

## PENGARUH VARIASI *BIO BASED ADHESIVE* TERHADAP KEKUATAN PEELING DAN SHEARING KAYU PINUS PADA *ADHESIVE JOINT*

**Mochammad Syamsul Ma'arif**

Lektor  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
Email: syamsulm@ub.ac.id

**Muhammad Fadlurahman**

Mahasiswa  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
Email:  
muhammadfadlurahman87@gmail.com

**Khairul Anam**

Lektor  
Universitas Brawijaya  
Jurusan Teknik Mesin  
khairul.anam27@ub.ac.id

*The methods of joining engineering materials using adhesives is mostly implemented by using synthetic adhesives from non-renewable sources. Even though it has good joining performance, its poisonous nature and difficult to decompose naturally makes the adhesive needs to seek alternatives that are more environmentally friendly. Another reason is to support FAO campaigns for the use of environmentally friendly and biodegradable materials. One that has the potential to replace synthetic one is adhesives from natural sources such as gum rubber, jackfruit, and breadfruit. Because each natural sap has a different composition, the adhesive strength will also be different. Therefore it is necessary to examine the adhesive strength of each of these natural gums. In this research, natural adhesives (gums) and synthetic adhesives were used to joint pine wood as a test specimen. After joining, peeling and shearing tests on the specimens were carried out so that the mechanical strength of the joints for each adhesive variation was recognized. Fracture analysis was then performed to analyze the mechanism of joint failure for each adhesive variation. From this research, the highest peeling strength was obtained from rubber tree sap of 0.15 MPa, while the highest shearing strength was also obtained for rubber sap of 0.68 MPa..*

**Keywords:** Bio-Adhesive; Peeling; Shearing; Pine Wood.

### 1. PENDAHULUAN

Menggabungkan dua lapisan atau lebih dari material kadang kala diperlukan di dunia industri terutama untuk mendapatkan ketebalan yang diinginkan atau karena keterbatasan ukuran bahan baku. Proses ini disebut dengan proses penyambungan (*joining*) antara dua buah material atau lebih sehingga didapatkan sebuah produk yang diinginkan. Proses tersebut dapat dilakukan dengan cara pengelasan, pematrian, penyolderan, pengelingan, penyambungan baut, serta perekatan dengan adhesive [1]. Agar didapatkan penghematan waktu serta biaya produksi, maka pada proses penyambungan perlu dipilih proses yang tepat karena masing-masing proses memiliki keunggulannya masing-masing dalam dua hal diatas. Disamping itu, isu lingkungan juga penting untuk diperhatikan sehingga proses yang ramah terhadap lingkungan menjadi faktor pertimbangan dalam proses produksi. Juga proses produksi selalu menginginkan ongkos yang relatif murah, cepat, dan ramah lingkungan sehingga selalu muncul tantangan agar proses produksi dapat mencapai keinginan tersebut.

Per definisi, perekatan (*adhesion*) adalah suatu keadaan atau kondisi ikatan dimana dua permukaan menjadi satu karena adanya gaya-gaya pengikat antar permukaan. Gaya tersebut bisa berupa gaya valensi atau gaya ikatan ion antara perekat dengan bahan yang direkatkan atau interlocking forces [2]. Perekat berbahan sintesis memiliki keuntungan dalam ketahanan penyimpanan dan daya rekat yang sangat kuat. Kelemahannya terletak pada sifat bahan penyusunnya yang berupa polimer sintetik. Polimer sintetik umumnya tidak dapat terurai di dalam tanah. Polietilena dan polipropilena masih tersisa setelah beberapa tahun dibuang [3]. Maka dari itu, FAO (*Food and Agriculture Organization*) menganjurkan kepada dunia industri agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi, khususnya material alami. Himbauan ini termaktub dalam kampanye “*International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009)*” oleh FAO pada tanggal 20 Desember 2006.

