



Studi Eksperimental Sekam Padi sebagai Zat Campuran pada Komposit Termoplastik untuk Meningkatkan Sifat Isolator

Experimental Study on Rice Husk as Filler Substance on Thermoplastic Composite to Reduce Thermal Conductivity

Agus Riyanto dan Yulian Hanafi*

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, 12640, Indonesia

Informasi artikel

Diterima:
12/04/2022
Direvisi:
20/04/2022
Disetujui:
24/04/2022

Abstract

Every year, Indonesia produces a large amount of rice husks. Insulating composites can benefit from the use of rice husks because of their high silica content and low thermal conductivity. The resin composite specimen with fibre and rice husk reinforcing agents is tested for heat insulating properties by insulating the specimen plate. The composite with fibre reinforcement and rice husk ash had the lowest thermal conductivity value of 0.3770 W/m²K, according to the results of the test. To put it another way, ash made from rice husks contains more silica than the husks themselves or the husks that have been milled.

Keywords: rice husk, composite, thermal conductivity.

Abstrak

Indonesia menghasilkan sekam padi dengan jumlah yang tak sedikit tiap tahunnya. Sekam padi mengandung kadar silika yang cukup tinggi sehingga cocok dijadikan zat penguat pada komposit isolator karena silika memiliki konduktivitas thermal yang rendah. Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan penyekatan plat spesimen untuk mengetahui sifat isolator panas dari spesimen komposit resin dengan zat penguat serat fiber dan sekam padi. Dari pengujian didapatkan bahwa komposit dengan zat penguat serat fiber dan abu sekam padi memiliki nilai konduktivitas thermal yang paling kecil yaitu 0,3770 W/m²K. Hal itu disebabkan karena abu sekam padi memiliki kandungan silika yang lebih besar dibanding sekam padi murni maupun sekam padi giling.

Kata Kunci: sekam padi, komposit, konduktivitas panas.

*Penulis Korespondensi. Tel: -; Handphone: +62 857 7727 5123
email : yulianhanif22@gmail.com



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya Sebagian besar rakyat Indonesia bekerja dibidang pertanian dan produk utama dari pertanian di Indonesia adalah padi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2021 Indonesia memproduksi sekitar 54.4 juta ton sekam padi giling (BPS, 2021). Sekam padi telah lama terkenal sebagai sumber silika (Nurlia dkk., 2020; Handayani, Nurjanah dan Rengga, 2014). Kandungan kimia sekam padi adalah 15-20% silika, 25-30% lignin, dan 50% selulosa (Ismail dan Waliuddin, 1996). Sedangkan menurut Nur Saadah Zainal sekam padi mengandung kadar silika, sekitar 18% (Zainal dkk., 2018). Namun abu sekam padi mengandung silika yang lebih tinggi yaitu 89,17% (Meliyana, Rahmawati dan Handayani, 2019). Sudah banyak penelitian yang membuktikan silika sebagai material dengan sifat isolasi yang cukup baik (Savitri, Syakur dan Hermawan, 2019).

Penelitian mengenai pemanfaatan sekam padi sebagai isolator sudah pernah dilakukan sebelumnya dengan meneliti beberapa variabel yang akan mempengaruhi efektivitas sekam padi dalam membuat material isolator. Menurut Sri Handani besar partikel sekam padi berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas panas sebuah material isolator yang dibuat dengan sekam padi (Handani, 2010). Dan Hary Wibowo pada penelitian mereka yang berjudul “Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam Padi” berpendapat bahwa kepadatan partikel sekam padi berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas panas material isolator yang dibuat dengan sekam padi (Wibowo dkk., 2008).

