

Analisis Pengaruh Variasi Campuran Perekat *Lateks-Epoxy* pada *Single Lap Joint* Komposit Serat Sabut Kelapa

Alfiansyah Lanamas Dwiputra^{1*}, Sri Hastuti² dan R. Faiz Listyanda^{1,2}

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tidar,

Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kota Magelang, 56116, Jawa Tengah, Indonesia

*E-mail: lanamasputra@gmail.com, hastutisrimelin@untidar.ac.id

Abstrak

Komposit banyak digunakan pada berbagai bidang seperti industri peralatan rumah tangga maupun otomotif. Komposit dapat dibuat menggunakan material penguat *coco fiber*. *Coco fiber* ini dimanfaatkan untuk tipe sambungan *single lap joint* yang dianggap ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh variasi campuran perekat *lateks* dan *epoxy* yang optimal dari sambungan *single lap joint* komposit serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik geser dan menganalisis penampang dari patahan sambungan *single lap joint* komposit serat sabut kelapa setelah dilakukan pengujian tarik geser. Komposisi komposit *coco fiber* menggunakan 30% serat dan 70% resin. *Matriks* yang digunakan tipe resin *unsaturated polyester 157 BTQN-EX* dan *hardener MEKPO*. Cetak komposit dilakukan dengan cetak tekan. Variasi campuran perekat *lateks* dan *epoxy* dengan perbandingan variasi campuran perekat yaitu 10% (LA) : 90% (EP), 20% (LA) : 80% (EP), 30% (LA) : 70% (EP). Hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata kekuatan tarik geser tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi campuran perekat 10% LA: 90% EP yaitu sebesar 1,47 MPa. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah penambahan *lateks* yang optimal pada campuran perekat maka dapat meningkatkan kekuatan tarik geser. Sebaliknya nilai rata-rata terendah terdapat pada spesimen dengan variasi campuran perekat 30% LA: 70% EP sebesar 0,97 MPa. Hasil penampang patahan yang didapatkan yaitu *thin layer cohesive failure*, *cohesive failure*, dan *stock break failure*.

Kata kunci: *Coco fiber*, *epoxy*, komposit, *lateks*, *single lap joint*

1. Pendahuluan

Komposit banyak digunakan pada berbagai bidang seperti industri peralatan rumah tangga maupun otomotif [1]. Komposit polimer banyak digunakan berbahan serat sintesis, tetapi seiring berjalannya perkembangan teknologi komposit serat alam mulai dikembangkan. Hal ini karena komposit serat alam mempunyai keistimewaan yaitu dapat didaur ulang. Keunggulan komposit polimer berbahan serat alam antara lain: memiliki sifat mekanik yang baik, tahan terhadap korosi, menghambat aliran listrik, ramah lingkungan, dan bersifat isolator terhadap panas dan suara [2][3]. Selain itu, mudah didapatkan dan harganya lebih murah. Contoh material serat alam yaitu, serat sabut kelapa, serat ijuk, serat rami, dan sebagainya.

Serat sabut kelapa atau *cocofiber* merupakan produk hasil pengolahan dari sabut kelapa. Hasil produk olahan sabut kelapa antara lain *cocopeat*, *cocomesh*, *cococoir*, dan *cocofibre* [4][5]. Serat sabut kelapa mengandung kandungan lignin yang tinggi, sehingga serat serabut kelapa memiliki beberapa keunggulan yaitu tahan terhadap degradasi bakteri dan jamur, kualitas kekerasan yang lebih besar, dan mudah dimodifikasi secara kimia [6]. Selain itu, serat sabut kelapa memiliki sifat tidak kaku, sangat lentur, ringan, ulet, murah, dan mudah didapat. Oleh karena itu, serat sabut kelapa sering di gunakan sebagai bahan material komposit [7]. Penggunaan material komposit polimer serat alam pada suatu struktur harus mempertimbangkan kemampuan dan keamanan termasuk pada bagian sambungan [8].

Metode penyambungan dapat diterapkan pada komposit antara lain: *adhesive bonding*, *mechanical method*, dan gabungan dari keduanya. Metode paling tepat untuk penyambungan komposit yaitu *adhesive bonding*, karena metode ini tidak mempengaruhi berat material, tidak merusak serat, dan beban terdistribusi secara merata. Bahkan metode ini mampu menahan berat yang lebih besar dibandingkan dengan metode *mechanical method* [8]. *Adhesive* mampu merekatkan dua material dalam jangka waktu yang panjang. Berdasarkan pembentuk komponen utama *adhesive* terbagi menjadi dua jenis yaitu *adhesive* alami dan *adhesive* sintesis [9]. Salah satu jenis *adhesive* alami yaitu getah karet atau biasa disebut lateks.