Beberapa investigasi sudah banyak dilakukan dalam 30 tahun terakhir untuk mengetahui pengaruh

dari *bio based adhesive* terhadap kekuatan mekanik pada *adhesive joint*. Eksani (2017) melakukan penelitian mengenai getah pohon kudo (*Lannea coromandelica*) sebagai perekat di industri kerajinan. Sifat-sifat fisis perekat dari getah blendok atau getah pohon Kudo yang meliputi viskositas dan pH memenuhi persyaratan SNI 06-6049-1999 tentang perekat PVAc. Sedangkan sifat-sifat mekanisnya yang meliputi kuat rekat dan delaminasi, sebanding dengan perekat sintesis yang biasa digunakan di industri kerajinan. Luqman Musa (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh *hybrid tackifiers* terhadap viskositas, kekuatan *peel*, dan geser pada getah karet alam dan *epoxy* berbahan dasar getah karet alam. Penelitian tersebut menghasilkan viskositas dan kekuatan geser dari tiga bahan tersebut mengalami penurunan dengan penambahan konsentrasi *gum rosin*. Dengan penambahan konsentrasi gum rosin menyebabkan penurunan viskositas untuk kesemua bahan akibat adanya proses *plasticizing*. Kekuatan geser dan *peel* menurun seiring dengan penambahan gum rosin. Pada penelitian ini dapat diurutkan dari tertinggi ialah adhesive SMR Grade L dengan konsentrasi 60phr, kemudian ENR 25 dan ENR 50 pada konsentarsi 40 phr getah karet.

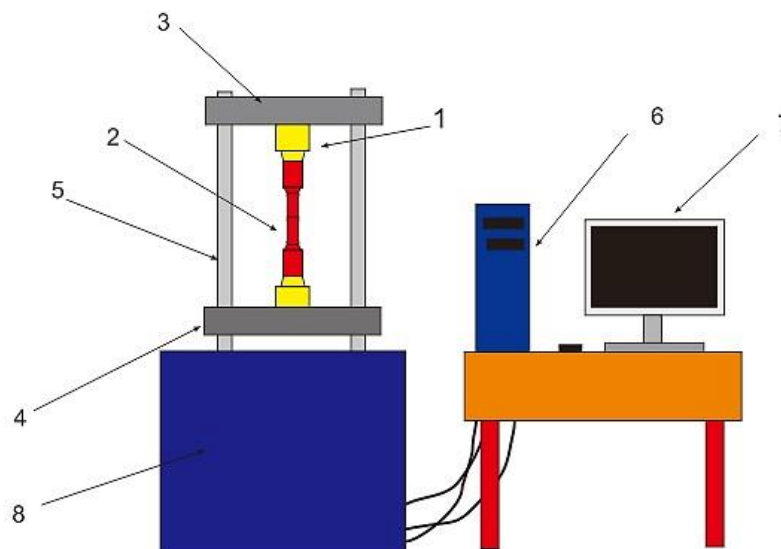
Dari penelitian sebelumnya dapat diketahui bahan *bio based adhesive* memiliki peluang untuk dijadikan perekat. Dimana penelitian dari Luqman Musa (2015) dengan semakin penambahan konsentrasi bahan-bahan kimia yang semakin tinggi pada *bio adhesive* maka akan menurunkan kekuatan rekatan. Dalam pemakaiannya ada dua tipe *bio based adhesive* yaitu yang dipersiapkan [6] [7] [8] [9] dan tanpa dipersiapkan sebelumnya. Sedangkan *bio based adhesive* langsung pakai menghasilkan kekuatan yang telah memenuhi standar industri [10] [11]. Oleh karena itu pemanfaatan *bio adhesive* murni perlu dikembangkan lebih lanjut terutama sebagai perekat barang-barang yang mudah dibentuk seperti *furniture indoor*. Perekat alami juga dapat ditemukan pada aplikasi non-struktural seperti untuk komposit [12] dan perekat briket [13] [14].