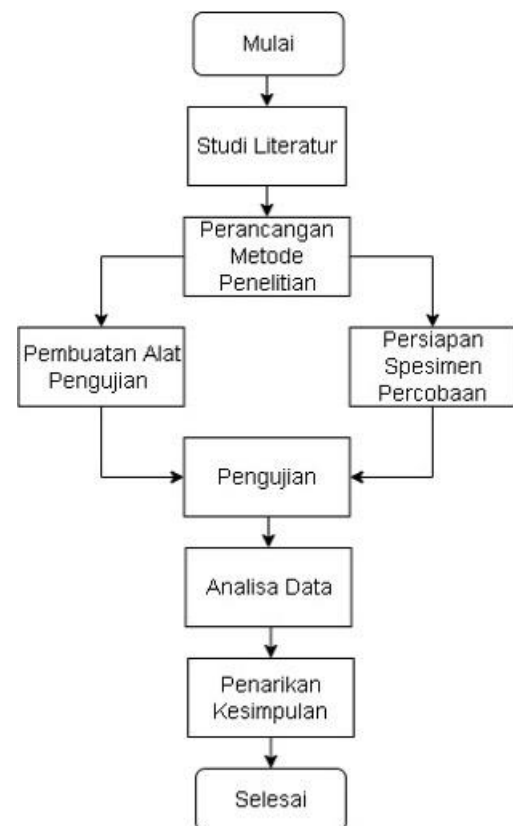
Sependapat dengan penelitian yang telah dilakukan Sri Handani serta Al-Noamany dalam penelitiannya berkesimpulan bahwa semakin kecil partikel sekam padi yang menjadi bahan penguat suatu komposit, maka semakin kecil pula nilai konduktivitas panas dari komposit tersebut (Handani, 2010; Al-Noamany, Habieb dan Alkhayatt, 2020). Selain itu kandungan air suatu zat juga mempengaruhi nilai konduktivitas material tersebut (Prasojo, Sulistyono dan Listyanto, 2012).

Ada banyak variabel yang menentukan nilai konduktivitas material selain besar atau

kepadatan partikel, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksperimen pemanfaatan sekam padi sebagai isolator dengan proses pengolahan sebagai variabelnya. Melihat abu sekam padi memiliki jumlah silika yang lebih banyak dibanding sekam padi yang belum dibakar (Fatriansyah, Situmorang dan Dhaneswara, 2018), berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai proses pengolahan sekam padi dengan metode pengolahan yang paling efektif untuk memanfaatkan sekam padi sebagai isolator.

2. METODOLOGI

Langkah-langkah dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Langkah awal dari penelitian ini adalah studi literatur untuk memperoleh informasi yang cukup untuk merancang metode penelitian dan alat pengujian yang dibutuhkan. Untuk metode penelitian dan alat pengujian yang akan dipakai menggunakan metode isolasi plat spesimen (Handani, 2010).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Setelah metode penelitian dan alat pengujian telah dirancang, tahap berikutnya adalah pembuatan spesimen percobaan dan alat pengujian. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sekam padi terhadap nilai konduktivitas panas spesimen komposit yaitu fiberglass dan mengetahui jenis pengolahan sekam padi yang paling baik untuk mengurangi nilai konduktivitas panas komposit. Karena spesimen berbentuk pelat datar maka nilai konduktivitas panas dapat dicari dengan rumus hukum Fourier (Holman, 2002):

$$q = - \frac{kA}{x} \Delta T \quad (1)$$

dimana:

q = Laju perpindahan panas (W)

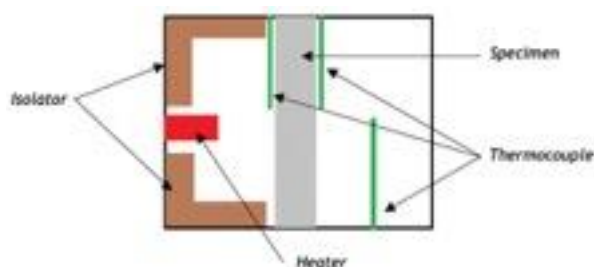
ΔT = Selisih temperatur (K)

k = Konduktivitas panas (W/mK)

A = Luas permukaan kontak (m²)

x = Ketebalan plat (m)

Untuk mengetahui nilai konduktivitas panas suatu benda berbentuk plat datar, maka diperlukan melakukan percobaan dengan melakukan suatu perlakuan panas dan mengumpulkan data berupa laju perpindahan panas, ketebalan plat, luas permukaan plat, dan perbedaan temperatur di dua permukaan plat. Karena ketebalan dan luas permukaan plat merupakan variabel bebas yang dapat diatur sesuai dengan pembuatan spesimen percobaannya. Selain itu, untuk melengkapi analisis data, maka diperlukan nilai laju perpindahan panas dan perbedaan temperatur di dua permukaan plat. Skema alat pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat pengujian

