

Pengaruh Komposisi Serat Sisal Terhadap Konduktivitas Termal Dan Penyerapan Suara Papan Komposit

¹Fatmawati Hendrik, ¹Fauzi Widyawati, ¹Rita Desiasni

¹ Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

¹fatmawatihendrik02@gmail.com, ²fauzi.widyawati@uts.ac.id, ³rita.desiasni@uts.ac.id

ABSTRACT

Thermal conductivity and sound absorption are two key characteristics in the development of innovative composite materials. Thermal conductivity reflects a material's ability to conduct heat from one place to another, while sound absorption indicates a material's ability to absorb sound waves. Composite boards are increasingly popular in various applications, especially in the furniture industry, as they create materials with superior properties compared to single materials used in their production. Previous research has identified the potential of natural fibers as reinforcement in composite boards due to their eco-friendly and biodegradable nature. However, research combining thermal conductivity and sound absorption in composite boards with natural fibers is still limited. This study aims to explore the influence of various compositions of sisal fibers on the thermal conductivity and sound absorption of composite boards. Sisal fibers were chosen as the reinforcement due to their eco-friendly nature, low density, specific strength, and high modulus. The results show a significant increase in thermal conductivity of composite boards at 10% to 30% volume fraction of sisal fibers. The uniform distribution of sisal fibers within the composite matrix and good fiber orientation enhance the heat transfer efficiency in the composite. Sound absorption testing reveals that composite boards with 30% volume fraction of sisal fibers have the highest sound absorption coefficient, 0.494 at 200 Hz, while those with 10% volume fraction have the lowest coefficient, 0.059 at 800 Hz. This study unveils the potential of sisal fiber composite boards as an eco-friendly alternative material with good thermal conductivity and effective sound absorption. The findings are expected to contribute to the development of high-performance composite materials for various applications, including construction and furniture. Further research is needed to optimize the performance of this material and explore its potential in broader industrial and environmental contexts.

Keywords: *Thermal conductivity, sound absorption, composite boards, sisal fibers, eco-friendly materials, heat transfer efficiency.*

ABSTRAK

Konduktivitas termal dan penyerapan suara adalah dua karakteristik kunci dalam pengembangan material komposit yang inovatif. Konduktivitas termal mencerminkan kemampuan bahan untuk menghantarkan panas dari satu tempat ke tempat lainnya, sementara penyerapan suara menunjukkan kemampuan material untuk menyerap gelombang suara. Papan komposit semakin diminati dalam berbagai aplikasi, terutama dalam industri furnitur, karena mampu menciptakan material dengan sifat unggul yang melebihi material tunggal yang digunakan dalam pembuatannya. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi potensi serat alami sebagai penguat dalam papan komposit karena sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat terdegradasi secara alami. Namun, penelitian yang memadukan konduktivitas termal dan penyerapan suara pada papan komposit dengan serat alami masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh variasi komposisi serat sisal pada konduktivitas termal dan penyerapan suara pada papan komposit. Serat sisal dipilih sebagai penguat karena memiliki sifat ramah lingkungan, densitas rendah, kekuatan spesifik, dan modulus yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konduktivitas termal papan komposit meningkat secara signifikan pada fraksi volume 10% hingga 30% serat sisal. Distribusi serat sisal yang merata dalam matriks komposit dan orientasi serat yang baik meningkatkan efisiensi transfer panas dalam komposit. Pengujian penyerapan suara menunjukkan bahwa papan komposit dengan fraksi volume 30% serat sisal memiliki koefisien serap suara tertinggi, yaitu 0,494 pada frekuensi 200 Hz. Sebaliknya, papan komposit dengan fraksi volume 10% serat sisal memiliki koefisien serap suara terendah, yaitu 0,059 pada frekuensi 800 Hz. Penelitian ini mengungkapkan potensi papan komposit dari serat sisal sebagai alternatif bahan yang ramah lingkungan dengan sifat konduktivitas termal yang baik dan kemampuan penyerapan suara yang

efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan material komposit berkinerja tinggi untuk berbagai aplikasi, termasuk di bidang konstruksi dan furnitur. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja material ini dan menjelajahi potensinya dalam industri dan lingkungan yang lebih luas.