Berdasarkan latar belakang diatas maka pengaruh jenis-jenis *bio based adhesive* terhadap kekuatan mekanik adhesive joint tergantung kepada jenis dari adhesivnya [15] [16]. Tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan jenis *bio based adhesive* yang paling baik untuk mengoptimalkan adhesive joint. *Bio based adhesive* yang dibandingkan adalah getah pohon nangka, pohon karet dan getah pohon sukun yang direkatkan pada material kayu. Pengujian yang dilakukan yaitu *peeling test* dan *shearing test*. Diharapkan dalam penelitian ini dapat sebagai bahan dasar alternatif perekat sintesis dan perekat yang memenuhi kebutuhan pasar.

## 2. METODE DAN BAHAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata. Kajian literatur dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal yang ada di perpustakaan maupun dari internet juga dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

Pembuatan spesimen dibentuk sesuai desain yang ditentukan, kemudian dilakukan penghalusan semua permukaan spesimen yang akan disambungkan. Untuk getah pohon dilakukan penyadapan langsung pada pohon dan dilakukan proses pengaplikasian getah pohon pada salah satu permukaan spesimen yang sudah dihaluskan. Selanjutnya dilakukan penempelan antara spesimen satu dengan spesimen yang lainnya agar mendapatkan adhesive joint.



**Gambar 1:** Skema penelitian

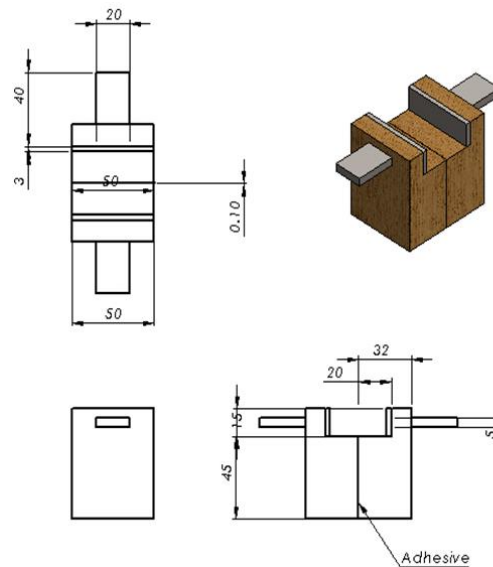
Penjelasan gambar:

1. Pencengkram (Grip)
2. Spesimen
3. Upper beam
4. Lower beam
5. Ball Screw
6. CPU
7. Monitor
8. Sistem Transmisi

Persiapan bahan dalam penelitian yaitu variasi *bio based adhesive* yang digunakan untuk *adhesive joint* yaitu getah pohon karet, nangka dan sukun. Pengujian *peeling* dan *shearing* dengan memakai mesin uji seperti diilustrasikan pada Gambar 1. *Adhesive* diberikan pada permukaan specimen setebal 0,1 mm setelah permukaan specimen dihaluskan dengan *sanding paper* grid nomor 500.

### 2.1 Pengujian *peeling*

Pembuatan spesimen pada pengujian ini spesimen kayu pinus dibentuk sesuai dengan desain yang telah ditentukan seperti pada gambar 2 berikut.



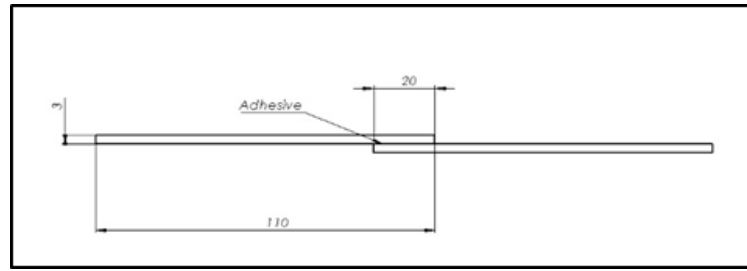
Satuan : mm

**Gambar 2:** Spesimen Peeling Test

Setelah sesuai dengan ukuran yang diinginkan itu barulah spesimen diuji *peeling* untuk mengetahui kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menguji fleksibilitas dari *adhesive*.

