

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides*) Dan Serbuk Genteng Dengan Resin Polyester Terhadap Uji Ketahanan Bakar

Yoga Bagus Pratama¹, Ridwan², Sutrisno³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu 79, Madiun, 63131

E-mail: bagusyoga779@gmail.com , ridwan@unmer-madiun.ac.id , sutrisno@unmer-madiun.ac.id

Abstract— *Natural fiber reinforced composites have advantages as composite reinforcement, namely having a relatively light density and strength and stiffness are also quite high. In this study the authors made specimens using natural fibers in the form of vetiver fiber (vetiveria zizanioides) as composite reinforcement and added tile powder as filler, tile powder has good compounds to strengthen the resulting composite. The purpose of this study was to test the combustion resistance of vetiver fiber reinforced composites and roof tile powder with polyester resin as the matrix. This composite is made by hand lay up technique with variation of volume fraction of vetiver fiber 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, roof tile powder 20%, 15%, 10%, 5%, 0%, 80% polyester resin with random fiber orientation. Combustion resistance testing was conducted according to ASTM D-635 standard. The results of this study indicate that composites with volume fractions (20%, 0%, 80%) make this composite flammable, namely with an average Time Of Burning value of 26.52 seconds. While composites with volume fractions (0%, 20%, 80%) are composites that have the most fire-resistant properties with an average Rate Of Burning value of 18.723 mm/min. Composites with a lot of vetiver fiber composition have a faster ignition process, while composites that are only given tile powder filler have a longer ignition process. Meanwhile, the more vetiver fiber composition, the faster the process of ignition.*

Keywords—: *vetiveria zizanioides, hand lay up, resin polyester, Time Of Burning, Rate Of Burning, filler*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit mulai beralih dari bahan serat sintetis menjadi bahan serat berpenguat serat alam. Meskipun tidak sepenuhnya beralih dari serat sintetis ke serat alam, namun serat alam sendiri mempunyai kelebihan sebagai penguat komposit yaitu memiliki densitas yang relatif ringan, dan kekuatan serta kekakuannya yang relatif cukup tinggi, serat alam ini juga lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami.

Serat akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) adalah salah satu bahan alami yang semakin banyak digunakan dalam industri komposit. Komposit adalah material yang dibuat dari dua atau lebih bahan berbeda yang digabungkan untuk menghasilkan sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh masing-masing bahan secara terpisah. Serat akar wangi menawarkan berbagai manfaat dalam pembuatan komposit, termasuk peningkatan kekuatan mekanis, pengurangan berat, ketahanan terhadap kelembapan dan keberlanjutan lingkungan. Dengan kemampuannya untuk memperkuat dan memperbaiki sifat komposit, serat akar wangi menjadi pilihan yang menarik untuk aplikasi industri yang beragam. Penggunaan serat ini tidak hanya mendukung inovasi material tetapi juga mendukung praktik keberlanjutan dan ramah lingkungan.

Serbuk genteng, yang dihasilkan dari penghancuran genteng bekas dapat digunakan sebagai filler dalam pembuatan komposit. Penambahan serbuk genteng sebagai filler dalam pembuatan komposit menawarkan berbagai manfaat, termasuk peningkatan kekuatan mekanik, pengurangan biaya, dan keuntungan lingkungan. Dengan proses integrasi yang tepat, serbuk genteng dapat digunakan untuk menghasilkan komposit yang efisien dan berkelanjutan serta menjadikannya pilihan menarik untuk berbagai aplikasi industri dan otomotif.

Pengujian time of burning dan rate of burning adalah metode penting dalam mengevaluasi ketahanan komposit terhadap api. Dengan memahami bagaimana material berperilaku selama pembakaran, desainer dan insinyur dapat membuat keputusan yang lebih baik mengenai pemilihan material dan desain yang akan meminimalkan risiko kebakaran dan meningkatkan keselamatan. Selain itu, hasil dari pengujian ini harus selalu mempertimbangkan kondisi aplikasi nyata dan standar industri yang relevan. Pengujian berdasarkan ASTM D635 untuk time of burning dan rate of burning memberikan wawasan

penting tentang performa bahan komposit dalam situasi kebakaran. Dengan mengukur waktu dan kecepatan pembakaran, kita dapat lebih memahami potensi risiko dan menilai apakah komposit tersebut memenuhi standar keselamatan yang diperlukan untuk aplikasi industri tertentu.

