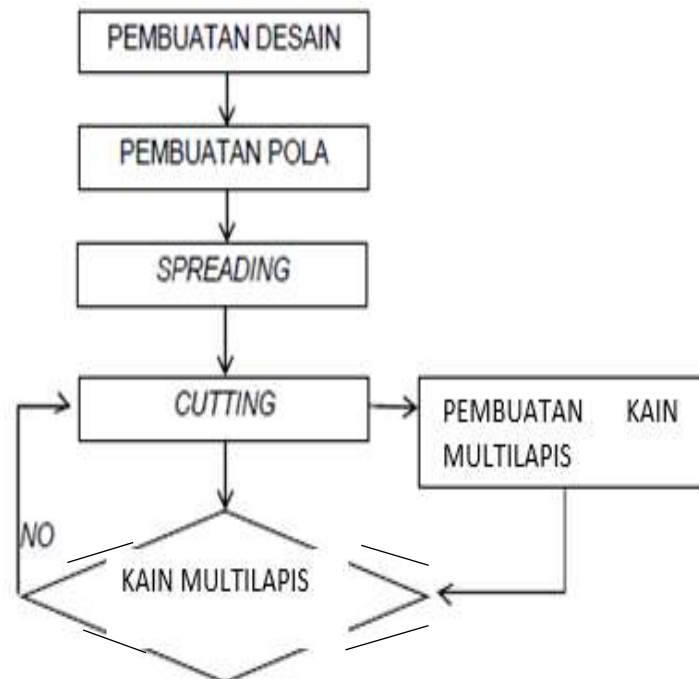
Proses Pembuatan Kain Multi Lapis

Setelah Bulu domba dibersihkan proses selanjutnya adalah membuat material jaket multilapis. Proses pembuatan jaket multi lapis ini dilakukan dengan metode quilting, yaitu dengan menggabungkan 3 lapisan material, diantaranya kain inner layer berbahan polyester, bulu domba sebagai filler, dan juga kain outer layer berbahan nylon. Quilting merupakan teknik menjahit dengan cara menyatukan atau menggabungkan potongan kain perca sesuai dengan design yang diinginkan menjadi suatu kesatuan bagian yang indah dan berpola (Suryani, Hamidah, 2017). Quilting diperkenalkan oleh penduduk Eropa yang pada saat itu sedang melakukan perpindahan dari Eropa ke Amerika. Dan pada abad ke 18-19 mulailah berkembang kemajuan dengan banyaknya hasil dari kreasi teknik quilting ini. Sementara di Indonesia, teknik quilting ini dalam perkembangannya menggunakan bahan bekas dari pakaian atau sisa dari pakaian yang tidak dipakai, sesuai perkembangan zaman saat ini teknik quilting menggunakan kain khusus yang dipergunakan untuk quilting. Pada dasarnya, pengerjaan teknik quilting ini membutuhkan ketelitian saat mengerjakannya demi mendapatkan hasil quilting dengan pola yang berkualitas dan bagus. Teknik quilting yang digunakan adalah wide quilting mengingat bahan baku yang digunakan sebagai filler adalah serat bulu domba yang mana relatif tidak sehalus down. Sehingga teknik wide quilt ini akan memudahkan dalam proses pembuatan jaket multi lapis terutama pada saat memasukkan serat ke dalam jaket.



Gambar 2 Metoda *Quilting*

Proses produksi dalam penelitian jaket multilapis ini adalah proses membuat/ menggabungkan bahan utama, bahan pendukung, dengan menggunakan tenaga kerja dan mesin serta peralatan yang dibutuhkan. Diagram alir proses produksi jaket multilapis ini disajikan pada Gambar 3 dan desain jaket multilapisnya bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Material Jaket Multilapis



Gambar 4 Desain Jaket Multi Lapis

Kain multi lapis yang dibuat dengan bentuk segi empat berukuran 20 cm x 20 cm, setiap satu kain mulpi lapis terdiri dari inner dan outer berupa kain poliester sedangkan filler berbahan bulu domba wonosobo dengan berat berat bulu domba 1,50 gram. Hasil pembuatan kain multilapis dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



