

KUAT TARIK DAN LENTUR KOMPOSIT EPOKSI/SERAT BAMBUNYANG DIBUAT DENGAN METODE HOT-PRESS

Jauhar Fajrin*, Miko Eniarti, Pathurahman, Akmaluddin, Dadang Murdiman
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115

*Corresponding Author Email: jauhar.fajrin@unram.ac.id

ABSTRAK

Salah satu kelemahan komposit yang dibuat secara manual dengan metode hand lay-up adalah masih banyaknya rongga udara didalam produk komposit yang dihasilkan. Salah satu metode mengatasi kelemahan tersebut adalah metode hot-press. Beberapa penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa metode pembuatan komposit dengan cara hot press ini mampu menghasilkan komposit dengan kualitas yang lebih baik. Artikel ini menyajikan analisis perbedaan karakteristik mekanis komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up dan metode hot-press, yang dilihat dari 2 parameter, yakni kekuatan tarik dan tekannya. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin epoksi, hardener dan serat bambu, yang dalam penelitian ini digunakan bambu Petung. Pengujian kekuatan tarik dan lentur komposit dilakukan menggunakan alat UTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit yang dibuat dengan metode hot press mempunyai kuat tarik dan kuat lentur lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up. Kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 800C (V2), yakni sebesar 20.484 MPa. Nilai ini sedikit lebih tinggi, 5,08%, dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat tarik sebesar 19.443 MPa. Selanjutnya, kuat lentur paling tinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 800C (V2), yakni sebesar 49,04 MPa. Nilai ini 16,25% lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat lentur sebesar 41,07 MPa.

Keyword: kuat tarik, kuat lentur, komposit serat alam, bambu, epoksi.

1. PENDAHULUAN

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa serat alam mempunyai potensi yang baik sebagai pengganti serat-serat konvensional yang telah digunakan sebelumnya, walaupun ada sejumlah hasil penelitian yang memperlihatkan hasil yang anomali, atau berbeda dari teori umum yang telah diketahui. Salah satu aspek yang menyebabkan terjadinya anomali atau hasil yang belum optimal ini adalah karena metode pembuatan komposit dilakukan secara manual dengan cara hand lay-up. Cara pembuatan komposit secara manual ini menghasilkan komposit yang masih banyak mengandung rongga udara didalamnya meskipun terlihat dari luar sudah bagus dan padat. Tetapi kemudahan proses yang ditawarkan oleh metoda hand lay-up selalu menjadikannya sebagai alternatif metode yang paling banyak digunakan orang. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas komposit serat alam adalah metode hot-press atau metode tekan panas. Pembuatan komposit dengan cara ini membutuhkan alat yang mampu menghasilkan panas yang bisa dikontrol dan pada saat yang sama juga memberikan tekanan pada komposit agar menjadi padat dan rongganya berkurang. Laporan penelitian-penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa metode pembuatan komposit dengan cara hot press ini mampu menghasilkan

komposit dengan kekuatan yang tinggi dan struktur serat yang rapat serta menghasilkan produk kokoh dan tahan lama.

Penelitian tentang penggunaan serat alam untuk memperkuat komposit polimer telah banyak dilakukan antara lain seperti yang dilaporkan oleh Fajrin dkk. (2017, 2018). Manuputty dan Berhitsu (2010) melakukan penelitian menggunakan serat bambu Apus dan bambu Petung dengan sebagai bahan alternatif pembuatan kulit kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik dengan arah irisan radial dan tenggensial untuk bambu Apus adalah 135.90 MPa dan 135.25 MPa, sedangkan untuk bambu Petung dengan arah irisan radikal dan tenggensial adalah 111.25 MPa dan 94.25 MPa. Kemudian, Saputra dkk. (2022), melakukan percobaan menggunakan serat bambu dan kelapa yang untuk memperkuat komposit epoxy yang dibuat dengan cara hand lay up. Hasil pengujian mereka menyimpulkan bahwa modulus elastisitas komposit sebesar 214 MPa dengan fraksi serat 10% perbandingan serat 50:50. Selanjutnya, Hastuti dkk. (2021) melakukan penelitian dengan cara hibridisasi serat penguat komposit, dimana 40% serat bambu dikombinasikan dengan serat sekam dalam berbagai proporsi. Matriks yang digunakan adalah resin polister tak jenuh dan komposit dibuat dengan metode hand lay up. Hasil pengujian mengindikasikan bahwa semakin banyak serat sekam ditambahkan kedalam serat bambu akan menurunkan kuat tekan tetapi sebaliknya akan meningkatkan kuat lentur komposit yang dihasilkan.

