

**PENGARUH KOMPOSISI AMPAS TEBU (*BAGASSE*) DAN RESIN
EPOXY DENGAN PELAPISAN MENGGUNAKAN LARUTAN
HYDROXYMETHYLATED RESORCINOL (HMR) TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Kima Fakultas Teknik**

Oleh:

DARARI NUR AHLINA

D 500 170 041

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KOMPOSISI AMPAS TEBU (*BAGASSE*) DAN RESIN
EPOXY DENGAN PELAPISAN MENGGUNAKAN LARUTAN
HYDROXYMETHYLATED RESORCINOL (HMR) TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DARARI NUR AHLINA

D 500 170 041

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Hamid Abdillah, S.T., M.T.

NIK.894

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI AMPAS TEBU (*BAGASSE*) DAN
RESIN EPOXY DENGAN PELAPISAN MENGGUNAKAN
LARUTAN *HYDROXYMETHYLATED RESORCINOL*
(HMR) TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT**

**OLEH
DARARI NUR AHLINA
D500170041**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari *Senin*, 7 Januari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Hamid Abdillah, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Rois Fatoni, ST, M.Sc, PhD.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Dr. Ir. A. M. Fuadi, M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



Dr. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 5 Januari 2019

Penulis



DARARI NUR AHLINA
D500170041

**PENGARUH KOMPOSISI AMPAS TEBU (*BAGASSE*) DAN RESIN EPOXY
DENGAN PELAPISAN MENGGUNAKAN LARUTAN
HYDROXYMETHYLATED RESORCINOL (HMR) TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT**

Abstrak

Komposit adalah bahan yang dibentuk dari dua atau lebih komponen yang dikombinasikan sebagai unit struktural makroskopik dengan satu komponen sebagai matriks dan lainnya sebagai serat penguat. Bagasse merupakan ampas tebu yang telah diambil sarinya dalam pembuatan gula. *Bagasse* memiliki kuat tarik dan modulus elastisitas yang layak. Matriks thermosetting yang digunakan dalam penelitian berupa resin epoxy karena epoxy mempunyai tingkat kekuatan dan ketangguhan yang tinggi. Komposit akan dilapisi dengan larutan *hydroxymethylated resorcinol* (HMR) pada *bagasse*. Pelapisan *bagasse* dengan larutan HMR dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit. Variabel bebas yang digunakan berupa Komposisi *bagasse* sebesar 4%; 8%; dan 12%, resin epoxy sebesar 96%; 92%; dan 88% serta pelapisan *bagasse* menggunakan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram *bagasse*; 7,5 ml/gram *bagasse* dan tanpa pelapisan larutan HMR. Komposit dibuat dengan menggunakan metode pembuatan *hand lay-up*. Pada proses ini, *bagasse* dimasukkan secara manual ke dalam cetakan, kemudian resin diratakan menggunakan rol tangan ke seluruh lapisan serat. Hasil dari komposit kemudian diuji kuat tarik dan modulus elastisitasnya. Kuat tarik tertinggi dari 9 percobaan terdapat pada variabel ke 2 (*bagasse* 8%, resin 92%) dengan pelapisan larutan HMR 7 ml/gram *bagasse* sebesar 1,916 MPa. Modulus elastisitas tertinggi ada pada variabel 1 (*bagasse* 4%, resin 96%) tanpa pelapisan larutan HMR sebesar 160,076 MPa.

Kata Kunci: *bagasse*, resin epoksi, komposit, *hydroxymethylated resorcinol* (HMR).

Abstract

Composites are materials formed from two or more components which are combined as macroscopic structural units with one component as a matrix and the other as reinforcing fibers. Bagasse is a pulp from sugar cane which has been extracted from sugar. *Bagasse* has a proper tensile strength and modulus of elasticity. The thermosetting matrix used in the research is epoxy resin because epoxy has a high level of strength and toughness. The composites will be cross linking with *hydroxymethylated resorcinol* (HMR) solution in the *bagasse*. *Bagasse* coated with an HMR solution can increase the tensile strength of the composite. The independent variables used are *bagasse* composition of 4%; 8%; and 12%, epoxy resin by 96%; 92%; and 88% and *bagasse* coating using 5 ml / gram *bagasse* HMR solution; 7,5 ml / gram *bagasse* and without coating HMR solution. *Bagasse* is created using the method of making hand lay-ups. In this process, *bagasse* is inserted manually into the mold, then the resin is flattened using a hand roll to all layers of fiber. After the composite is finished, then the tensile strength and modulus elasticity are tested. The highest tensile strength of 9 experiments was found in the second variable (*bagasse* 8%, resin 92%) with a coating of HMR 7 ml / gram *bagasse* solution of 1,916 MPa. The highest modulus of elasticity is in variable 1 (*bagasse* 4%, resin 96%) without coating HMR solution of 160,076 MPa.