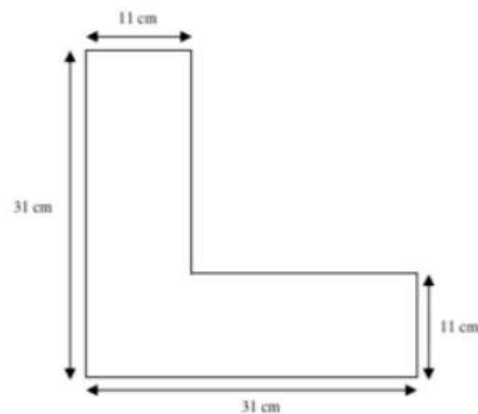
Gambar 5. Penimbangan Bulu Domba



Gambar 6. Kain Multilapis

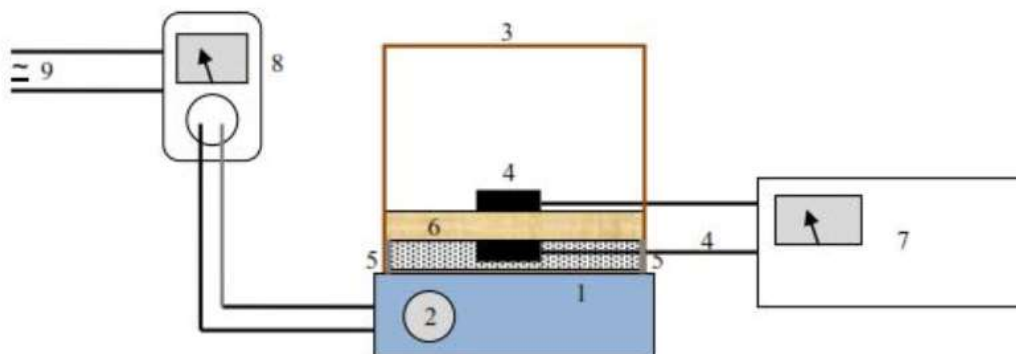
Pengujian Heat Flux menggunakan FTT

Pengujian FTT (Fabric Touch Testing) dilakukan untuk mengukur tingkat kenyamanan taktil pada kain dengan mencakup 4 kriteria sifat fisik, yaitu tekanan (compression), kelenturan (bending), kehalusan permukaan (surface), dan sifat thermal (thermal) yang digabungkan menjadi 13 jenis indeks namun dalam pengujian kali ini data yang diambil hanya data sifat thermal saja (J. Y. Hu et al., 2006). Pengujian FTT dilakukan dengan mempersiapkan kain multilapis dengan ukuran seperti pada Gambar 7. Selain kain multilapis berbahan bulu domba, kain jaket multilapis berbahan *goose down* juga diuji sifat thermalnya menggunakan FTT.



Gambar 7. Ukuran Sample Pengujian FTI

Pengujian Sifat *Thermal Konduktifitas dan Resistance* menggunakan *Hotplate Modifikasi*
Pengujian Thermal Konduktifitas ini 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 8.



Gambar 8. Skema Alat Uji Thermal : (1) *Hotplate*, (2) Tombol Pengatur Suhu, (3) *Chamber*, (4) Sensor Termokopel, (5) *Guard/Insulator Panas*, (6) Contoh Uji, (7) *Multichannel Thermometer Recorder*, (8) *Wattmeter*, (9) Sumber Arus Listrik AC

Prosedur :

- Ruang pengujian diatur pada kondisi suhu (20 ± 3) °C dan RH (55 ± 10) %
- Specimen dipotong sesuai bentuk dan ukuran permukaan hotplate kemudian dihitung luas areanya
- Hotplate dinyalakan dan diatur suhunya
- Alat multichannel temperature recorder (MTR) dihidupkan
- Setelah penunjukan suhu pada MTR stabil sesuai dengan pengaturan suhu yang diinginkan, tutup chamber dibuka kemudian contoh uji diletakan di atas hotplate
- Sensor termokopel atas diatur posisinya agar bersentuhan dengan permukaan atas contoh uji kemudian chamber ditutup kembali
- Pengukuran suhu termokopel bawah (T_s) dan termokopel atas (T_a) dilakukan setelah terjadi kesetimbangan thermal (kurang lebih setelah 30 menit penunjukan suhu hotplate stabil)

- Untuk tiap sampel, perekaman suhu T_s dan T_a dilakukan selama 30 menit dengan pengaturan interval pengambilan data pada MTR setiap 20 detik
- Penunjukan daya listrik pada wattmeter dicatat setiap kali melakukan perekaman suhu pada MTR
- Nilai konduktivitas thermal (k) contoh uji dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$k = \frac{QL}{A(T_1 - T_2)} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,

k = konduktivitas thermal ($W/m \cdot ^\circ C$)