Penelitian tentang komposit serat alam dengan metode hot-press dilakukan oleh Johari dan Santoso (2021), dimana mereka melakukan uji fisik menggunakan foto makro dan uji sifat mekanik. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa struktur mikro papan komposit memiliki rongga lebih sedikit pada temperatur 210°C dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan temperatur dibawahnya. Selanjutnya, Indrayani dkk (2022) melakukan analisa pengaruh suhu terhadap komposit yang dibuat dengan metode hot press menggunakan serat pelapah sawit dengan waktu 30 menit dan variasi suhu 180°C, 200°C, 210°C dan 225°C. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa komposit yang dibuat dengan suhu 225°C mempunyai kerapatan dan kuat impak paling tinggi. Kerapatan komposit yang dihasilkan adalah 0.854 g/cm² dan kuat impaknya sebesar 14 joule.

Setiaji dkk (2016) melakukan pengujian komposit serat kenaf yang dibuat dengan metode hot press dengan memvariasikan lama perlakuan panasnya yakni; 5, 10, 15, dan 20 menit dengan suhu 180° C dan tekanan 20.25 kJ/m². Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit yang dihasilkan dengan lama waktu perlakuan panas 5 menit memiliki kuat tarik yang paling tinggi, yakni sebesar 39.37 MPa. Selain itu, Wahyudin dkk (2019) melaporkan penelitian tentang komposit serat Palembang dan matrik polypropylene yang dibuat dengan metode hot press. Komposit yang dihasilkan mempunyai kuat tarik, kuat lentur dan modulus elastisitas berturut-turut sebesar 18.53 MPa, 18.53 MPa dan 16242 MPa.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin epoksi, hardener dan serat bambu, dalam hal ini digunakan bambu Petung. Bahan lainnya adalah release agent yang digunakan untuk mempermudah pelepasan komposit. Sementara peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan komposit adalah timbangan digital, cetakan komposit yang terbuat dari kaca dengan ukuran 250 mm x 200 mm x 3 mm, alat potong, gelas ukur dan kuas serta rol. Eksperimen dibagi menjadi dua

tahapan, eksperimen pendahuluan dan eksperimen lanjutan. Eksperimen pendahuluan dilakukan untuk mengetahui perbedaan kinerja komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up dengan metode hot press. Setelah memastikan bahwa metode hot press memberikan kontribusi dalam perbaikan kualitas komposit, maka dilakukan eksperimen lanjutan. Pada eksperimen lanjutan ini, temperatur divariasikan untuk mengetahui pengaruh suhu tersebut terhadap kualitas komposit.

Pengujian kekuatan tarik dan lentur komposit dilakukan menggunakan alat Electromechanical Universal Testing Machine (UTM) yang tersedia di Laboratorium MIPA Universitas Mataram. Benda uji terdiri dari 3 variasi menggunakan metode hot press dan 1 variasi menggunakan metode hand lay up, dimana untuk setiap variasinya dibedakan oleh suhu. Setiap variasi memiliki 3 benda uji, untuk sampel V1 dibuat dengan metode hot press menggunakan suhu 60°C, sampel V2 dibuat dengan metode hot press menggunakan suhu 80°C, sampel V3 dibuat dengan metode hot press menggunakan suhu 100°C dan sampel H dibuat dengan metode hand lay up menggunakan suhu ruangan. Bahan dan proses pembuatan komposit diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Bahan penyusun komposit bambu-epoxy