Keywords: *bagasse*, composites, epoxy resin, *hydroxymethylated resorcinol* (HMR).

1. PENDAHULUAN

Bagasse merupakan ampas tebu yang telah diambil sarinya dalam pembuatan gula di pabrik gula. *Bagasse* mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pada industri gula *bagasse* biasanya digunakan sebagai bahan bakar boiler (Subramonian, Ali, and Amran 2016). *Bagasse* memiliki kuat tarik dan modulus elastisitas yang cukup tinggi, sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai penguat dalam komposit. Rata-rata, bagas tebu memiliki kekuatan tarik di kisaran 170-290 MPa dan modulus elastisitas di kisaran 15-19 GPa (Hajiha and Sain 2015).

Komposit adalah bahan yang dibentuk dari dua atau lebih komponen yang dikombinasikan sebagai unit struktural makroskopik dengan satu komponen sebagai matriks dan lainnya sebagai serat penguat. Komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan matriks yang digunakan. Pertama komposit matriks polimer, komposit ini menggunakan bahan polimer sebagai matriks. Kedua, komposit matriks logam, menggunakan bahan non logam sebagai bahan pengisi dan bahan logam sebagai matriks. Ketiga, komposit matriks keramik, menggunakan bahan pengisi berupa non keramik dan bahan keramik sebagai matriks (Nayiroh n.d.).

Matriks adalah materi yang mengikat dan memiliki kekuatan lebih rendah dari serat penguat. Ikatan antarmuka antara pengisi dan matriks adalah kunci untuk mentransfer tekanan dari matriks ke seluruh antarmuka serat pengisi (Tewari et al. 2012). Salah satu jenis komposit adalah *polymer matrix composites* dengan polimer yang digunakan berupa *thermoset* dan *thermoplastic* (Verma et al. 2012). Matriks *thermoset* berupa resin epoxy mempunyai tingkat kekuatan dan ketangguhan yang tinggi, daya lekat, daya tahan pada suhu rendah dan suhu tinggi, resistensi kimia yang tinggi dan tingkat penyusutan yang rendah (Kumar, Sinha, and Agarwal 2017). Resin epoxy larut dalam air dan terdiri dari dua komponen: resin epoxy berdasarkan eter diglisidil dari bisphenol-A (A) dan amina alifatik berdasarkan pengeras (B). Secara khusus, resin epoxy memiliki keuntungan dapat meningkatkan kelenturan dan kuat tarik, dapat meningkatkan deaktilitas (sifat mudah diubah), dapat mengurangi permeabilitas (dapat menyerap air atau gas) dan penetrasi klorida-ion, dapat mengurangi penyusutan dan dapat meningkatkan ketahanan terhadap erosi asam (Anagnostopoulos, Sapidis, and Papastergiadis 2016).

Pembuatan komposit akan dilapisi bahan *coupling agent* berupa larutan Hydroxymethylated resorcinol (HMR). *Coupling agent* adalah bahan kimia yang bekerja pada antar muka permukaan organik dan anorganik untuk meningkatkan adhesi antara kedua bahan tersebut. Pelapisan *bagasse* dengan larutan HMR dapat meningkatkan meningkatkan kekuatan tarik komposit (Kurt et al. 2008). *Hydroxymethylated resorcinol* (HMR) merupakan suatu bahan yang memiliki kemampuan untuk merekatkan resin epoxy dan perekat thermosetting lainnya dengan bahan pengisinya. HMR diyakini

dapat terikat secara kovalen dengan resin epoxy dengan membentuk hubungan eter melalui reaksi kondensasi antara hidroksil kelompok epoxy dan hidroksimetil HMR (Vick 1996).

Komposisi dari larutan HMR :

Tabel 1. Komposisi HMR

Bahan	Komposisi (% wt)
Aquades	90,43
<i>Resorcinol</i> , kristal	3,34
Formaldehyde, 37%	3,79
NaOH, 3M	2,44
Total	100

Proses pembuatan komposit polimer berpenguat serat dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara. Proses pencetakan terbuka (*open mold processes*) dan proses pencetakan tertutup (Irawan n.d.). Keuntungan utama untuk *hand lay-up* adalah kemampuannya untuk memanipulasi variabel sangat besar. Manfaat lain proses ini adalah peralatan yang sederhana dan peralatan yang relatif lebih murah dari yang dibutuhkan oleh metode lain.. Kerugian dari proses *hand lay-up* juga dapat mengakibatkan tidak konsistennya serat di beberapa bagian.. Kelemahan lain menggunakan metode *hand lay-up* adalah menghasilkan tidak meratanya ketebalan variabel (Sevkat and Brahim 2011).