Dinding alat pengujian dilapisi dengan isolator panas pada salah satu ruangnya agar panas dari elemen pemanas tidak banyak yang

keluar ke lingkungan. Diletakan 3 termokopel untuk mengetahui nilai suhu masing-masing pada 2 permukaan plat spesimen dan untuk mengetahui nilai suhu pada salah satu ruangan alat pengujian yang nantinya akan dipakai untuk mengetahui nilai laju perpindahan panas.

Spesimen dibuat berupa komposit termoplastik berbentuk plat dengan zat pengisi resin. Pengujian akan dilakukan terhadap komposit termoplastik *fiberglass* yang telah ditambahkan sekam padi dan tanpa penambahan sekam padi. Sekam padi divariasikan menjadi 3 pengolahan yaitu, sekam padi yang tidak diolah, sekam padi yang telah digiling, dan sekam padi yang telah dibakar. Selain itu rasio resin dengan zat penguat juga divariasikan menjadi 2 yaitu, 30:70 dan 40:60. Variasi rasio dilakukan sedemikian rupa untuk mengetahui hubungan antara rasio resin dan zat penguat dengan nilai konduktivitas panas komposit termoplastik tersebut. Rasio dan komposisi dari spesimen yang diuji ditunjukkan pada Tabel 1.

Spesimen nomor 1 merupakan spesimen komposit termoplastik yang berpenguat serat *fiberglass* tanpa tambahan sekam padi sama sekali. Itulah sebabnya mengapa volume resin, *filler*, maupun volume spesimen keseluruhannya sangat berbeda dengan spesimen lainnya dikarenakan untuk menjaga rasio antara zat penguat dan zat pengisi agar tetap 40:60, sama seperti spesimen lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan mengatur daya *heater* sebesar 80 W sama seperti penelitian terkait yang dilakukan oleh Sri Handani (Handani, 2010). Udara panas yang keluar bertemperatur 220°C. Semakin tinggi suhu udara yang keluar, maka perbedaan suhu akan semakin terlihat. Namun temperatur tidak boleh terlalu tinggi karena berpotensi melelehkan spesimen. Suhu 220°C dinilai pas sebagai temperatur pengujian. Data yang diperoleh saat pengujian ditunjukkan pada Tabel 2. Sedangkan penjelasan lebih detail mengenai posisi pengambilan data temperatur pada alat uji dapat dilihat pada Gambar 3. Data temperatur diambil setelah temperatur pada ruangan pengujian telah stabil.

Tabel 1. Data rasio volume spesimen

Nomor Spesimen	Rasio	Komposisi Spesimen				
		Vresin (ml)	Vfiller (ml)	Vspesimen (ml)	Vfiberglass (ml)	Vsekam (ml)
1	40:60	170,6	102,4	273,0667	102,4	0
2	30:70	300	128,5714	428,5714	102,4	26,1714
3	30:70	300	128,5714	428,5714	102,4	26,1714
4	30:70	300	128,5714	428,5714	102,4	26,1714
5	40:60	300	200	500	102,4	97,6
6	40:60	300	200	500	102,4	97,6
7	40:60	300	200	500	102,4	97,6

Tabel 2. Data hasil pengujian

Nomor Spesimen	Data Hasil Pengujian				
	Ta (°C)	Tb (°C)	Tk (°C)	Tb ₁ (°C)	Tb ₂ (°C)
1	196,4	100,3	62,1	61,4	60,9
2	203,8	114,1	55,1	53,7	53
3	204,7	109,6	54,8	53,2	52,5
4	202,5	90,2	53,4	53,1	52,4
5	204	106,1	54	53,5	52,8
6	200,1	88,8	52,7	52,2	51,5
7	195,5	65,8	51,2	50,5	49,9