### 2.2 Pengujian *shearing*

Pembuatan spesimen pada pengujian ini spesimen kayu pinus dibentuk sesuai dengan desain yang telah ditentukan seperti pada gambar 3 berikut. Setelah sesuai dengan ukuran yang diinginkan itu barulah spesimen di uji *shearing* untuk mengetahui kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menguji kekuatan dari *adhesive*. Dalam pengujian ini kita bisa mendapat beban dan pertambahan panjang. Kita mendapatkan persamaan kekuatan sambungan *shearing test*.



Satuan : mm

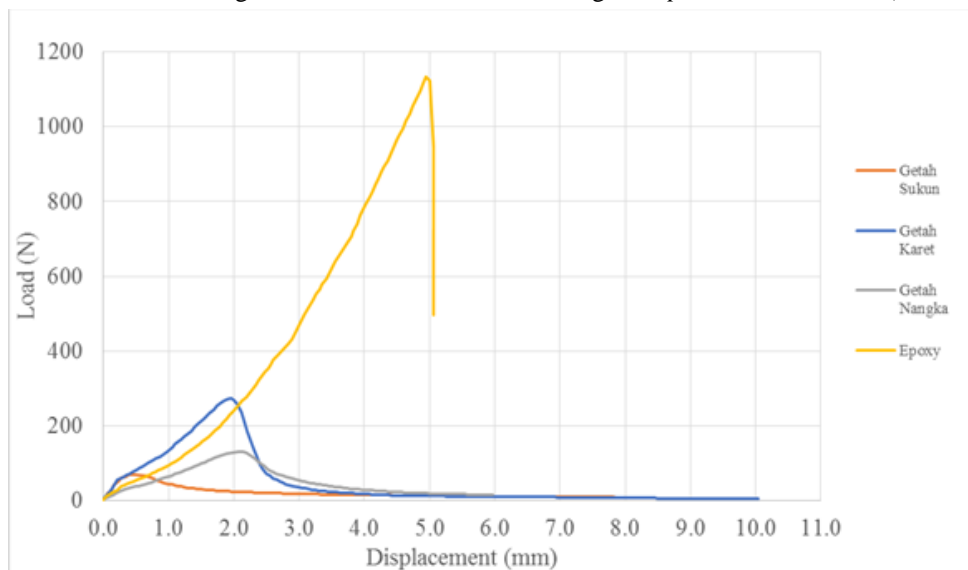
Gambar 3: Spesimen Uji Bending

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Analisis pengaruh jenis bio based adhesive terhadap kekuatan shearing adhesive joint

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara *load* terhadap *displacement* pada pengujian *shearing*. Dari grafik dapat dilihat pada semua jenis *adhesive* baik yang *adhesive* sintetis maupun *bio based adhesive* memiliki kecenderungan yang sama yaitu *load* akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya *displacement*. Bahkan kecenderungan lain dari grafik yaitu terjadi kenaikan *load* sampai titik tertentu, yang biasa dikenal sebutan *load* maksimum, kemudian terjadi penurunan dan konstan. Sedangkan terjadi hal yang lain bahwa *displacement* mempengaruhi lama sambungan *adhesive joint* hingga patah. Dimana setelah terjadi *load* maksimum grafik mengalami penurunan *load* dengan bertambahnya *displacement*. Kemudian pada saat penurunan *load* secara konstan *displacement* makin bertambah hingga spesimen tersebut patah.