Setiajit dkk, (2022) meneliti tentang komposit serat gelas dengan penambahan filler MgO terhadap ketahanan bakar dan kekuatan bending, dengan variasi fraksi volume kandungan MgO terhadap UP 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kandungan MgO mempengaruhi ketahanan bakar komposit UP-GF yang ditunjukkan oleh penurunan laju bakar linier. Laju bakar liner paling tinggi terjadi pada variasi penambahan MgO 25% yaitu 15,38 mm/min dan paling rendah pada variasi 0% MgO yaitu 36,75 mm/min. Peningkatan kandungan MgO menghasilkan penurunan kekuatan mekanik komposit UPGF yang ditunjukkan oleh penurunan tegangan bending. Tegangan bending yang diperoleh pada masing – masing penambahan MgO dibandingkan dengan nilai tertinggi adalah 129,31 MPa dan nilai terendah dengan nilai 51,17 MPa dengan penurunan 60,42%.

Oktavian dkk, (2023) meneliti serapan air dan ketahanan bakar pada material komposit hybrid epoxy berpenguat serat bambu/jelatang, variasi fraksi volume serat 30% dan matriks 70% dengan jumlah perbandingan serat bambu/jelatang (A) 100% : 0%, (B) 75% : 25%, (C) 50% : 50%, (D) 25% : 75%, (E) 0% : 100%. Hasil penelitian pada komposit epoxy berpenguat serat bambu/jelatang, hasil serapan air komposit dengan jumlah serat bambu/jelatang (B) 75 : 25 sebesar 4,93% memiliki serapan air lebih tinggi dari specimen (D) 25 : 75 sebesar 4,37%. Penambahan serat bambu menyebabkan kenaikan penyerapan air pada komposit tersebut. Sedangkan hasil pengujian ketahanan bakar menunjukkan bahwa penambahan serat bambu pada komposit epoxy mampu menaikkan nilai waktu penyalaan api dan mengurangi laju pembakaran. Adapun hasil laju pembakaran komposit serat bambu/jelatang (B) 75 : 25 dengan nilai laju pembakaran 7,24 mm/s. Sedangkan komposit serat bambu/jelatang (D) 25 : 75 diperoleh nilai laju pembakaran sebesar 8,63 mm/s.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun Jl. Serayu No 79 Madiun 63131.

A. Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan adalah:

1. Cetakan komposit
2. Timbangan digital
3. Stopwatch
4. Jangka sorong digital
5. Alat uji bakar
6. Alat bantu lainnya (kuas, gelas ukur, gerinda tangan, gunting, penggaris, dll)

B. Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan antara lain:

1. Serat akar wangi
2. Serbuk genteng
3. Resin Polyester
4. Katalis MEPOXE
5. Promotor COBALT N
6. *Mirror glaze/wax*

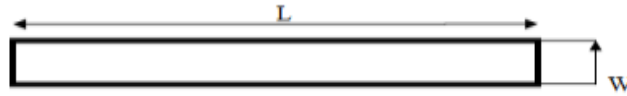
C. Variabel Spesimen

Adapun variabel spesimen yang digunakan peneliti yaitu sebagai berikut:

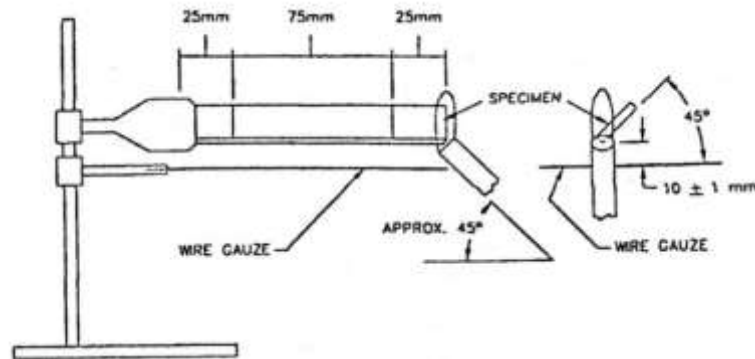
- a. Spesimen A serat akar wangi 0%, serbuk genteng 20%, resin polyester 80%
- b. Spesimen B serat akar wangi 5%, serbuk genteng 15%, resin polyester 80%
- c. Spesimen C serat akar wangi 10%, serbuk genteng 10%, resin polyester 80%
- d. Spesimen D serat akar wangi 15%, serbuk genteng 5%, resin polyester 80%
- e. Spesimen E serat akar wangi 20%, serbuk genteng 0%, resin polyester 80%

D. Spesimen

Standar ukuran dimensi spesimen uji bakar (ASTM D-635, 1998) dapat dilihat pada Gambar 1, dan Gambar 2 menunjukkan standar pengujian bakar (ASTM D-635, 1998), sedangkan Gambar 3 menunjukkan diagram alir penelitian.