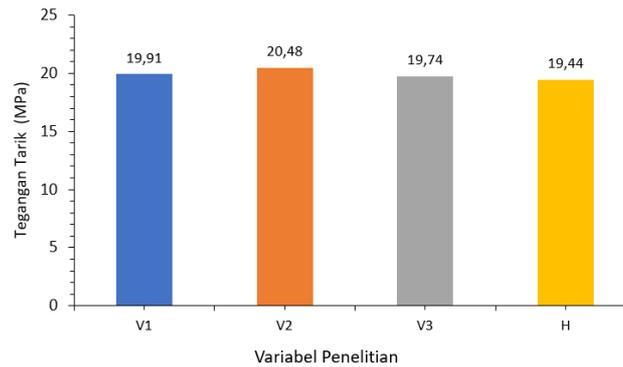


Gambar 2. Proses pembuatan komposit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

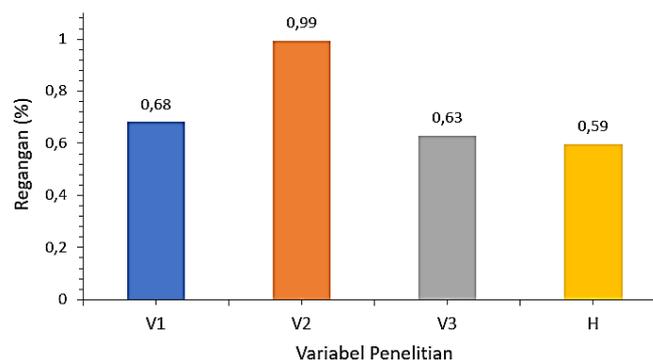
Kekuatan Tarik Komposit

Hasil pengujian tegangan tarik komposit diperlihatkan pada Gambar 3. Secara umum terlihat bahwa komposit yang dipersiapkan dengan metode hot press lebih tinggi daripada komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan.



Gambar 3. Tegangan Tarik Komposit

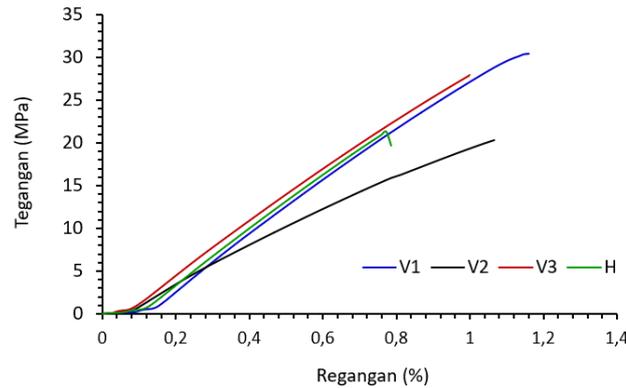
Kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 80°C (V2), yakni sebesar 20.484 MPa. Nilai ini sedikit lebih tinggi, 5,08%, dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat tarik sebesar 19.443 MPa. Selanjutnya, kekuatan tarik komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 600C (V1) dan 100°C (V3) adalah masing-masing sebesar 19,91 MPa dan 19,74 MPa. Kuat tarik komposit V2 2,8% lebih tinggi dari V1 dan 3,63% lebih tinggi dari V3. Perbedaan diantara ketiganya tidak terlalu signifikan. Meskipun demikian, secara umum ketiga komposit yang dibuat dengan metode press memiliki nilai rerata kuat tarik lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan cara manual. Proses pemberian panas mampu meminimalisir terciptanya rongga udara (void) sehingga ikatan antara serat dan resin lebih merata pada saat proses fabrikasi, hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Bani dkk. (2017). Terlihat juga bahwa komposit yang dibuat dengan suhu 100°C lebih rendah dibandingkan dengan yang dibuat dengan suhu 80°C. Penggunaan temperatur yang terlalu tinggi pada proses hot press akan mengakibatkan rantai cabang plastik tidak rapi seperti sebelumnya. Rantai yang keluar dari barisan kemudian membentuk amorf (bentuk tak beraturan) seperti yang dinyatakan oleh Indrayani dkk. (2022). Selain nilai tegangan, nilai regangan tarik juga dapat diperoleh dengan memperhatikan perubahan panjang sampel terhadap panjang awal sampel. Nilai regangan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Regangan Tarik Komposit