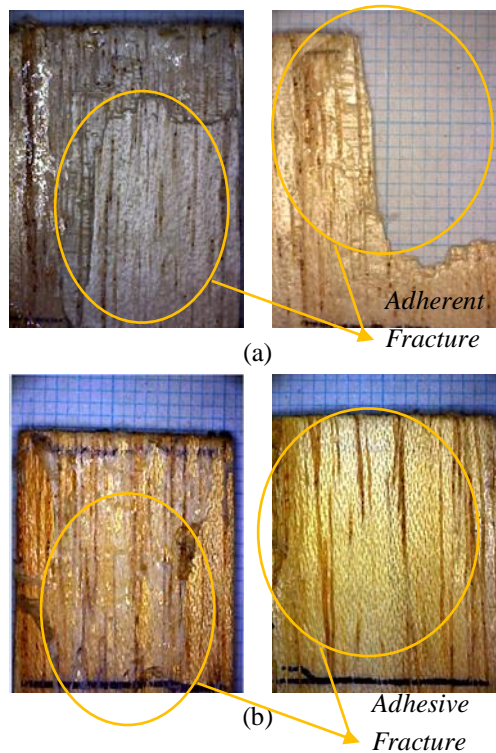
*Load* maksimum dengan nilai tertinggi *bio based adhesive* didapat oleh *adhesive* getah karet sebesar 273,11 N dengan *displacement* 1,95 mm, *adhesive* getah nangka sebesar 130,91 N dengan *displacement* 2,66 mm, dan terendah ialah *adhesive* getah sukun sebesar 69,92 N dengan *displacement* 0,49 mm (Gambar 4).



Gambar 4: Load – Displacement Pengujian Shearing

Hal tersebut disebabkan karena ikatan *adhesive* dari *epoxy* memiliki kekuatan ikatan *adhesive* yang tinggi sehingga saat dilakukan pengujian *shearing* yang mengalami kegagalan adalah serat kayu pinus saja sedangkan pada *adhesive* nya tidak mengalami kegagalan. Dari analisis tersebut dapat menunjukkan bahwa ikatan *adhesive epoxy* memiliki ikatan dan distribusi tegangan yang baik. Oleh karena itu pada kayu pinus dengan *adhesive epoxy* memiliki kekuatan *shearing* terbesar yaitu sebesar 2,8 MPa.

Pada gambar 5 (b) menunjukkan terjadinya kegagalan sambungan *adhesive* dimana kegagalan yang terjadi adalah kegagalan *adhesive* (*adhesive fracture*). Kegagalan *adhesive* adalah kegagalan yang terjadi pada permukaan spesimen yg diaplikasikan *adhesive*.



**Gambar 5:** Distribusi Perekat Spesimen Pengujian Shearing a) Adhesive Epoxy b) Getah Karet

Hal tersebut disebabkan karena ikatan adhesive dari getah pohon karet memiliki kekuatan ikatan yang tinggi sehingga saat dilakukan pengujian shearing yang mengalami kegagalan pada adhesive-nya. Dari analisis tersebut dapat menunjukkan bahwa ikatan bio based adhesive getah pohon karet memiliki ikatan dan distribusi tegangan yang baik. Oleh karena itu pada kayu pinus dengan bio based adhesive getah pohon karet memiliki kekuatan shearing sebesar 0,68 MPa.