Q = laju perpindahan panas yang sebanding dengan daya yang terbaca pada alat wattmeter (W)

L = ketebalan bahan (m)

A = luas area contoh uji yang menempel pada hotplate (m^2)

T_1 = penunjukan suhu termokopel yang menempel pada hotplate ($^\circ C$)

T_2 = penunjukan suhu termokopel di atas permukaan bahan ($^\circ C$)

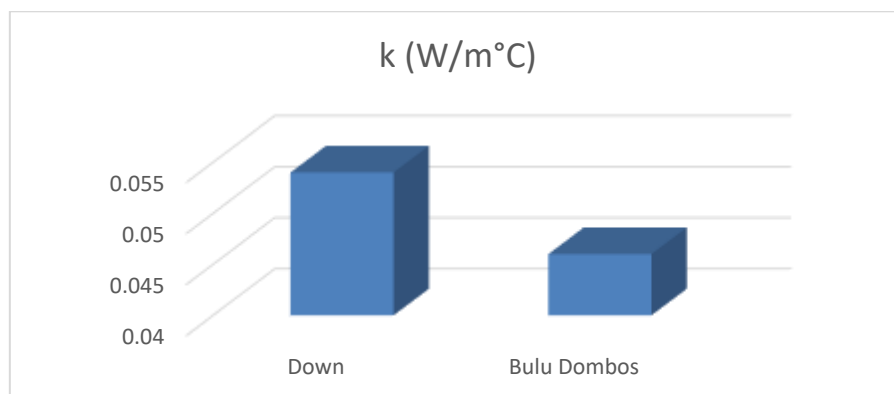
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Konduktivitas thermal suatu bahan adalah ukuran kemampuan bahan untuk menghantarkan panas (thermal) (Holman, 1999), nilai konduktivitas thermal suatu bahan menunjukkan laju perpindahan suhu yang mengalir dalam suatu bahan. Hasil pengujian konduktivitas thermal dombos nilai konduktivitas thermalnya lebih kecil dari nilai konduktivitas *thermal down*. Hasil pengujian sifat thermal dapat dilihat pada Tabel 1.

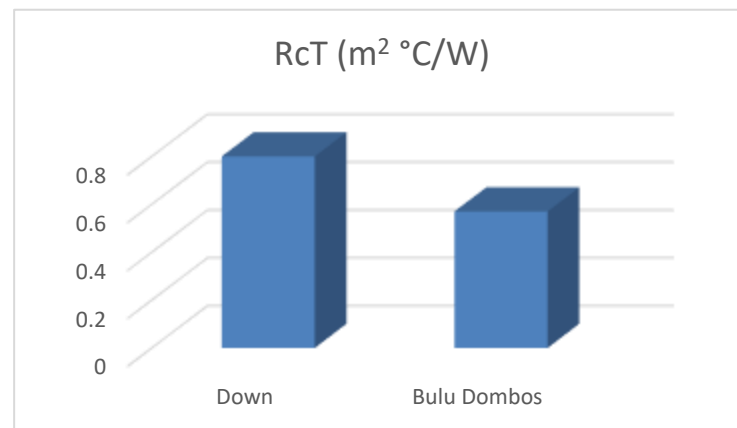
Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ketebalan berbanding lurus dengan kemampuan zat untuk menghantarkan panas, semakin besar ketebalan maka kemampuan suatu material untuk menahan suhu juga semakin meningkat (Sana et al., 2020). Material dombos ini ternyata dapat menahan suhu dengan baik dilihat pada Gambar 10 yaitu *thermal resistance* nonwoven dombos dapat menyamai performance menahan suhu dari luarnya, dilihat dari nilai konduktivitas thermal dombos lebih rendah dari material yang biasa ada di pasaran. Sifat insulator dipengaruhi oleh sifat serat dombos yang *bulky/rua* sehingga dapat berpengaruh pada zat untuk menghantarkan suhu.