Kata Kunci: Konduktivitas termal, penyerapan suara, papan komposit, serat sisal, bahan ramah lingkungan, efisiensi transfer panas.

LATAR BELAKANG

Konduktivitas termal merupakan kemampuan bahan dalam meneruskan panas dari suatu tempat ke tempat lainnya (Okzama et al., 2019). Konduktivitas termal dibutuhkan untuk mengelompokkan suatu bahan tergolong antara bahan konduktor atau bahan isolator (Callister, 2001). Hal ini berfungsi untuk memudahkan suatu penggunaan bahan sesuai dengan nilai konduktivitas termal bahan tersebut (Haisyah et al., 2021). Konduktivitas termal bersifat bahan dan menunjukkan jumlah panas yang mengalir melintasi satu satuan luas jika gradien suhunya satu (Alim et al., 2017). Bahan yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi dinamakan konduktor, sedangkan bahan yang konduktivitas termalnya rendah disebut isolator (Callister, 2001).

Papan komposit merupakan komposit yang terbuat dari partikel kayu atau serat alami yang diikat dengan perekat sintesis atau bahan pengikat lainnya (Rahmat et al., 2016). Papan komposit partikel dominan diaplikasikan sebagai furnitur. Untuk menjaga penurunan bahan kayu dalam pembuatan mebel maka dilakukan inovasi berupa campuran bahan alam untuk komposit papan partikel (Wardani et al., 2015). Papan komposit yang tersusun dari lembaran berstruktur seperti jaring berserat tanpa putus, biasa dibuat dari bambu atau ranting-ranting pohon dengan cara menggilas bahan tersebut, kemudian menyusunnya lapis demi lapis dengan tambahan bahan perekat.

Serat sisal merupakan penguat yang menjanjikan untuk digunakan sebagai komposit karena harganya yang murah (BBSDLP, 2008), densitasnya yang rendah, kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi (Kusumastuti, 2009). Sisal juga suatu serat alam yang digunakan paling banyak dan paling mudah dibudidayakan. Serat sisal sebagai bahan penguat komposit (Suriadi et al., 2018), serat sisal ini memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat mekanik yang baik, serat dapat terbiodegradasi dengan lingkungan, densitasnya rendah, mudah didapat dan harganya yang murah (Balittas, 2015).

Pada penelitian sebelumnya oleh (Ghofur et al., 2021), menunjukkan bahwa nilai konduktivitas termal suatu material. Dimana semakin besar nilai kekasaran suatu material maka konduktivitas termalnya akan semakin kecil dikarenakan panas akan diserap maksimal pada semua bagian luasan material, hal ini menyebabkan laju panasnya semakin besar. Maka semakin besar nilai kekasaran suatu material juga menyebabkan konduktivitas termal akan semakin besar. dalam penelitiannya membuat komposit menggunakan serat serbuk kayu ulin yang mempunyai struktur halus membuat distribusi serat terbesar secara merata sehingga laju aliran panas merata pada setiap sisi suatu material komposit. Jika distribusi serat tidak merata mengakibatkan laju aliran panas ikut tidak merata sehingga pada sisi yang kurang distribusi oleh serat akan punya nilai konduktivitas termal yang lebih besar. Salah satu faktor yang mempengaruhi konduktivitas termal suatu material adalah porositas dan kepadatan material, apabila pori-pori bahan semakin banyak maka konduktivitas termalnya makin kecil.

Selain temperatur dari sekitar, kebisingan juga dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan didalam suatu ruangan yang berdampak pada psikologis manusia seperti menghilangkan konsentrasi. Salah satu solusi untuk mengurangi kebisingan didalam ruang dapat menggunakan material peredam suara (Putra, M, F et al., 2020). Seperti pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh pada penelitiannya dijelaskan bahwa semakin banyak gelombang bunyi yang ada maka semakin banyak pula gelombang suara yang merambat dan teredam kedalam spesimen atau sebaliknya (Isran et al., 2018).