Getah karet merupakan material yang elastis karena dapat diregangkan dan dapat kembali ke semula. Getah karet juga memiliki keunggulan yaitu memiliki sifat lekung lentur, memiliki daya redam getaran, dan umur kelelahan [10]. Sedangkan *adhesive* sintesis salah satu jenisnya yaitu *epoxy*. *Epoxy* merupakan *adhesive* kuat yang tahan terhadap suhu dan memiliki kekakuan yang tinggi. Oleh karena itu, *epoxy* diaplikasikan sebagai perekat di permukaan, baik itu dengan perlakuan permukaan maupun tanpa perlakuan permukaan. Teknik penyambungan dengan *adhesive* memiliki beberapa macam tipe, antara lain: *single lap joint*, *double lap joint*, *single strap joint*, *double strap joint*, *butt joint*, dan *scarf joint* [11]. Teknik penyambungan *adhesive bonding* sangat bagus dipadukan dengan tipe sambungan *single lap joint*. *Single lap joint* merupakan sambungan tumpang tunggal yang digunakan sesuai dengan konstruksi sambungan yang akan digabungkan dan ketebalan perekat serta material perekat akan berpengaruh pada kekuatan sambungan. Peningkatan sambungan *single lap joint* pada perekat jenis kuat terjadi pada ketebalan perekat 0,2 - 0,5 mm [12].

Peningkatan kekuatan tarik geser *single lap joint* dapat dipengaruhi oleh jenis perekat, area perekat, kekasaran permukaan, dan tebal perekat. Penambahan perekat lemah dapat meningkatkan kekuatan tarik geser sambungan tumpang tunggal [10]. *Adhesive epoxy* merupakan perekat kuat yang memiliki kekakuan yang tinggi dan *lateks* merupakan perekat lemah yang memiliki kelenturan dan ketahanan terhadap getaran. Oleh karena itu, diperlukan analisis variasi campuran perekat yang optimal untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada sambungan tumpang tunggal komposit serat sabut kelapa.

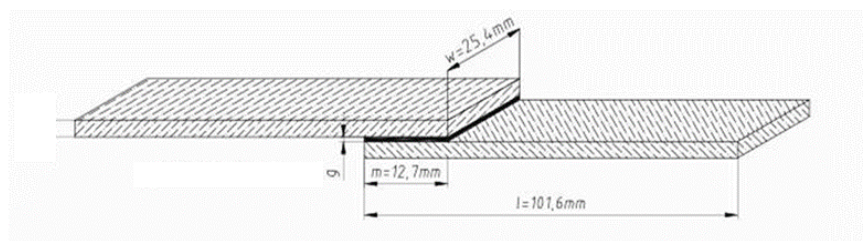
2. Metodologi

Material penguat komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat sabut kelapa. Penelitian yang dilakukan yaitu dengan menyambung komposit serat sabut kelapa dengan tipe sambungan *single lap joint*. Komposisi komposit serat sabut kelapa menggunakan 30% serat dan 70% *matriks*. Serat sabut kelapa dilakukan perendaman dengan cairan 5% NaOH selama 2 jam. *Matriks* digunakan tipe resin *unsaturated polyester* 157 BTQN-EX dan *hardener* MEKPO. Cetak komposit dilakukan dengan cetak tekan. Penyambungan komposit menggunakan metode *adhesive bonding* dengan variasi campuran perekat. *Adhesive* yang digunakan yaitu *adhesive* alam berupa *lateks* (LA) dan *adhesive* sintesis berupa *epoxy* (EP). Variasi campuran perekat yang digunakan terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi Campuran Perekat

No.	Spesimen	Variasi Campuran Perekat	
		<i>Lateks</i> (LA)	<i>Epoxy</i> (EP)
1	A	10%	90%
2	B	20%	80%
3	C	30%	70%

Ketebalan perekat yang digunakan 0,5 mm. Standar uji dalam penelitian ini mengacu ASTM D1002-01 yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Sambungan ASTM D 1002-01