Tabel 1 Hasil Pengujian Thermal

Material Contoh uji	k ($W/m \cdot ^\circ C$)	Heat Flux maksimum (W/m^2)	RcT ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)
Down	0.054	466.6	0.8
Bulu Dombos	0.046	1179.2	0.57



Gambar 9 Nilai Konduktivitas Thermal

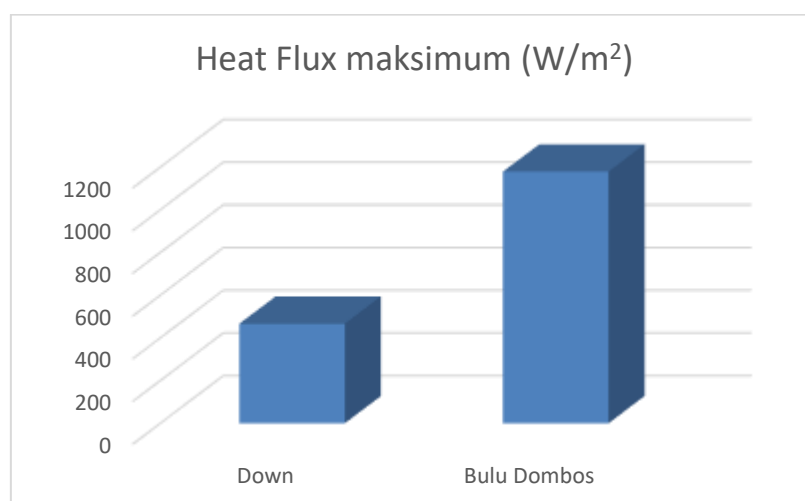


Gambar 10 Nilai Thermal Resistance

Faktor yang mempengaruhi suatu zat menghantarkan panas diantaranya menurut (Särneroth, 2014) yaitu adanya kandungan air, suhu dan kerapatan. Hasil insulasi dombos konduktifitasnya lebih rendah di dibandingkan material yang sudah ada di pasaran yang menyebabkan daya arus panas untuk menembus sebuah material menjadi lebih kecil jika semakin kecil nilai daya arus panas maka nilai resistance thermalnya semakin bagus data ini dapat dilihat dari hasil pengujian FTT yang disampaikan pada Gambar 8, dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai difusivitas thermal dari insulasi dombos bisa dimanfaatkan untuk insulasi.

Performa insulasi suatu bahan dapat diobservasi berdasarkan kemampuan suatu bahan dalam menghantarkan dan menahan panas. Kemampuan dalam menghantarkan panas dapat diketahui berdasarkan nilai konduktivitas thermal (k) sedangkan kemampuan dalam menahan panas dapat diketahui berdasarkan nilai resistansi thermal.

Nilai q_{max} dapat digunakan untuk mengukur prediksi hangat atau dingin (warm/cool) suatu contoh uji. q_{max} merupakan nilai maksimum dari heatflux yang mengalir keluar dari pelat tembaga ke dalam permukaan kain setelah pelat bersentuhan dengan permukaan bahan. Menurut Kawabata dan Akagi, nilai q_{max} yang tinggi berhubungan dengan sensasi dingin saat disentuh sedangkan nilai q_{max} yang rendah berhubungan dengan sensasi hangat (W. Wang et al., 2019).



Gambar 11 Hasil Pengujian *Heat Flux*

Panas dapat dipindahkan dalam kain dengan proses konduksi melalui udara dan serat, radiasi dari serat ke serat, dan konveksi udara di dalam struktur kain. Konduksi panas merupakan mekanisme penting yang menentukan *heatflux* setelah kontak dengan bahan. Perpindahan panas pada material berserat merupakan kombinasi konduksi/konveksi dalam udara diantara serat, konduksi dalam serat padat, dan radiasi diantara serat. Aliran panas konduksi tergantung pada ketebalan. Begitu pula pada bahan kain multilapis, selama fraksi volume serat lebih dari 9% (J. Hu & Murugesh Babu, 2009)

Saat ini, informasi persyaratan atau spesifikasi bahan insulasi khusus untuk jaket multilapis masih belum ditemukan. Namun, data nilai insulasi pakaian atau produk garmen yang dihimpun dari berbagai referensi, baik standar internasional maupun hasil penelitian dapat dijadikan sebagai gambaran alternatif. ASHRAE Standard 55-2010 (*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*) memberikan rekomendasi kondisi yang dibutuhkan oleh sekitar 80% manusia agar tetap nyaman pada musim dingin, yaitu pada rentang nilai insulasi sebesar 0,8 ~ 1,2 clo. Menurut (Song, 2009) dan standar ISO 9920, nilai insulasi untuk satu ensemble jaket multilapis yang terdiri atas pakaian dalam panjang, kemeja, dan jaket down menghasilkan nilai insulasi sebesar 0,54 m².°C/W atau setara dengan 4,2 clo sedangkan kantong tidur sebesar (0,46 ~ 1,4) m².°C/W atau setara dengan (3 ~ 9) clo.