Berdasarkan pemaparan diatas dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan belum ada yang membuat “papan komposit dari serat sisal untuk aplikasi konduktivitas termal penyerapan suara”.

METODE PENELITIAN

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Cetakan
Cetakan yang digunakan berukuran 12 x 6 x 2 cm untuk pengujian konduktivitas termal, 24,2 x 15,5 x 1,2 cm untuk uji penyerapan suara, dan 7,6 x 2,5 x 2 cm untuk uji daya serap air. Cetakan yang digunakan terbuat dari bahan kaca.
2. Wadah
Wadah sebagai tempat mencampur material komposit.
3. Pengaduk
Pengaduk berfungsi untuk mencampur resin dengan katalis dan untuk memasukkan material komposit ke dalam cetakan, selain itu dapat juga digunakan untuk meratakan material didalam cetakan.
4. Timbangan Digital
Timbangan digital berfungsi untuk melakukan pengukuran massa
5. Alat Pelindung Diri (APD)
Alat perlindungan diri meliputi sarung tangan lateks dan masker yang berfungsi sebagai perlindungan diri agar tidak terhirup serpihan bahan bahan dan mengantisipasi tangan menyentuh langsung dari cairan resin polyester dan katalis.
6. Air Aquades
Aquades merupakan air hasil penyulingan yang bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni dalam laboratorium.
7. Alat bantu lainnya
Alat bantu lain yang digunakan, meliputi: sendok, cutter gunting, kuas, pisau, spidol, penggaris lurus, dan gelas ukur.

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Resin Polyester
Resin yang digunakan adalah resin polyester, resin berfungsi sebagai zat pengikat filter (Noni, 2013).
2. Katalis
Katalis berfungsi sebagai zat pengeras pada campuran bahan komposit perbandingan campuran antara katalis dengan resin yaitu 1:100 atau 1% dari resinnya.
3. serat sisal
serat sisal merupakan penguat yang menjanjikan untuk digunakan sebagai komposit (Santoso, 2009).

c. Metode *Hand Lay-Up*

Hand Lay-Up adalah suatu jenis cetakan dengan bentuk terbuka atau disebut juga (*openMold Process*). Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini yaitu dengan cara menuangkan matriks dengan tangan kedalam serat, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan roll atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang sehingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini matriks langsung berkontak dengan udara dan umumnya proses pencetakan dilakukan pada temperatur atau suhu kamar (Mubarak, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Berikut adalah hasil pengujian konduktivitas termal, daya serap suara, dan densitas pada papan komposit yang menggunakan komposisi serat sisal :

1. Hasil pengujian konduktivitas Termal
Hasil pengujian konduktivitas termal yang dilakukan didapatkan nilai koefisien rata-rata yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

No	Nama Bahan	Konduktivitas Termal (W/mK)
1	Fraksi 10%	0,2108
2	Fraksi 20%	0,2135
3	Fraksi 30%	0,2151

2. Hasil Pengujian Daya Serap Suara

Hasil pengujian penyerapan suara didapatkan nilai koefisien serap suara rata-rata yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. 2 Nilai Rata-Rata Keseluruhan Frekuensi Dari Fraksi Volume

No	Frekuensi (Hz)	Fraksi (10:90)	Fraksi (20:80)	Fraksi (30:70)
1	200	0,293	0,148	0,494
2	400	0,22	0,266	0,254
3	600	0,289	0,324	0,434
4	800	0,059	0,099	0,076
5	1000	0,369	0,393	0,438
6	1200	0,298	0,273	0,339
7	1400	0,44	0,453	0,334

3. Hasil Pengujian Densitas

Hasil pengujian densitas yang dilakukan didapatkan nilai koefisien rata-rata yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. 3 Hasil Pengujian Densitas