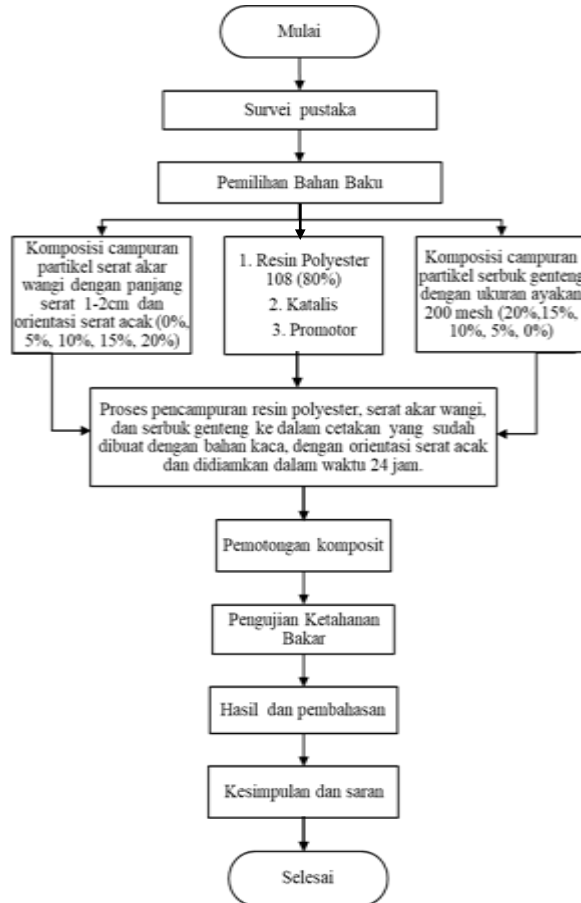


Gambar 1. Standar Ukuran Dimensi Spesimen Uji Bakar (ASTM D-635, 1998).



Gambar 2. Standar Pengujian Bakar (ASTM D-635, 1998).

Langkah-langkah penelitian dimulai dengan survei pustaka untuk memperoleh dasar teori. Setelah itu memilih bahan baku, menetapkan komposisi serat akar wangi dengan variasi fraksi volume 0% : 5% : 10% : 15% : 20% dan resin polyester 80% serta variasi fraksi volume komposisi serbuk genteng 20% : 15% : 10% : 5% : 0%. Proses selanjutnya yaitu pencampuran resin, serat, serbuk, katalis, dan promotor kedalam cetakan, kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah komposit mengering kemudian dipotong menggunakan gerinda tangan dan dilakukan pengujian ketahanan bakar untuk menentukan waktu pembakaran dan laju pembakaran. Hasil dari pengujian ini kemudian dianalisis dalam pembahasan, diikuti dengan kesimpulan dan saran sebelum penelitian dianggap selesai.

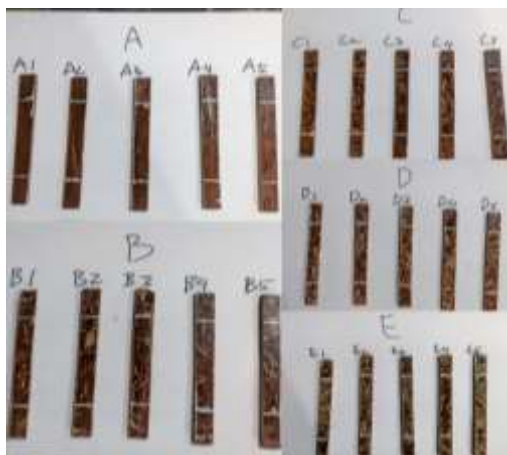


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

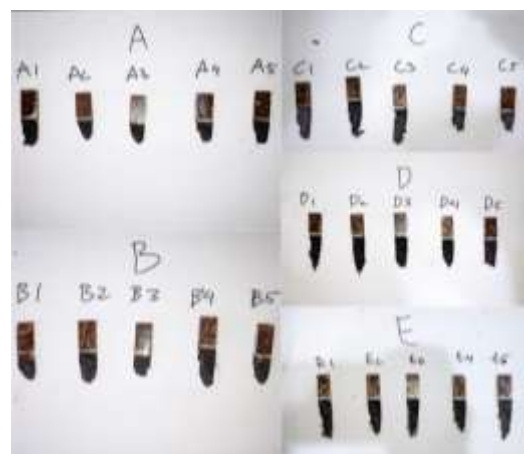
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil spesimen uji