### 3.2 Analisis pengaruh jenis *bio based adhesive* terhadap kekuatan *peeling adhesive joint*

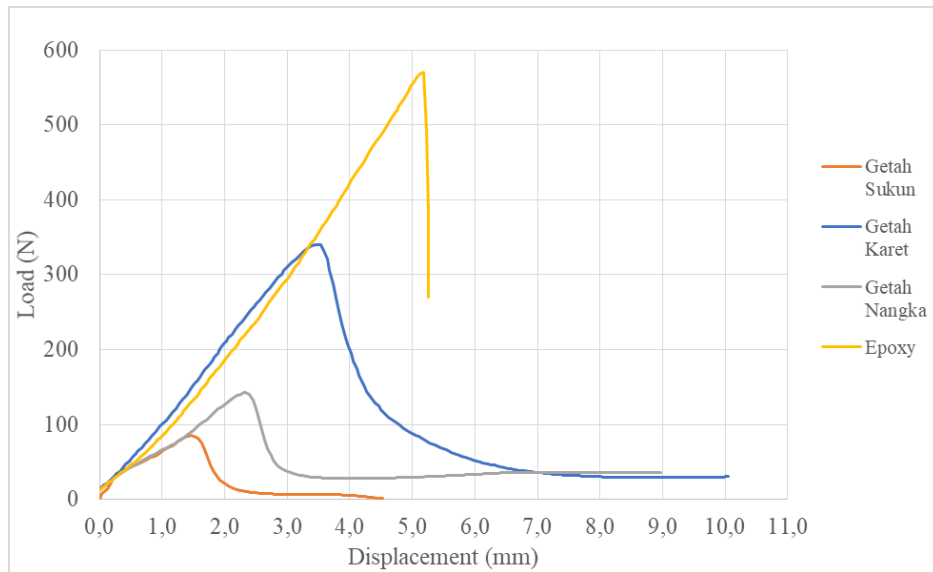
Gambar 6 dibawah menunjukkan grafik hubungan antara load terhadap *displacement* pada pengujian *peeling*. Dari grafik dapat dilihat pada semua jenis *adhesive* baik yang *adhesive* sintetis maupun *bio based adhesive* memiliki kecenderungan yang sama yaitu *load* akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya *displacement*. Bahkan kecenderungan lain dari grafik yaitu terjadi kenaikan *load* sampai titik tertentu, yang biasa dikenal sebutan *load maksimum*, kemudian terjadi penurunan dan konstan.

*Load* maksimum dengan nilai tertinggi didapat oleh *adhesive epoxy* sebesar 570,05 N. Dilanjutkan *adhesive* getah karet sebesar 340,58 N *adhesive* getah angka sebesar 142,98 N dan terendah ialah *adhesive* getah sukun sebesar 85,41 N ditunjukkan pada gambar 6.

Pada gambar 7 (a) menunjukkan terjadinya kegagalan sambungan *adhesive* dimana kegagalan yang terjadi adalah kegagalan struktural atau disebut dengan *Adherent Fracture* dan kegagalan *adhesive* (terlihat pada lingkaran merah). Hal tersebut disebabkan karena ikatan *adhesive* dari epoxy memiliki kekuatan ikatan *adhesive* yang tinggi sehingga saat dilakukan pengujian *shearing* yang mengalami kegagalan adalah serat kayu pinus saja sedangkan pada *adhesive*-nya tidak mengalami kegagalan. Dari analisis tersebut dapat menunjukkan bahwa ikatan *adhesive* epoxy memiliki ikatan dan distribusi tegangan yang baik. Oleh karena itu pada kayu pinus dengan *adhesive* epoxy memiliki kekuatan *peeling* terbesar yaitu sebesar 0,253 MPa.

Pada gambar 7 (b) menunjukkan terjadinya kegagalan sambungan *adhesive* dimana kegagalan yang terjadi adalah kegagalan *adhesive* (*adhesive fracture*). Kegagalan *adhesive* adalah kegagalan yang terjadi pada permukaan spesimen yg diaplikasikan *adhesive*. Hal tersebut disebabkan karena ikatan *adhesive* dari getah pohon karet memiliki kekuatan ikatan yang tinggi sehingga saat dilakukan pengujian *peeling* yang mengalami kegagalan pada *adhesive*-nya. Dari analisis tersebut dapat menunjukkan bahwa ikatan *bio based adhesive* getah pohon karet memiliki ikatan dan distribusi tegangan yang baik. Oleh karena itu pada kayu pinus dengan *bio based adhesive* getah pohon karet memiliki kekuatan *peeling* sebesar 0,15 MPa. Dan *bio based adhesive* dengan getah pohon karet sangat baik digunakan sebagai pengganti *adhesive* berbahan kimia