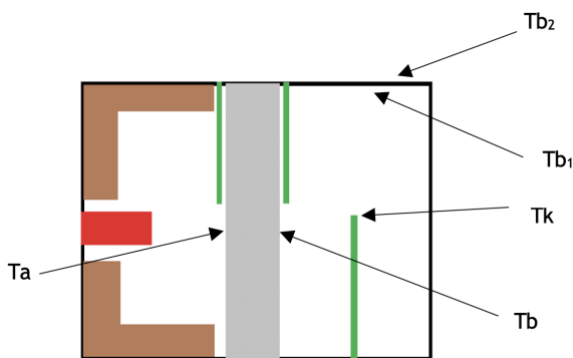
Tabel 3. Data hasil perhitungan

Nomor Spesimen	Data Hasil Perhitungan						
	ΔT (°C)	ΔT_b (°C)	A _{plat} (m ²)	A _{spesimen} (m ²)	k _{plat} (W/mK)	q (Watt)	k (W/mK)
1	96,1	0,5	0,001125	0,000225	16,3	1,1461	0,424
2	89,7	0,7	0,001125	0,000225	16,3	1,2836	0,636
3	95,1	0,7	0,001125	0,000225	16,3	1,1669	0,5999
4	112,3	0,7	0,001125	0,000225	16,3	1,2836	0,508
5	97,9	0,7	0,001125	0,000225	16,3	1,1669	0,5827
6	111,3	0,7	0,001125	0,000225	16,3	1,0697	0,5126
7	129,7	0,6	0,001125	0,000225	16,3	1,0002	0,377

Keterangan:

- ΔT = Selisih temperatur permukaan spesimen
- ΔT_b = Selisih temperatur permukaan alat uji

Temperatur dimana suhu pada ruangan telah stabil dicatat dengan nama “Tk”. Tk menggambarkan seberapa isolator spesimen yang diuji. Segala data temperatur diambil setelah temperatur pada ruangan pengujian telah stabil. Temperatur dimana suhu pada ruangan telah stabil dicatat dengan nama “Tk”. Tk menggambarkan seberapa isolator spesimen yang diuji. Semakin rendah temperatur Tk, maka semakin isolator pula spesimen yang diuji.

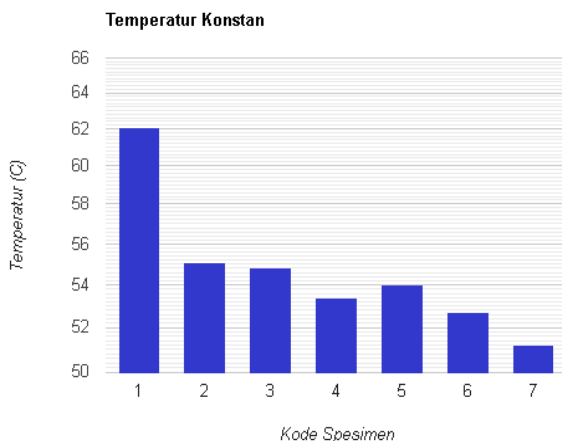


Gambar 3. Posisi pengambilan data temperatur

Keterangan:

- Ta = Temperatur permukaan spesimen 1
- Tb = Temperatur permukaan spesimen 2
- Tk = Temperatur konstan pada alat uji setelah heater dinyalakan
- Tb₁ = Temperatur permukaan alat uji 1
- Tb₂ = Temperatur permukaan alat uji 2

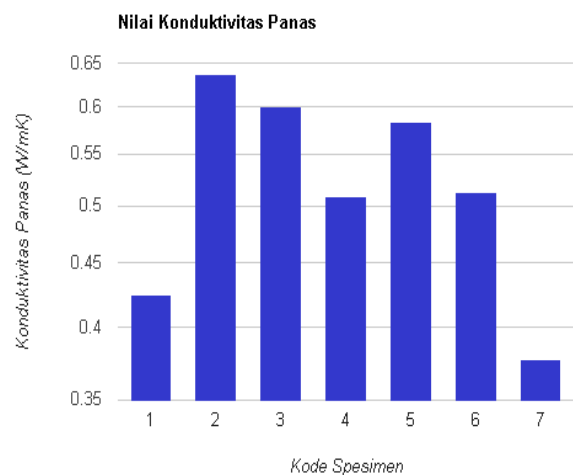
Nilai Tk dari beberapa spesimen ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk data Tb₁ maupun Tb₂ di dapat menggunakan termokopel lain yang tidak terpaku pada alat pengujian.