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4, regangan tarik semua komposit yang dibuat dengan metode hot-press (V1, V2 dan V3) lebih tinggi dibandingkan dengan regangan tarik komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up (H). Regangan tarik tertinggi untuk komposit yang dibuat dengan metode hot press dimiliki oleh komposit V2 dengan nilai sebesar 0,99%. Nilai ini 40,4% dibandingkan dengan

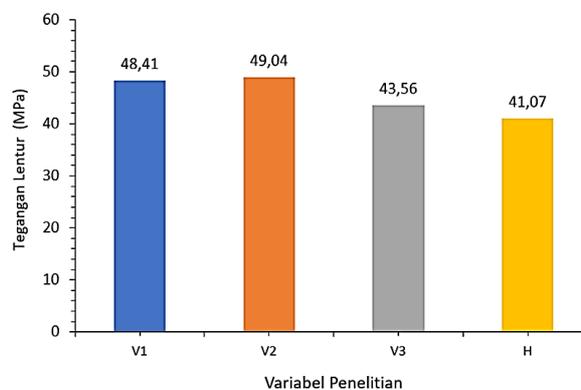
regangan tarik komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up (H) yang hanya sebesar 0,59%. Selanjutnya perbedaan antara V2 dengan V1 adalah sebesar 31,31% dan V2 dengan V3 sebesar 36%. Bentuk grafik hubungan antara tegangan dan regangan tarik dari masing-masing benda uji untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5. Terlihat dengan jelas pada Gambar 5 bahwa ke-4 komposit, baik yang dibuat dengan cara hot press maupun manual dengan metode hand lay-up, memiliki tipikal material getas karena mengalami kerusakan pada regangan dibawah 5% (Fajrin dkk., 2023). Terlihat pula bahwa semua komposit yang diuji mengalami kegagalan yang bersifat tiba-tiba tanpa indikasi perubahan dari elastis ke plastis. Hal ini juga merupakan salah satu indikator sebuah material yang bersifat getas.



Gambar 5. Grafik Tegangan- Regangan Tarik Komposit

Kekuatan Lentur Komposit

Hasil pengujian tegangan lentur komposit diperlihatkan pada Gambar 6. Secara umum terlihat bahwa komposit yang dipersiapkan dengan metode hot press mempunyai tegangan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up. Seperti yang terlihat pada Gambar 6, kekuatan lentur tertinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 80°C (V2), yakni sebesar 49,04 MPa. Nilai ini lebih tinggi, 16,25%, dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat lentur sebesar 41,07 MPa. Selanjutnya, kekuatan lentur komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 60°C (V1) dan 100°C (V3) adalah masing-masing sebesar 48,41 MPa dan 49,04 MPa. Kuat lentur komposit V2 hanya 1,28% lebih tinggi dari V1 dan 11,17% lebih tinggi dari V3.

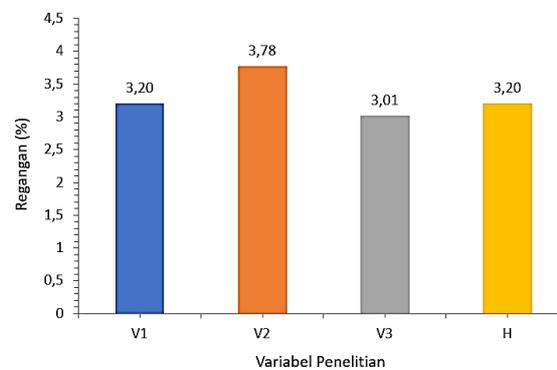


Gambar 6. Tegangan Lentur Komposit

Perbedaan diantar ketiganya cukup signifikan. Secara umum ketiga komposit yang dibuat dengan metoode press memiliki nilai rerata kuat lentur lebih tinggi