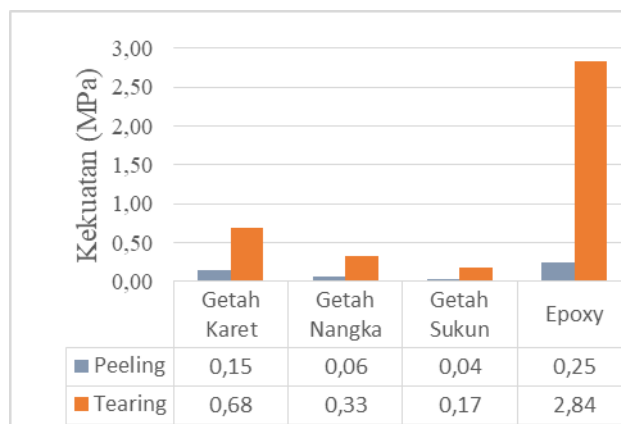
selain karena memiliki kemampuan ikat dan distribusi tegangan yang bagus, getah pohon karet banyak ditemukan di sekitar kita, pengaplikasian yang mudah tanpa melakukan perlakuan yang khusus dan getah pohon karet ramah lingkungan.



Gambar 6: Load – Displacement Pengujian Peeling

Sedangkan pada gambar 7 (c) dan (d) menunjukkan terjadinya kegagalan sambungan *adhesive* dimana kegagalan yang terjadi adalah *Cohesive Fracture*. Patah kohesif terjadi akibat gaya tarik menarik antar lem dengan adherent lebih kuat daripada gaya tarik menarik pada perekat itu sendiri. Dari analisis tersebut dapat menunjukkan bahwa ikatan *bio based adhesive* getah pohon nangka dan sukun memiliki ikatan dan distribusi tegangan yang kurang baik. Oleh karena itu pada kayu pinus dengan *bio based adhesive* getah pohon nangka dan sukun memiliki kekuatan *shearing* masing – masing sebesar 0,06 MPa dan 0,04 MPa.

### 3.3 Kekuatan *peeling* dan *shearing* pada *adhesive joint*



Gambar 8: Nilai Kekuatan *Peeling* dan *Shearing* pada Variasi *Bio Based Adhesive*

Pada gambar 8 menunjukkan pengaruh jenis *bio based adhesive* terhadap kekuatan *Peeling* dan *Shearing* dari *adhesive joint*. Dari gambar 8 didapat nilai urutan kekuatan *Peeling* dan *Shearing* *adhesive* dari yang terbesar menuju yang terkecil yaitu *adhesive* dengan epoxy, getah karet, getah nangka, dan getah sukun. Sedangkan perbedaan kekuatan *peeling* dari masing-masing *adhesive* disebabkan karena *adhesive* memiliki kemampuan ikat antar permukaan yang berbeda-beda. *Bio based adhesive* terutama pada getah karet ini memang tidak kalah jauh kekuatan *peeling* dari epoxy yang berbahan dasar sintesis karena *bio based adhesive* ini memiliki sisi kelebihan dengan kekuatan *peeling* sebesar 0,15 MPa, getah karet ini mudah

didapatkan, tidak merusak lingkungan dan tanpa perlu keahlian khusus.