Campuran perekat *lateks* dan *epoxy* dicampurkan pada wadah dan diaduk menggunakan spatula dengan kecepatan 60 rpm. Spesimen *single lap joint* direkatkan dan diberikan tekanan sebesar 0.1 MPa selama 24 jam kemudian spesimen tersebut dibiarkan selama 1 minggu agar perekat pada sambungan mengering sempurna. Pengujian dalam penelitian ini yaitu uji tarik geser menggunakan *universal testing machine* (UTM). Hasil uji tarik geser dihitung dengan persamaan untuk mengetahui tegangan tarik gesernya.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

σ = Tegangan Geser (*Shear Stress*) (Mpa)

P = Beban Geser (*Shear Force*) (N)

A = Luas Penampang Yang Digeser (mm^2)

Hasil uji tarik geser kemudian dilakukan pengamatan secara visual pada patahan untuk mengetahui mode kegagalan yang terjadi pada setiap spesimen.

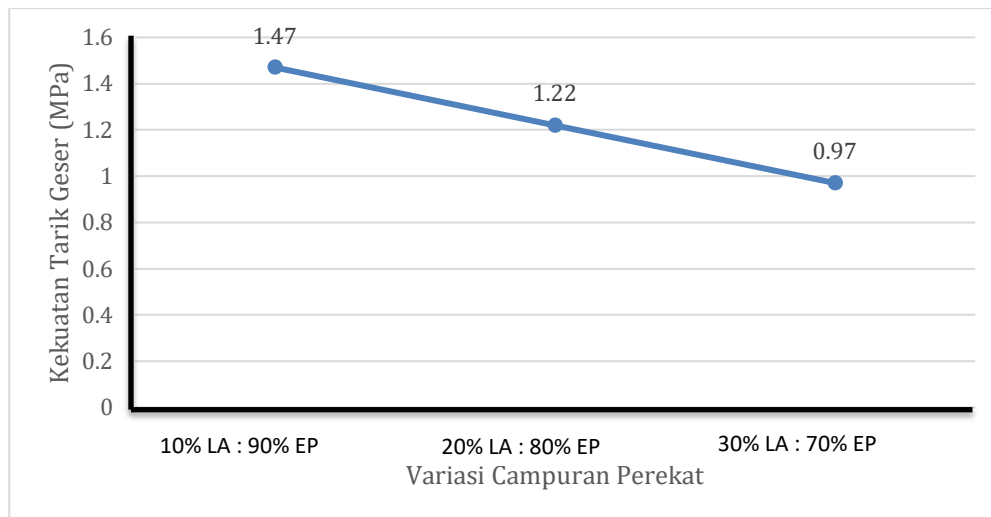
3. Hasil dan pembahasan

Pengujian tarik geser dilaksanakan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kapasitas 4600 kgf di Laboratorium Uji Logam Universitas Sanata Dharma. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Geser

Variasi Komposisi Perekat	P (Kgf)	σ (MPa)
10% <i>Lateks</i> : 90% <i>Epoxy</i>	35.12	1.06
	52.8	1.60
	58	1.76
Rata-Rata		1.47
20% <i>Lateks</i> : 80% <i>Epoxy</i>	35.54	1.08
	36.97	1.12
	47.95	1.45
Rata-Rata		1.22
30% <i>Lateks</i> : 70% <i>Epoxy</i>	14.18	0.43
	35.35	1.07
	46.37	1.41
Rata-Rata		0.97

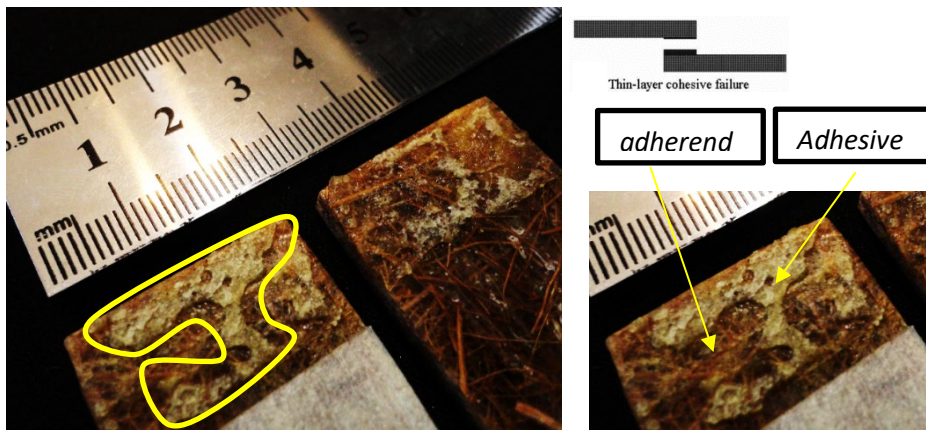
Dari tabel 2, masing-masing variasi perekat campuran diperoleh rata-ratanya yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik dibawah.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Tarik Geser