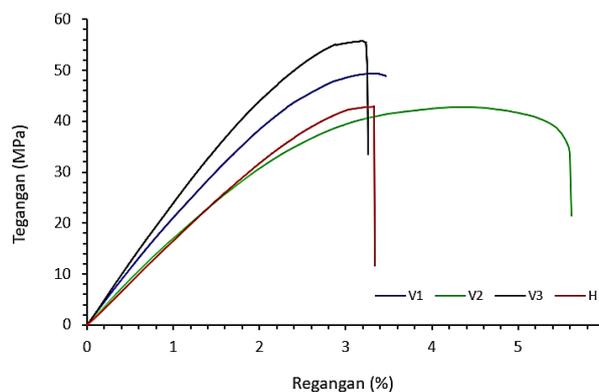
dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan cara manual. Seperti yang dikatakan oleh Indrayani dkk. (2022) resin akan semakin mencair pada suhu yang lebih tinggi sehingga mempunyai kemampuan membasahi serat yang lebih baik dibandingkan dengan resin yang digunakan pada suhu ruangan. Pada suhu 80°C, resin epoksi mampu melapisi serat bambu dengan lebih baik. Fenomena seperti ini juga ditemui pada penelitian yang dilaporkan oleh Kardiman dkk. (2019) yang menggunakan metode hot press pada pembuatan komposit HDPE yang diperkuat dengan sekam padi.

Dari pengujian kuat lentur didapatkan data nilai regangan uji kuat lentur yang ditunjukkan pada Gambar 7. Seperti yang terlihat pada gambar, regangan lentur tertinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot-press dengan suhu 800C (V2), yakni sebesar 3,78%. Nilai ini 15,34% lebih tinggi dibandingkan dengan regangan lentur komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up (H) yang hanya sebesar 3,20%. Selanjutnya perbedaan antara V2 dengan V1 adalah sebesar 15,34% dan V2 dengan V3 sebesar 20,37%.



Gambar 7. Regangan Lentur Komposit

Bentuk grafik hubungan antara tegangan dan regangan lentur dari masing-masing benda uji untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 8. Terlihat dengan jelas pada gambar tersebut bahwa ke-4 komposit, baik yang dibuat dengan cara hot press maupun manual dengan metode hand lay-up, memiliki nilai regangan kurang dari 5%, yang mengindikasikan sebagai material getas (Fajrin dkk., 2023. Tetapi kalau diperhatikan dengan seksama, meskipun kerusakan yang terjadi bersifat mendadak, tetapi ada sedikit terlihat perubahan dari fase elastis ke plastis baru kemudian komposit mengalami kerusakan.