#### 4. KESIMPULAN

Pemberian bio based adhesive pada adhesive joint dapat dijadikan bahan perekat alternatif. Getah pohon karet merupakan bio based adhesive yang memiliki kekuatan peeling dan shearing paling tinggi dibandingkan bio based adhesive lainnya. Sehingga getah pohon karet dapat disejajarkan dengan adhesive sintesis seperti epoxy. Adhesive bio based adhesive pada adhesive joint memiliki pengaruh lama sambungan adhesive hingga patah dengan ditunjukkan pada nilai displacement setelah melewati load maksimum. Getah pohon karet merupakan adhesive yang memiliki lama sambungan adhesive joint terlama dibandingkan adhesive pada penelitian ini. Pengaruh bio based adhesive pada adhesive joint dikarenakan adhesive joint memiliki kemampuan ikat antar permukaan melalui karakteristik seperti kandungan polimer dan viskositas masing-masing getah. Patah yang terjadi pada masing-masing spesimen didominasi oleh patah adhesive, adherent dan cohesive fracture.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PATRIE, E.M., *Handbook of Adhesive and Sealants*, New York , McGraw – Hill, 2007.
- [2] PRAYITNO, T.A., *Perekatan Kayu*, Yogyakarta, Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, 1996
- [3] SHIELDS, J., *Adhesive Bonding*, London, The British Standards Institution and the Council of Engineering Institutions by Oxford University Press, 1974.
- [4] MUSA, L. “Pengaruh Hybrid Tackifiers terhadap Viskositas, Kekuatan Peel, dan Geser pada Getah Karet Alam Dan Epoxy Berbahan Dasar Getah Karet Alam”, *Jurnal Trans Tech Publications*. Universitas Malaysia Perlis, 2015.
- [5] EKSANI, I.N, et.al., “Getah Pohon Kudo (*Lannea coromandelica* ) Sebagai Alternatif Perekat Untuk Produk Kerajinan”, *Jurnal Dinamika Kerajinan Batik*. Balai Besar Kerajinan dan Batik, Indonesia, 2017.
- [6] TANAKA, Y., KAWAHARA, S., “Preparations and properties of highly purified natural rubber”. *Proceedings of the International Workshop on Green Polymers*, pp 91-101. The International Workshop on Green Polymers : Revolution of Natural Polymers, 4-8 November 1996, Bandung-Bogor, Indonesia, 1996.
- [7] SANTOSO, A., “Sintesis dan Pencirian Resin Lignin Resorsinol Formaldehida Untuk Perekat Kayu Lamina”. Disertasi Pascasarjana, Program Pasca Sarjana, Institu Pertanian Bogor. Bogor, 2003.
- [8] TRINIHIDAYATI. “Kajian polimer dalam getah nangka (*Artocarpus heterophyllus lamk*)”, Yogyakarta: S2 Ilmu Kimia UGM, 2000.
- [9] AMILIA, L., et.al., Pemanfaatan Tanin Limbah Kayu untuk Modifikasi Resin Fenol Formaldehid, *Jurnal Natur Indonesia*, 5(1), 84 – 94, 202.
- [10] SELLER, T.Jr., GEORGE, D.M., Jr, “Laboratory Manufacture of High Moisture Southtern Pine Strandboard Bonded with Three Tannin Adhesive Type”, *Forest Product Journal*, Vol. 54, No. 12, 296 – 301, 2004.
- [11] LI, J., MAPLESDEN, F., “Commercial Production of Tannins from Radiata Pine Bark for Wood Adhesives”, *IPENZ Transactions*, Vol. 25, No. 1, 46 – 52, 1998.
- [12] HARIYANTO, A., “Studi Perlakuan Alkali dan Tebal Core Terhadap Sifat Bending dan Impak Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Gelas Bermatrik Polyester dengan Core Kayu Sengon Laut”, Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2006.
- [13] DE FRETES, E.F., WARDANA, ING., SASONGKO, M.N., “Karakteristik Pembakaran dan Sidat Fisik Briket Ampas Empulur Sagu untuk Berbagai Bentuk dan Prosentase Perekat”, *Jurnal Rekayasa Mesin*. Universitas Brawijaya, 2013.
- [14] MARIKI, I.W.W., WAHYUDI, S., WIDHIYANURIYAWAN, D., Karakteristik Pembakaran Biobriket dan Cangkang Karet (*Hevea Brasiliensis*) dengan Perekat Glyserin”, *Jurnal Rekayasa Mesin*. Universitas Brawijaya, 2017.
- [15] MAÁRIF, M.S., SEPTIANTO, M.M., ANAM, K., “Perbaikan Kemampuan Lekat Getah Karet dengan Penambahan NaOH dan Curing Time”, *In: Proceeding of the Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, pp 101-108, Sungailiat, 2019
- [16] MAÁRIF, M.S., ANAM, K., PUTRI, R.T. FADLURAHMAN, M., “Pengaruh Jenis Perekat Alam Terhadap Karakteristik Mekanik Sambungan Kayu Balsa dan Kayu Pinus”, *In: Proceeding of the Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM)*, pp 57-62, Kupang, 2018