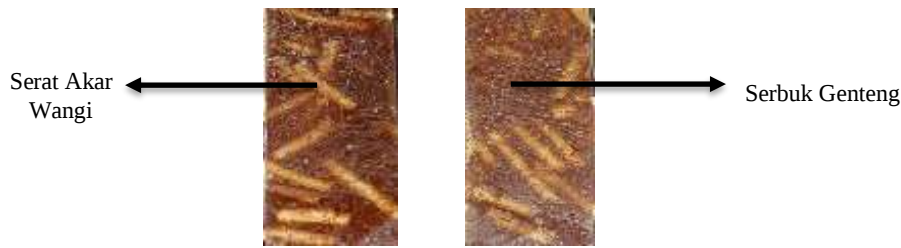
Hasil spesimen uji sebelum dan sesudah diuji ketahanan bakar dari resin polyester yang ditambah serat akar wangi dan serbuk genteng secara fisik dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dan Gambar 6 menunjukkan hasil spesimen uji setelah di zoom.



Gambar 4 Hasil spesimen uji sebelum diuji ketahanan bakar



Gambar 5 Hasil spesimen uji sesudah diuji ketahanan bakar



Gambar 6 Contoh Spesimen dengan kandungan komposisi serat akar wangi dan serbuk genteng setelah di zoom

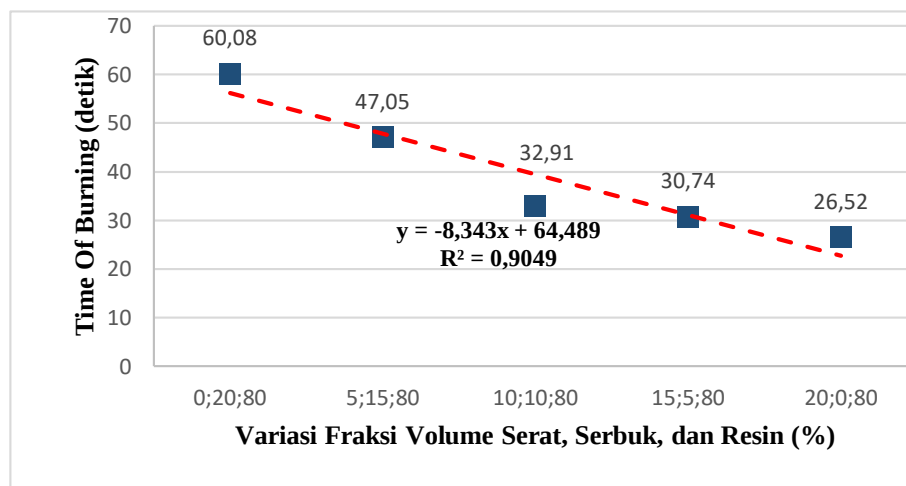
B. Data hasil pengujian time of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester

Pada pengujian bakar ini nilai time of burning diperoleh dari waktu penyalaan api pertama pada spesimen komposit yang merambat pada spesimen uji selama kurang dari 30 detik pada interval jarak 0 mm-25 mm.

Tabel 1 Hasil pengujian time of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester

Sampel	Time Of Burning (detik)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A	60,08	60,07	60,08	60,09	60,09	60,08
B	47,06	47,53	47,54	46,36	46,77	47,05
C	34,00	32,89	32,42	31,87	33,39	32,91
D	38,75	24,35	33,13	27,84	29,65	30,74
E	30,47	27,03	28,50	26,49	20,13	26,52

C. Pembahasan hasil pengujian time of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester



Gambar 7. Grafik nilai rata-rata time of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester.

Berdasarkan Gambar 7. dapat diketahui bahwa terdapat perubahan waktu penyalaan api pertama pada spesimen dengan variasi fraksi volume serat dan serbuk. Spesimen dengan variasi fraksi volume serat 0% dan serbuk 20% memiliki ketahanan bakar yang paling besar dan variasi fraksi volume serat 20% dan serbuk 0% memiliki ketahanan yang kecil.