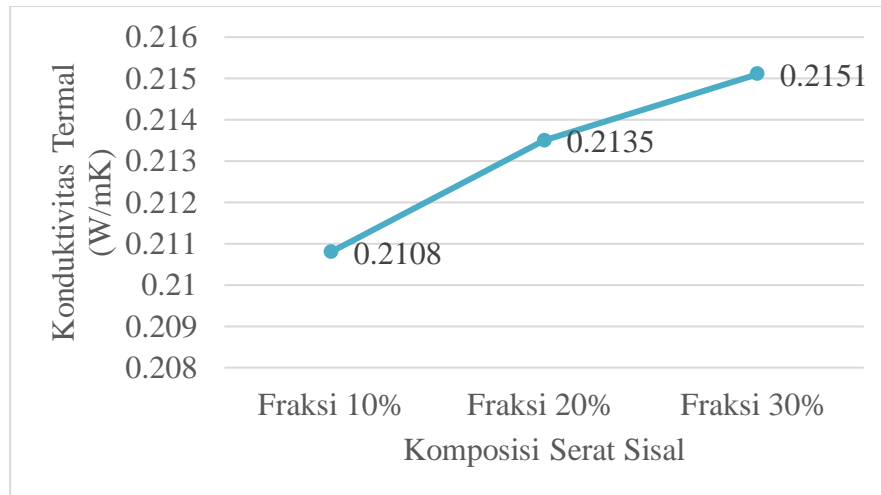
No	Variasi	Kerapatan
1	10%	0,004
2	20%	0,008
3	30%	0,0082

b. Pembahasan

Berikut adalah pembahasan dari hasil pengujian konduktivitas termal, daya serap suara, dan densitas pada papan komposit yang menggunakan komposisi serat sisal :

1. Pengujian Konduktivitas Termal

Adapun hasil pengujian konduktivitas termal didapatkan nilai koefisien serap suara rata-rata yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



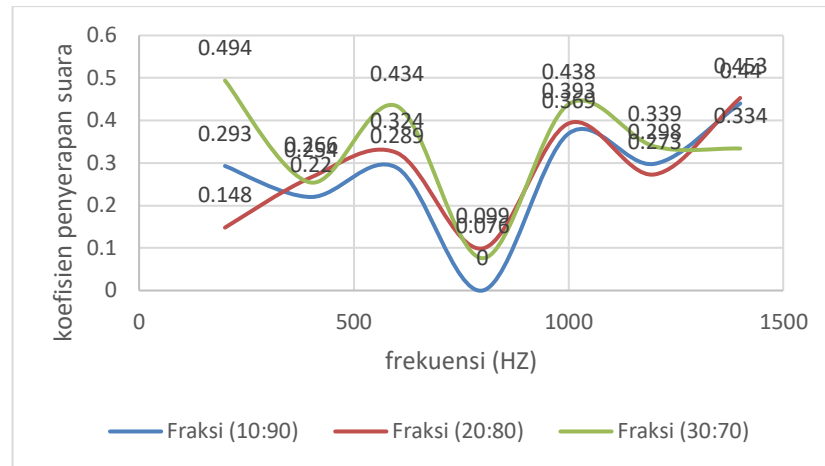
Gambar 1. 1. Grafik Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Penelitian yang dilakukan oleh Hindoan pada tahun 2022, dengan judul “Pengaruh Komposisi Cacahan Bonggol Jagung dan Abu Sekam Padi Terhadap Konduktivitas Termal dan Penyerapan Suara Komposit Partikel”. Menghasilkan nilai rata-rata pada fraksi 10:90% dan 20:80% mengalami kenaikan, namun pada fraksi 30:70% nilai konduktivitas termal mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena pada raksi 30:70% jumlah material bertambah sedangkan volume resin menurun, sehingga resin tidak dapat mengikat material dengan baik dan mengakibatkan terdapat banyak pori-pori pada spesimen. Sedangkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan nilai rata-rata pada fraksi 10:90% sampai fraksi 30:70% nilai konduktivitas termal mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena distribusi yang seragam dari serat sisal dalam matriks komposit, serta orientasi serat yang baik, juga dapat meningkatkan konduktivitas termalnya. Serat-serat sisal yang terdistribusi dengan baik dan sejajar dengan arah transfer panas dapat meningkatkan efisiensi transfer panas dalam komposit.