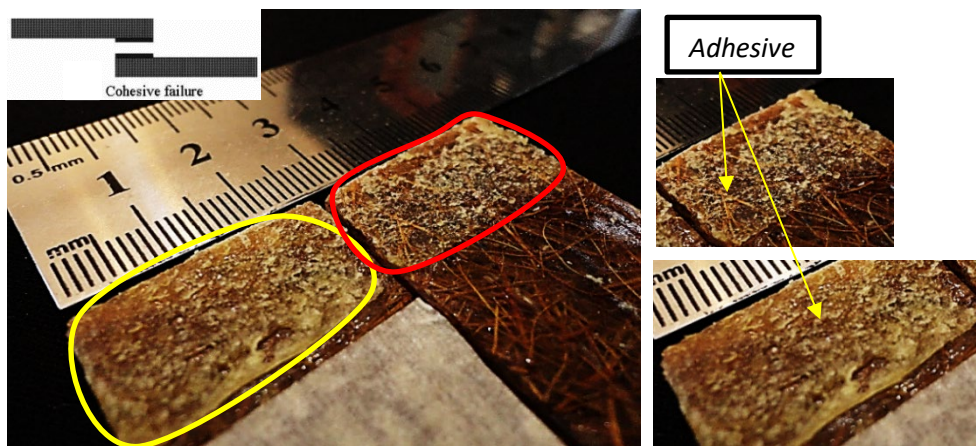
Berdasarkan gambar 2 grafik hasil uji tarik geser pada sambungan *single lap joint* menunjukkan kekuatan tarik geser turun seiring dengan penambahan getah karet. Hasil rata-rata menunjukkan bahwa kekuatan tarik geser dari perlakuan LA 10%: EP 90% yaitu 1,47 MPa. Hasil rata-rata perlakuan LA 20%: EP 80% yaitu 1,22 MPa. Hasil perlakuan LA 30%: EP 70%. Yaitu 0,97 MPa. Berdasarkan hasil rata-rata dari ketiga perlakuan tersebut, maka LA 10%: EP 90% paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan LA 20%: EP 80% dan LA 30%: EP 70%. Semakin tinggi komposisi *lateks* maka kekuatan tarik akan semakin menurun. Hal tersebut berbanding lurus dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa dengan sedikit penambahan getah karet dapat meningkatkan kekuatan sambungan tumpang tunggal. Sebaliknya apabila penambahan getah karet lebih banyak akan menyebabkan penurunan kekuatan tarik pada sambungan tumpang tunggal. Getah karet memiliki sifat ulet dan lemah yang menyebabkan peningkatan daya rekat pada *adherend*. Penambahan getah karet yang optimal dapat meningkatkan kekuatan tarik geser pada sambungan tumpang tunggal. Kekuatan tarik geser pada sambungan tumpang tunggal juga dapat dipengaruhi dari area perekat material, jenis perekat, kekasaran permukaan, dan tebal perekat [10].

Pengamatan visual patahan pada *single lap joint* dilakukan setelah melakukan pengujian tarik geser dengan menggunakan kamera profesional. Pengamatan patahan sambungan dilakukan setelah pengujian tarik geser pada sambungan. Tujuan dari pengamatan ini untuk mengetahui mode kegagalan pada hasil uji tarik geser. Pengamatan visual patahan pada *single lap joint* dilakukan setelah pengujian tarik geser dapat dilihat pada gambar 3, 4, dan 5.