Gambar 4. Bar chart dari nilai temperatur konstan beberapa spesimen

Temperatur konstan adalah nilai dimana temperatur pada ruangan ‘dingin’ alat pengujian sudah konstan (tidak naik ataupun turun lagi selama pemanas masih dinyalakan). Jika temperatur sudah konstan, itu artinya kalor yang masuk ke ruangan ‘dingin’ alat pengujian sama besarnya dengan kalor yang keluar dari ruangan ‘dingin’ alat pengujian. Pada spesimen 1 terlihat nilainya jauh lebih besar dari spesimen lain. Hal itu disebabkan ketebalan spesimen 1 yang lebih kecil sehingga panas lebih mudah mengalir dari ruangan ‘panas’ menuju ruangan ‘dingin’ alat pengujian. Dari Gambar 4 terlihat bahwa spesimen yang menggunakan bahan penguat serat fiberglass ditambah abu sekam padi memiliki nilai temperatur konstan paling kecil dibanding spesimen lainnya. Nilai temperatur konstan yang kecil berarti sifat isolator yang baik pada spesimen karena panas sulit berpindah dari ruangan ‘panas’ menuju ruangan ‘dingin’ alat pengujian.

Setelah semua data yang dibutuhkan berhasil dikumpulkan, perlu dilakukan perhitungan matematika dengan menggunakan hukum Fourier seperti pada persamaan (1) untuk mencari nilai konduktivitas *thermal* dari spesimen. Namun sebelum menentukan nilai konduktivitas thermal, kita perlu mencari nilai laju perpindahan panas terlebih dahulu dengan menggunakan hukum Fourier juga. Hasil pengolahan/perhitungan data ditunjukkan oleh Tabel 3.



Gambar 5. Bar chart nilai konduktivitas panas

Seberapa isolatornya suatu spesimen dapat dilihat dari nilai k atau konduktivitas panas spesimen tersebut.

Agar perbedaan nilai konduktivitas panas seluruh spesimen lebih terlihat, data konduktivitas panas disajikan dalam sebuah bar chart yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa spesimen yang menggunakan bahan penguat serat fiberglass ditambah abu sekam padi dengan rasio 40:60 (kode spesimen nomor 7) memiliki nilai konduktivitas thermal yang paling kecil yaitu 0.377 W/mK. Spesimen lainnya memiliki nilai konduktivitas panas yang lebih besar dibanding spesimen 1 yang merupakan fiberglass + resin, artinya penambahan sekam padi dan sekam padi giling tidak dapat memperbaiki sifat isolator komposit fiberglass.

Namun besar partikel sekam padi berbanding terbalik dengan sifat isolator (Handani, 2010). Jadi nilai konduktivitas panas dari komposit fiberglass + Sekam padi giling masih dapat dikurangi dengan menggiling sekam padi lebih halus, namun hal tersebut dapat menambah biaya produksi dari komposit.

Selain itu terlihat bahwa penambahan rasio filler pada komposit berbanding lurus dengan sifat isolator komposit tersebut. Namun rasio filler dan matrix pada komposit mempengaruhi sifat mekanis komposit tersebut, jadi perlu berhati-hati dalam menentukan rasio filler dan matrix.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sri Handani (Handani, 2010) dalam jurnalnya yang berjudul "Sifat Isolator Panas Papan Sekam Padi Dengan Variasi Resin Dan Ukuran Partikel." dan penelitian yang dilakukan oleh Hary Wibowo (Wibowo dkk., 2008) dalam jurnalnya yang berjudul "Konduktivitas Termal Papan Sekam Padi", menemukan bahwa semakin kecil besar partikel dari zat penguat suatu komposit termoplastik, maka akan semakin kecil pula nilai konduktivitas panas komposit tersebut.