Berdasarkan perbandingan hasil penelitian yang diatas, dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan oleh penulis lebih baik dalam hal hasil dan kesimpulan yang diberikan. Dengan konduktivitas termal yang meningkat secara konsisten dari fraksi 10:90% hingga fraksi 30:70%, yang menunjukkan bahwa komposit dengan serat sisal memiliki kinerja termal yang lebih baik seiring dengan peningkatan konsentrasi serat sisal.

2. Pengujian Penyerapan suara

Pada grafik dibawah, diperlihatkan nilai rata-rata dimana secara keseluruhan nilai menunjukkan angka koefisien serapan suara yang bervariasi. Dimana untuk nilai koefisien serap suara tertinggi terdapat pada fraksi volume partikel 30:70% yaitu 0,494 dengan frekuensi 200 Hz. sedangkan untuk hasil data serapan suara terendah terdapat pada fraksi volume partikel 10:90% yaitu 0.059 dengan frekuensi 800 Hz. Secara keseluruhan pada grafik menunjukkan nilai rata-rata koefisien penyerapan suara meningkat pada fraksi volume serat 20:80% dengan frekuensi 1400 Hz dan menurun pada fraksi volume serat 10:90% dengan frekuensi 800 Hz. Meningkatnya koefisien penyerapan suara disebabkan karena pada fraksi volume serat 20:80% terjadi campuran ideal antara matriks dan partikel.

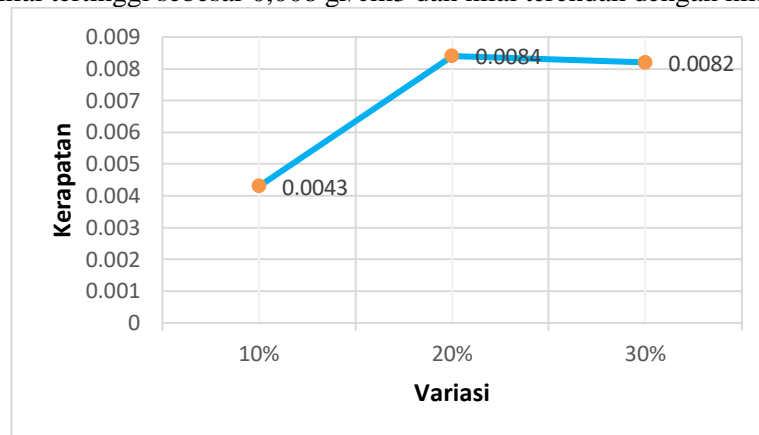


Gambar 1. 2 Grafik Rata-Rata Penyerapan Suara

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fikri Hindoan, dengan judul “Pengaruh Komposisi Cacahan Bonggol Jagung Dan Abu Sekam Padi Terhadap Konduktivitas Termal Dan Penyerapan Suara Komposit Partikel”, melakukan pengujian penyerapan suara pada komposit yang dibuat menggunakan boggol jagung dan abu sekam padi, koefisien serap suara tertinggi terdapat pada fraksi volume partikel 20:80% yaitu 0,664 dengan frekuensi 1400 Hz. sedangkan untuk hasil data serapan suara terendah terdapat pada fraksi volume partikel 10:90% yaitu 0.146 dengan frekuensi 800 Hz. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan serat sisal menghasilkan koefisien serap suara tertinggi terdapat pada fraksi volume partikel 30:70% yaitu 0,494 dengan frekuensi 200 Hz. Dan untuk hasil pengujian penyerapan suara terendah terdapat pada fraksi volume partikel 10:90% yaitu 0.059 dengan frekuensi 800 Hz.