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kain multi lapis dengan bahas *filler* dombos memiliki nilai insulasi thermal (Rct) mendekati nilai insulasi thermal (Rct) *Down*. Selain itu nilai thermal konduktifitasnya pun mampu dikategorikan untuk kebutuhan material insulasi. Hasil uji tersebut dapat menggambarkan potensi bulu dombos sebagai bahan pengisi insulatif pada jaket multilapis. bila dievaluasi berdasarkan sifat insulasi thermal serta dengan mempertimbangkan biaya proses dan dampak terhadap lingkungan, maka filler berbahan dombos dapat menjadi alternatif pengganti *down*. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai sifat-sifat kenyamanan secara *breathability* dan *durability* dari bahan pengisi insulatif dombos.

DAFTAR PUSTAKA

- Anne Brainard. (2016). *winter coat ethically produced down goose feathers*. <https://www.theguardian.com/world/2016/jan/14/winter-coat-ethically-produced-down-goose-feathers>
- Caron, J., & Markusen, J. R. (2016). 濟無 *No Title No Title No Title*. Sustainable Insulation for Winter Clothes. <https://www.thoughtco.com/sustainable%0Ainsulation-for-winter-clothes-4114611>
- Fuller, M. E. (2015). The structure and properties of down feathers and their use in the outdoor industry. *PhD Thesis, Univ. of Leeds, April*.
- Holman, V. (1999). Introduction. *Visual Resources*, 15(3), ix-x. <https://doi.org/10.1080/01973762.1999.9658510>
- Hu, J., & Murugesh Babu, K. (2009). The use of smart materials in cold weather apparel. *Textiles for Cold Weather Apparel*, 84-112. <https://doi.org/10.1533/9781845697174.1.84>
- Hu, J. Y., Hes, L., Li, Y., Yeung, K. W., & Yao, B. G. (2006). Fabric Touch Tester: Integrated evaluation of thermal-mechanical sensory properties of polymeric materials. *Polymer Testing*, 25(8), 1081-1090. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2006.07.008>
- Oliver Milman. (2016). *winter coat ethically produced down goose feathers*. <https://www.theguardian.com/world/2016/jan/14/winter-coat-ethically-produced-down-goose-feathers>
- Sana, A. W., Noerati, N., Sugiyana, D., & Sukardan, M. D. (2020). The Application of Biduri Natural Fiber (*Calotropis gigantea*) as an Insulative Filler Material in Winter Jacket. *Arena Tekstil*, 35(1), 1-12.
- Särneroth, O. (2014). Insulation Materials. *Library.E.Abb.Com*, 2, 1-21.

- <https://doi.org/10.1016/B978-075066940-5/50040-X>
- Siler, W. (2009). *Could Humble Milkweed Replace Down Feathers In Your Outdoor Gear?*
<https://gizmodo.com/could-humble-milkweed%0Areplace-down-feathers-1698295598>
- Song, G. (2009). Thermal insulation properties of textiles and clothing. In *Textiles for Cold Weather Apparel*. Woodhead Publishing Limited.
<https://doi.org/10.1533/9781845697174.1.19>
- Speakman, P. T. (1985). Wool fibres. In *Handbook of natural fibres*. Woodhead Publishing Limited.
<https://doi.org/10.1533/9780857095503.1.171>
- Suryani, Hamidah, D. (2017). Model Pelatihan MIDA Dalam Pengolahan Limbah Industri Pakaian Jadi (MODEL MIDA). In *Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, 123 hlm; 23 cm*.
- Wang, F. (2010). Faming wang comparisons of thermal and evaporative resistances of kapok coats and traditional down coats. *Fibres and Textiles in Eastern Europe, 78*(1), 75–78.
- Wang, W., Yim, H. H. L., Kan, C. W., Diswat, J., Krajangpo, W., Rungruangkitkrai, N., & Mongkholrattanasit, R. (2019). Evaluating the thermal conductivity and q-max properties of quick dry inner wears. *Key Engineering Materials, 818 KEM, 26–30*.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.818.26>
- ASTM D 1518 (2014) "Standard Test Method for Thermal Resistance off Batting Systems Using a Hotplate."