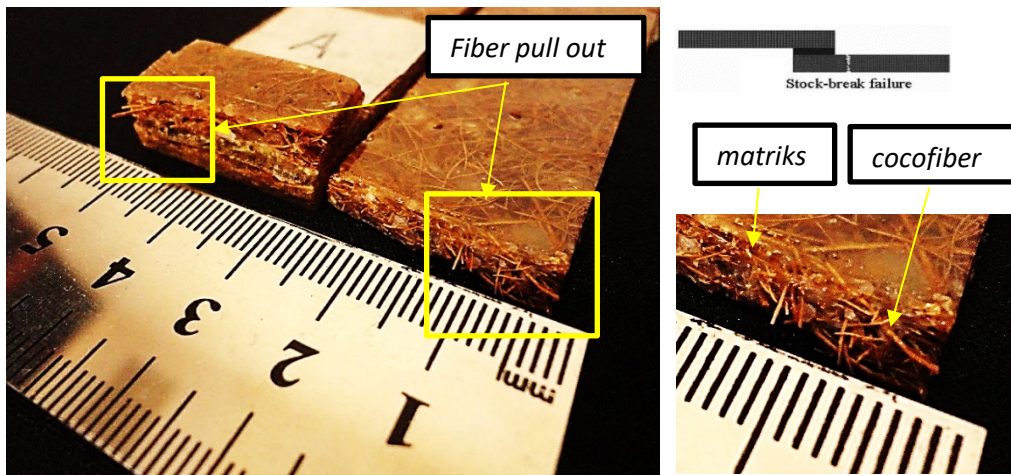
Gambar 3. Spesimen Variasi 30% LA : 70% EP.

Sambungan pada gambar 3 mengalami jenis kegagalan yaitu *thin layer cohesive failure* dimana perekat lebih tebal ke salah satu sisi spesimen dan lebih tipis di spesimen lain [13]. Pada gambar 3 terlihat bahwa perekat lebih tebal pada salah satu sisi spesimen. Kegagalan *thin layer cohesive* terjadi karena adanya ikatan yang lemah antara perekat campuran dengan salah satu permukaan spesimen sehingga nilai kekuatan tarik gesernya kecil.



Gambar 4. Spesimen Variasi 30% LA : 70% EP.

Sambungan pada gambar 4 mengalami jenis kegagalan yaitu *cohesive failure* dimana pada kegagalan tersebut perekat campuran telah terobek tidak merata dan masih melekat pada komposit *cocofiber*. Mode kegagalan ini terjadi karena terjadi ikatan yang kuat antara perekat campuran dan permukaan spesimen. Ketika beban diberikan pada sambungan, permukaan spesimen dan perekat akan mengalami gaya geser yang ditransmisikan kepada perekat dengan baik dan mengalami *cohesive failure* [14]



Gambar 5. Spesimen Variasi 10% LA : 90% EP dan 20% LA : 80% EP.

Sambungan pada gambar 5 mengalami kegagalan yaitu *stock break failure* dimana sambungan *single lap joint* mengalami patahan pada salah satu bagian spesimen. Pada gambar 5 terlihat bahwa komposit mengalami patah karena tidak kuat menahan beban tarik dan terjadi *fiber pull out*. *Fiber pull out* terjadi karena ikatan antara *matriks* dengan serat tidak sempurna, sehingga banyak serat yang terlepas dari *matriks*. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa lemahnya ikatan *interface* antara serat dengan *matriks* menyebabkan terjadinya *fiber pull out* [15].

Hasil dari pengamatan visual patahan pada sambungan berkaitan dengan kekuatan tarik geser pada *single lap joint*. Pada variasi komposisi perekat 30% LA: 70% EP mengalami kegagalan yaitu *thin layer cohesive failure* dan *cohesive failure* karena pada variasi ini campuran getah karet pada perekat terlalu tinggi menyebabkan perekat tidak menempel sempurna pada permukaan spesimen. Pada variasi komposisi perekat 10% LA: 90% EP dan 20% LA: 80% EP mengalami kegagalan yaitu *stock break failure* dimana sambungan tersebut memiliki kekuatan tarik geser yang besar karena komposit tidak dapat menahan beban tarik geser sambungan yang mengakibatkan patah pada spesimen.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis pengaruh variasi campuran perekat *lateks-epoxy* pada *single lap joint* komposit serat sabut kelapa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kekuatan tarik geser tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi campuran perekat 10% LA: 90% EP yaitu sebesar 1,47 MPa. Nilai rata-rata terendah terdapat pada spesimen dengan variasi campuran perekat 30% LA: 70% EP yaitu sebesar 0,97 MPa, maka variasi campuran perekat *lateks-epoxy* yang optimal pada sambungan *single lap joint* serat sabut kelapa yaitu 10% LA: 90% EP dengan nilai rata-rata kekuatan tarik geser yaitu sebesar 1,47 MPa.
2. Mode kegagalan yang terjadi pada penelitian ini yaitu, *thin layer cohesive failure*, *cohesive failure*, dan *stock break failure*.