3. Hasil Pengujian Fisik Papan Partikel

pengujian kerapatan/density untuk menentukan grade papan partikel berkerapatan rendah (*Low Density Particleboard*), kerapatan sedang (*Medium Density Particleboard*), dan kerapatan tinggi (*High Density Particleboard*). Pengujian kerapatan merupakan pengujian sifat fisik yang menunjukkan perbandingan massa benda terhadap volumenya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan papan partikel serat sisal, dihasilkan nilai tertinggi sebesar 0,008 gr/cm³ dan nilai terendah dengan nilai gr/cm³.



Gambar 1. 3 Grafik Data Kadar Air

Berdasarkan gambar 1.3 semakin tinggi variasi persentase maka semakin tinggi nilai kerapatan papan partikel. Nilai kerapatan tertinggi yaitu pada perendaman variasi 20% dengan nilai kerapatan 0,008 gr/cm³. Sementara papan komposit serat sisal memiliki nilai kerapatan paling rendah yaitu 0,004 gr/cm³. Meningkatnya nilai kerapatan pada papan komposit dikarenakan partikel serat alami, dapat menghilangkan lapisan lignin menutupi permukaan papan komposit serat sehingga dapat meningkatkan kekasaran permukaan

partikel dan mampu meningkatnya daya rekat antara partikel dengan resinnya.

Hasil penelitian ini telah mencapai standar JIS A 5908 (2003) yang mensyaratkan nilai kerapatan memiliki nilai antara 0,4–0,9 kg/cm³. Berdasarkan gambar 1. 3, papan partikel komposit dengan serat sisal tergolong ke dalam papan partikel komposit dengan kerapatan tinggi karena memiliki nilai masing-masing lebih dari 0,8 kg/cm³, dimana syarat untuk papan partikel komposit tergolong ke dalam kerapatan tinggi jika memiliki nilai kerapatan lebih dari 0,8 kg/cm³. Sementara untuk papan partikel komposit dengan serat sisal tergolong ke dalam papan partikel komposit kerapatan sedang karena memiliki nilai 0,004 gr/cm³, dimana syarat untuk papan partikel komposit tergolong ke dalam kerapatan sedang jika memiliki nilai kerapatan 0,4- 0,8 kg/cm³.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pengujian konduktivitas termal menunjukkan nilai rata-rata konduktivitas termal meningkat pada fraksi 10:90% hingga fraksi 30:70%, karena distribusi seragam dari serat sisal dalam matriks komposit dan orientasi serat yang baik, yang meningkatkan efisiensi transfer panas dalam komposit.
2. Hasil pengujian penyerapan suara diambil dari nilai rata-rata setiap fraksi campuran. Berdasarkan data yang telah didapatkan, nilai koefisien serap suara tertinggi terdapat pada fraksi volume 30:70% yaitu 0.494 dengan frekuensi 200 Hz, sedangkan untuk hasil data serapan suara terendah terdapat pada fraksi volume partikel 10:90% yaitu 0.059 dengan frekuensi 800 Hz.
3. Penelitian ini menunjukkan bahwa papan partikel komposit dengan serat sisal memiliki nilai kerapatan yang mencukupi untuk memenuhi standar JIS A 5908 (2003) dan dapat dikategorikan sebagai papan partikel dengan kerapatan tinggi karena nilai kerapatan lebih dari 0,8 kg/cm³, serta papan partikel dengan kerapatan sedang karena nilai kerapatan mencapai 0,4-0,8 kg/cm³, dengan nilai tertinggi sebesar 0,008 gr/cm³ dan nilai terendah sebesar 0,004 gr/cm³.