Pada komposit dengan fraksi serat 0% serbuk 20% memiliki nilai rata-rata time of burning 60,08 detik. Nilai rata-rata time of burning komposit dengan fraksi serat 5% serbuk 15% sebesar 47,05 detik. Nilai rata-rata time of burning komposit dengan fraksi serat 10% serbuk 10% sebesar 32,91 detik. Nilai rata-rata time of burning komposit dengan fraksi serat 15% serbuk 5% sebesar 30,74 detik. Nilai rata-rata time of burning komposit dengan fraksi serat 20% serbuk 0% sebesar 26,52 detik. Perbedaan ketahanan bakar ini disebabkan oleh variasi banyaknya fraksi serat dan serbuk yang mengisi pada masing-masing komposit. Nilai time of burning terbesar menunjukkan bahwa komposit ini membutuhkan waktu yang lebih lama dalam waktu penyalaan apinya sedangkan nilai time of burning terkecil menunjukkan bahwa komposit membutuhkan waktu yang cepat dalam waktu penyalaan apinya.

D. Data hasil pengujian rate of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester

Rate Of Burning atau kecepatan laju bakar komposit merupakan cepat rambat api yang membakar spesimen uji bakar. Nilai rate of burning diperoleh dari data waktu awal api merambat pada jarak 25 mm sampai menuju jarak $L = 100$ mm.

rate of burning pada komposit diperoleh dari persamaan (ASTM D 635, 1998) :

$$V = \frac{60L}{t} \dots\dots\dots \text{(persamaan 1)}$$

$$L = \frac{V \cdot t}{60} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2)}$$

$$t = \frac{60L}{V} \dots\dots\dots \text{(persamaan 3)}$$

Keterangan :

V = *Rate Of Burning* (mm / menit)

L = Panjang spesimen (75 mm)

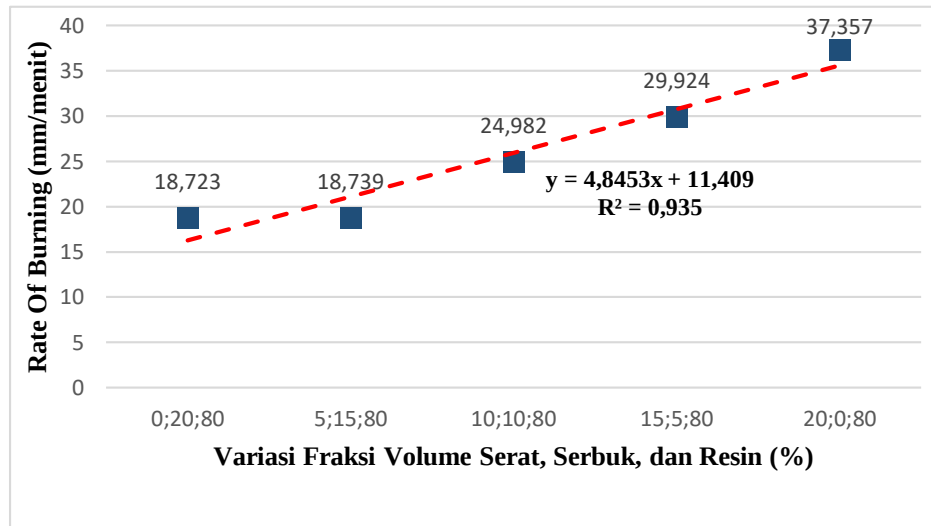
t = Waktu rambat (detik)

Pengujian bakar yang dilakukan telah diperoleh hasil berupa data yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 2 Hasil pengujian rate of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester

Sampel	Rate Of Burning (mm/menit)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A	18,727	18,726	18,723	18,722	18,721	18,724
B	18,739	18,739	18,738	18,740	18,739	18,739
C	24,981	24,983	24,984	24,984	24,981	24,983
D	24,984	24,997	25,000	37,325	37,315	29,924
E	37,344	37,354	37,352	37,358	37,381	37,358

E. Pembahasan hasil pengujian rate of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester



Gambar 8 Grafik nilai rata-rata rate of burning komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester.

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester dikategorikan baik berdasarkan UL 94 (ASTM, 1994). Dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kecepatan bakar (rate of burning) komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester memiliki nilai rate of burning kurang dari 40 mm/menit sepanjang jarak 75 mm dengan ketebalan spesimen uji 3 mm.