Pada penelitian ini spesimen yang menggunakan abu sekam padi sebagai zat penguatnya mempunyai nilai konduktivitas panas yang paling kecil. Hal itu disebabkan selain karena kandungan silika yang lebih banyak dibanding spesimen lain, namun juga disebabkan besar partikel abu sekam padi lebih kecil dibanding sekam padi tanpa pengolahan maupun sekam padi giling.

4. SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan analisa data dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa spesimen komposit dengan serat fiberglass dan abu sekam padi sebagai zat penguatnya memiliki nilai konduktivitas panas yang paling kecil. Abu sekam padi dinilai paling baik digunakan sebagai zat penguat komposit isolator karena kadar silika yang lebih murni dibanding sekam padi murni ataupun yang sudah digiling dan memiliki nilai besar partikel yang kecil. Kemudian dengan penambahan rasio filler pada komposit berbanding lurus dengan sifat isolator komposit tersebut. Untuk penggunaan sekam padi utuh maupun sekam padi yang sudah digiling dinilai tidak optimal untuk memperbaiki sifat isolator dari komposit fiberglass. Terlihat dari nilai konduktivitas panas spesimen yang lebih besar dibanding spesimen komposit fiberglass.

Untuk penelitian lanjut dapat diteliti dari beberapa faktor lain selain besar partikel maupun kandungan silika yang mempengaruhi nilai konduktivitas panas, sebagai contoh: penelitian terhadap faktor kandungan air, maupun kerapatan zat sekam padi untuk dapat memanfaatkan sekam padi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Noamany, A.H.A., Habieb, A.A.W. dan Alkhayatt, A.H.O. (2020) 'The particle size effect of rice husk on thermal conductivity and dielectric constant of RTV Silicon rice husk composites', in *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, hal. 012060.
- BPS, Badan Pusat Statistik (2021) *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi 2019-2021*. Available at: <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html> (diakses: 7 May 2022).
- Fatriansyah, J.F., Situmorang, F.W. dan Dhaneswara, D. (2018) 'Ekstraksi silika dari sekam padi: metode refluks dengan NaOH dan pengendapan menggunakan asam kuat (HCl) dan asam lemah (CH₃COOH)', in *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau ke-3*, hal. 123-127.
- Handani, S. (2010) 'Sifat Isolator Panas Papan Sekam Padi dengan Variasi Resin dan Ukuran Partikel', *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 2(2), hal. 68-73.

- Handayani, P.A., Nurjanah, E. dan Rengga, W.D.P. (2014) 'Pemanfaatan limbah sekam padi menjadi silika gel', *Jurnal bahan alam terbarukan*, 3(2), hal. 55-59.
- Holman, J.P. (2002) *Heat Transfer*. McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited [Cetak].
- Ismail, M.S. dan Waliuddin, A.M. (1996) 'Effect of rice husk ash on high strength concrete', *Construction and building materials*, 10(7), hal. 521-526.
- Meliyana, M., Rahmawati, C. dan Handayani, L. (2019) 'Sintesis silika dari abu sekam padi dan pengaruhnya terhadap karakteristik bata ringan', *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 5(2), hal. 164-175.
- Nurlia dkk. (2020) *Mix Sekam Padi, Bonggol Jagung dan Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Alami*. CV Jejak (Jejak Publisher) [Cetak].
- Prasojo, A., Sulisty, J. dan Listyanto, T. (2012) 'Konduktivitas panas empat jenis kayu dalam kondisi kadar air yang berbeda', in *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI*, hal. 97-101.
- Savitri, F.R., Syakur, A. dan Hermawan, H. (2019) 'Analisis Penambahan Bahan Pengisi Pasir Silika Pada Bahan Resin Epoksi Silicone Rubber Terhadap Parameter Listrik, Mekanik Dan Fisik Untuk Bahan Isolator', *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(2), hal. 171-180.
- Wibowo, H. dkk. (2008) 'Konduktivitas Termal Papan Partikel Sekam Padi', *Jurnal Teknologi Technoscientia*, hal. 29-34.
- Zainal, N.S. dkk. (2018) 'Study of Characteristics of Rice Husk and Silica Obtained from Rice Husk', *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 9(5), hal. 158-162.