Saran

1. Saat membuat sampel komposit berbahan resin dan menggunakan cetakan kaca sebaiknya lem pada cetakan diratakan pada semua sisi agar saat mencetak sampel, resin tidak keluar dari cetakan yang dapat menyebabkan cetakan menempel pada tempat cetakan diletakan.
2. Sebaiknya menggunakan sarung tangan saat mencampur resin dengan bahan lain karena bila tersentuh dengan kulit secara langsung akan menimbulkan rasa gatal dan terbakar.
3. Ketika proses mencetak dipastikan lagi spesimen tidak berongga atau berpori-pori, karena akan berpengaruh terhadap hasil pengujian. Mendapatkan komposit yang memiliki sifat mekanis yang optimum dari pengaruh parameter yang divariasikan sehingga diharapkan dapat mengangkat penggunaan bahan-bahan alami lain yang tak termanfaatkan, dan sebagai acuan untuk penelitian serat alami berikutnya.
4. Hasil penelitian ini diharapkan nantinya memberikan sumbangan pemikiran terhadap penggunaan bahan yang tidak termanfaatkan menjadi suatu material yang mempunyai nilai teknis ekonomis lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, M. I., Mardiana, D., A, A. D., & Diky Anggoro. (2017). Uji konduktivitas termal material non logam. *Laporan Praktikum Laboratorium Fisika Material*.
- Balittas. (2015). laporan hasil penelitian tanaman pemanis dan serat. *Balai Penelitian Tanaman Pemanis Dan Serat, Malang*.
- BBSDLP. (2008). balai besar penelitian dan pengembangan sumberdaya lahan pertanian. *Potensi Dan Ketersediaan Sumber Daya Lahan Pertanian Bbsdpl Bogor*.

- Callister. (2001). fundamental of materials science and engineering departement of mettallurgical engineering, jhon wiley & sons, inc, new york. *Jhon Wiley & Sons, Inc, New York*.
- Ghofur, A., & Fakhdilah bustumi. (2021). uji konduktivitas termal komposit poliester filler serbuk kayu ulin. *Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*.
- Haisyah, H., Arman, Y., & A Azwar. (2021). KONDUKTIVITAS TERMAL PAPAN KOMPOSIT DARI SEKAM PADI DAN AMPAS TEBU. *Prisma Fisika*.
- Isran, I., Kadir, A., & L hasanudin. (2018). pembuatan material komposit resin poliester yang dipadukan dengan limbah kertas dan abu sekam padi sebagai peredam akustik. *Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*.
- Kusumastuti, A. (2009). aplikasi serat sisal sebagai komposit polimer. *Kompetensi Teknik, 1, No. 1 n*.
- Mubarak, M. R. (2021). *Pembuatan Biokomposit Resin Poliester Berpenguat Serat Serabut Kelapa dengan alkalisasi KOH Menggunakan Metode Hand Lay-Up*.
- Noni, N. (2013). pengaruh ketebalan serat pelepah pisang kepok (Musa Paradisiaca) terhadap sifat mekanik material komposit poliester-serat alam. *Fisika Untad*.
- Okzama, R., & Arwizet, K. (2019). Pembuatan Dan Pengujian Alat Uji Konduktivitas Termal Bahan. *Journal of Multidisciplinary Research and Development, 1(4)*, 906–913.
- Putra, M, F, B., Sari, D, Y., Nurdin, H., & Mulyadi, R. (2020). Effect Of Alkaline Treatment On The Mechanical Properties Of Pineapple Leaf. *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Serat Kenaf Untuk Bahan Komposit. Bahari Jogja*.
- Santoso. (2009). peluang pengembangan agave sebagai sumber serat alam. *Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam, 8 No.2 / d*.
- Suriadi, R, B., & Hasanuddin, L. (2018). pembuatan komposit serat serabut kelapa dan resin polyester sebagai material peredam akustik. *J.Ilm.Mhs.Tek.Mesin 3*.
- Wardani, L., Massijaya, muhammad yusram, Hadi, yusuf sudo, & I wayan darmawan. (2015). kualitas papan zephyr pelepah sawit dan papan komposit komersial sebagai bahan bangunan. *Teknik Sipil*.