Gambar 8. Grafik Tegangan Regangan Lentur Komposit

4. KESIMPULAN

Komposit serat alam yang terbuat dari serat bambu dan resin epoksi telah dibuat dengan dua metode; cara manual menggunakan metode hand lay-up dan metode tekan panas atau hot press. Beberapa kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Komposit yang dibuat dengan metode hot press mempunyai kuat tarik lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan metode hand lay-up, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 80°C (V2), yakni sebesar 20.484 MPa. Nilai ini sedikit lebih tinggi, 5,08%, dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat tarik sebesar 19.443 MPa.
- 2) Komposit yang dibuat dengan metode hot press juga mempunyai kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dibuat dengan metode manual hand lay-up. Kuat lentur paling tinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan metode hot press dengan suhu 80°C (V2), yakni sebesar 49,04 MPa. Nilai ini lebih tinggi, 16,25%, dibandingkan dengan komposit yang dibuat secara manual atau hand lay-up (H) yang memiliki kuat lentur sebesar 41,07 MPa.
- 3) Pada proses pembuatan komposit dengan metode hot press, pemberian suhu sebesar 80°C (V2) memberikan nilai yang lebih optimal dibandingkan dengan suhu 60°C (V1) dan 100°C (V3). Kuat tarik dan lentur paling tinggi dimiliki oleh komposit yang dibuat dengan perlakuan suhu sebesar 80°C (V2), dengan nilai rerata kuat tarik sebesar 20.484 MPa dan kuat lentur sebesar 49,04 MPa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Mataram yang telah mendanai penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Bani, Y. O., Mangesa, D. P., & Bale, J. S. (2017). Pembuatan dan pengujian alat fabrikasi komposit vacuum bag dengan menggunakan metode VDI 2221. *Lontar Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 04(01), 16–25.
2. Fajrin, J., Permatasari, I., Hariyadi, H., Eniarti, M., Suparjo, S., & Pathurahman, P. (2023). Kuat Lentur Dan Lentur Komposit Poliester-Abaka Yang Diekspose Pada Lingkungan Agresif. *Spektrum Sipil*, 10(1), 1–11.
3. Fajrin J., Pathurahman, Suparjo, Handayani T. (2017). Flexural Properties of Tropical Natural Fibres Reinforced Epoxy Composites Prepared Using Vacuum Bagging Method, *Proceeding of 2nd ICST 2017*, hal. 243-251.
4. Fajrin, J., Sari, N. S. (2018). Shear properties evaluation of natural fibre reinforced epoxy composites using V-notch shear test, *MATEC Web of Conferences* 195, 02004, *Proceeding Conference ICRMCE-5, UNS Solo, Indonesia*.
5. Fajrin, J., Sari, N. S. (2018). Tensile properties of lignocellulosic composites: A comparison analysis between natural fiber composites (NFCs) and medium density fiber. *Jurnal Spektran*. 6(1). hal. 111 – 116.
6. Hastuti, S., Budiono, H. S., Ivadiyanto, D. I., & Nahar, M. N. (2021). Peningkatan sifat mekanik komposit serat alam limbah sabut kelapa (cocofiber) yang biodegradable. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 30–37.

7. Indrayani, N. L., Handriyanto, M. R., Rahmanto, R. H., & Sadiana, R. (2022). Studi pengaruh variasi temperatur hot press terhadap sifat ketangguhan komposit polypropylene berpenguat serat pelapah sawit. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 18(2), 128–133.
8. Johari, A. F., & Santoso, D. T. (2021). Pengaruh temperatur terhadap pembuatan papan komposit sekam padi berbasis limbah HDPE menggunakan metode hot press. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 17–24. <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i1.2036>
9. Kardiman, K., Fuadi, F. D. ., C.S, F., & Widiyanto, E. (2019). Pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik pada pembuatan papan komposit berbasis sekam padi dan matriks HDPE. *DINAMIKA : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 10.
10. Karso, T., Raharjo, W. W., & Sukanto, H. (2012). Pengaruh variasi suhu siklus termal terhadap karakteristik mekanik komposit HDPE-sampah organik. *Mekanika Universitas Sebelas Maret*, 11(1), 8–13.
11. Manuputty M, Berhita P T, 2010, Pemanfaatan Material Bambu Sebagai Alternatif Bahan Komposit 789 ... 794 *Jurnal TEKNOLOGI*, Volume 7 Nomor 2.
12. Saputra, R., Kardiman, K., Santoso, D. T., & Imran, A. I. (2022). Analisis sifat mekanis dan sifat fisis pada komposit serat sabut kelapa serat bambu matriks epoxy sebagai material bumper mobil. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 37.
13. Setiajit, S. B., Raharjo, W. W., & Sukanto, H. (2016). Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf / polypropylene. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(2), 89–93.
14. Wahyudin, W., Kardiman, K., Cahyadi, D., & Imran, A. I. (2019). Analisis sifat mekanik dan simulasi kegagalan komposit serat pelepah palem sadeng matriks polypropylene sebagai atap mobil. *DINAMIKA : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 1.