Daftar Pustaka

- [1] Elna. W. Tyas and E. Zulaikha, "Pengembangan Material Serat Sabut Kelapa untuk Home Decor," *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 108–112, 2018.

- [2] M. Sulaiman and Muhammad. H. Rahmat, “KAJIAN POTENSI PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT POLIMER DENGAN SERAT ALAM UNTUK PRODUK OTOMOTIF,” 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328928045>
- [3] M. Irsyad, “SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG PISANG YANG DISUSUN ASIMETRI [45o / -30o / 45o / -30o],” Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2015.
- [4] Dawud. A. Azzaki, M. Iqbal, V. Maulidia, Arifin, I. Apriani, and D. R. Jati, “POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH SERABUT KELAPA (COCOFIBER) MENJADI POT SERABUT KELAPA (COCOPOT),” *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, vol. 08, no. 1, pp. 39–048, 2020.
- [5] S. Hastuti, H. Santosa Budiono, and M. Nurdin Nahar, “Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable (Improvement Mechanical Properties of Biodegradable Cocofiber Waste Natural Fiber Composit) ARTICLE INFO ABSTRAK,” vol. 6, no. 1, pp. 30–37, 2021, doi: 10.33366/rekabua.
- [6] I. Mawardi, Nurdin, Zaini, Usman, and Saifuddin, “KARAKTERISTIK KEKUATAN IMPAK DAN KEKERASAN HYBRID BIOCOSMPOSITE BERBASIS EPOKSI YANG DIPERKUAT SERAT SABUT KELAPA DAN SERAT SINTETIS,” *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, vol. 16, no. 1, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <http://journal.umpo.ac.id/index.php/multitek>
- [7] S. Hastuti, H. S. Budiono, D. I. Ivadiyanto, and M. N. Nahar, “Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable (Improvement Mechanical Properties of Biodegradable Cocofiber Waste Natural Fiber Composit) ARTICLE INFO ABSTRAK,” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, pp. 30–37, 2021, doi: 10.33366/rekabua.
- [8] Sugiyanto and Wijoyo, “PENGARUH KEKUATAN SAMBUNGAN KOMPOSIT SERAT NANAS TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN GESER DENGAN ADHESIVE EPOKSI,” 2013.
- [9] Moch. S. Ma’arif, K. Anam, Resza. T. Putri, and M. Fadlurahman, “Pengaruh Jenis Perekat Alam Terhadap Karakteristik Mekanik Sambungan Kayu Balsa dan Kayu Pinus,” 2018.
- [10] S. Hastuti, X. Salahudin, C. Pramono, A. A. N. Irsan, and A. Nurdin, “Analisis Kekuatan Adhesive Bonding Sambungan Tumpang Tunggul Aluminium 6063-Komposit Serat Sabut Kelapa,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 2, pp. 205–212, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [11] H. Malekinejad, R. J. C. Carbas, A. Akhavan-Safar, E. A. S. Marques, F. Castro Sousa, and L. F. M. da Silva, “Enhancing Fatigue Life and Strength of Adhesively Bonded Composite Joints: A Comprehensive Review,” *Materials*, vol. 16, no. 19, pp. 1–41, Oct. 2023, doi: 10.3390/ma16196468.
- [12] S. Renggajati, “PENGARUH SURFACES ROUGHNESS TERHADAP KEKUATAN TARIK GESER ADHESIVE BONDING MATERIAL ALUMINIUM-KOMPOSIT COCO FIBER,” Universitas Tidar, Magelang, 2021.
- [13] H. F. M. Queiroz, M. D. Banea, and D. K. K. Cavalcanti, “Adhesively bonded joints of jute, glass and hybrid jute/glass fibre-reinforced polymer composites for automotive industry,” *Applied Adhesion Science*, vol. 9, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40563-020-00131-6.
- [14] S. Hastuti, Triyono, and S. Suharty, “Shear Strength of the Mixed Adhesive Joint Silyl Modified Polymer-Epoxy in Single Lap Joint Aluminum,” *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 235–248, 2017.
- [15] J. Oroh, Frans. p Sappu, and R. Lumintang, “ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT DARI SERAT SABUT KELAPA,” Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2013.