Spesimen komposit dengan fraksi berat 0% serbuk 20% mempunyai nilai rata-rata rate of burning sebesar 18,723 mm/menit. Nilai rata-rata rate of burning komposit dengan fraksi serat 5% serbuk 15% sebesar 18,730 mm/menit. Nilai rata-rata rate of burning komposit dengan fraksi serat 10% serbuk 10% sebesar 24,982 mm/menit. Nilai rata-rata rate of burning komposit dengan fraksi serat 15% serbuk 5% sebesar 29,924 mm/menit. Dan nilai rata-rata rate of burning komposit dengan fraksi serat 20% serbuk 0% sebesar 37,357 mm/menit. Nilai rate of burning yang kecil menunjukkan bahwa komposit ini membutuhkan waktu yang lama dalam proses pembakaran sedangkan nilai rate of burning yang besar menunjukkan bahwa komposit membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam proses pembakaran.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisis hasil pengujian time of burning dan rate of burning pada komposit serat akar wangi dan serbuk genteng bermatriks resin polyester yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun Jl. Serayu No 79 Madiun 63131, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh banyaknya kandungan serat akar wangi menyebabkan penurunan time of burning dan peningkatan rate of burning serta pengaruh banyaknya kandungan serbuk genteng menyebabkan peningkatan time of burning dan penurunan rate of burning.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk penelitian berikutnya, antara lain:

- Pada proses pencampuran resin, promotor, katalis, serbuk genteng, dan serat akar wangi sebaiknya lebih diperhatikan lagi agar meminimalisir gelembung udara yang dihasilkan serta pada saat proses menutup cetakan komposit lebih ditekan supaya hasil cetakan komposit merata.
- Proses pemotongan komposit sebaiknya menggunakan alat potong yang lebih canggih/modern.
- Hendaknya lebih teliti pada saat melakukan pengamatan ketika pengujian ketahanan bakar komposit terutama pada saat menekan stopwatch ketika penyalaan api dan waktu cepat rambat agar tidak terjadi kesalahan.
- Perlu diadakan penelitian lanjutan guna mengetahui kekuatan mekaniknya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada Rektor Universitas Merdeka Madiun Dr. Ir. Luluk Sulistyono Budi, M.P. yang telah memberikan fasilitas berupa Laboratorium sehingga peneliti dapat melakukan pengujian dengan baik. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada Ridwan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Ir. Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada peneliti hingga terselesaikannya penelitian ini. Tak lupa peneliti ucapkan terimakasih kepada kedua orangtua yang telah memberikan dukungan dan semangat serta kepada pihak-pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book Of Standards*, ASTM D 635-98 Standard, *Standard Test Method For Rate Of Burning And/Or Extent And Time Of Burning Of Plastics In A Horizontal Position*. New York.
- Annual Book Of Standards*, ASTM D 635-98 Standard 1994. UL 94. Klasifikasi Api. *Underwriters Laboratories*. Northbrook, Illinois. USA.
- Gibson, R.F. (1994). *Introduction To Composite Materials Design*. New York. CRC Press.
- Harper, C. (1996). *Handbook Of Plastics And Elastomers*. New York: Mcgrow-Hill Inc.
- Kuncoro, D., Dkk. (2013). Pengaruh Kandungan Dan Ukuran Serbuk Genteng Sokka Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Geopolimer. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.4, No.1
- Nurdin, A., Dkk. (2019). Pengaruh Alkali Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy. *Jurnal ROTASI*, Vol. 21 No. 1 Hal. 30-35
- Oktavian, M.B.D., Dkk. (2023). Serapan Air Dan Ketahanan Bakar Pada Material Komposit Hibrid Epoxy Berpenguat Serat Bambu/Jelatang. *Jurnal METTEK* Vol 9, No.1
- Sahid, B.S., Dkk. (2022). Komposit Serat Gelas Dengan Penambahan Filler Mgo Terhadap Ketahanan Bakar Dan Kekuatan Bending. : *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine* Vol 8 No 2
- Strong, A. Brent. (1998). Flammability Testing. *Composites Fabrication*. Pp.8-11
- Vinsentius, B.A. (2015). *Sifat Tarik Dan Ketahanan Bakar Komposit Serbuk Genteng Sokka, Phenolic, Dan Serat Gelas* (Tesis Magister Universitas Sebelas Maret Surakarta)
- Wakhid, N. H., Dkk. (2015). Pengaruh Fraksi Volume Serat Gelas Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Dengan Matriks Ripoxy R-802 Ex”. Universitas Sebelas Maret