2. METODE

Metode pembuatan komposit yang digunakan berupa metode *hand lay up*. Variabel bebas yang digunakan berupa ampas tebu, resin epoxy dan larutan *Hydroxymethylated resorcinol* (HMR). Variable terikat pada penelitian ini berupa karakteristik komposit berupa kuat tarik dan modulus elastisitas komposit. Desain percobaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. Desain Percobaan Pembuatan Komposit

NO	<i>Bagasse</i> (%)	Epoxy (%)	Larutan HMR (ml/gram <i>bagasse</i>)
1			-
2	4	96	5
3			7,5
4			-
5	8	92	5
6			7,5
7			-
8	12	88	5
9			7,5

2.1 Lokasi Penelitian dan Pengujian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia UMS, dengan pengujian kuat tarik dan modulus elastisitas dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2.2 Persiapan Bahan Baku

Proses persiapan dimulai dengan membersihkan bahan baku (*bagasse*) dari pengotornya kemudian dipisahkan serat seratnya menjadi helaian, lalu dilapisi dengan larutan HMR dengan cara disemprotkan, kemudian dijemur hingga kering untuk mendapatkan *bagasse* dengan kadar air yang minimum. *Bagasse* ditata rapih dengan susunan searah. Buat perbandingan *bagasse* dan resin sesuai dengan perbandingan variabel. Cetakan komposit yang digunakan menggunakan standart ASTM (D638).

2.3 Pembuatan Komposit

Pada proses pembuatan komposit, resin dituangkan ke atas cetakan dan di oleskan supaya resin merata. *Bagasse* yang telah ditata diletakan di atas resin. Resin kemudian dituangkan lagi ke atas lapisan *bagasse*, kemudian ratakan dengan menggunakan pengaduk. Pastikan agar gelembung-gelembung udara yang terjebak di dalamnya dapat keluar. Komposit kemudian dipress agar menjadi padat dan menghilangkan gelembung udara yang masih terjebak. Komposit yang telah di press kemudian dikeringkan sampai benar benar kering.

2.4 Analisis Karakteristik Komposit

Komposit dianalisis karakteristiknya berupa kuat tarik dan modulus elastisitas. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Uji dilakukan menggunakan alat uji kuat tarik dengan merek dagang Gotech. Pengujian dilakukan dengan cara menjepit komposit pada alat uji yang kemudian diberi gara tarik. Alat uji akan menarik komposit hingga komposit patah dan merekam gaya yang sanggup ditahan oleh komposit hingga komposit patah. Hasil dari uji yang didapatkan kemudian diolah hingga mendapatkan kuat tarik komposit menggunakan rumus :

$$\alpha = \frac{\text{max load (kgf)}}{\text{luas (mm}^2\text{)}} \quad (1)$$

Dimana : α = kuat tarik komposit (MPa)

max load = kemampuan tertinggi spesimen menahan tekanan (kgf)

luas = luas penampang pada spesimen komposit yang diujikan (mm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Karakteristik Komposit

Hasil karakteristik komposit pada penelitian didapatkan sebagai berikut :

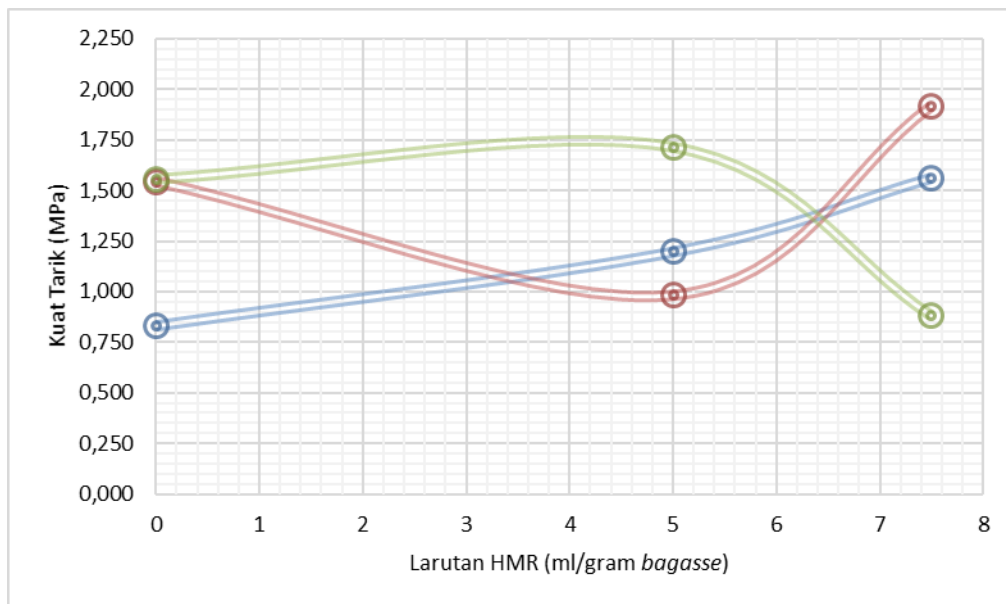
Tabel 3. Karakteristik Komposit

Material	HMR	Kuat Tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)	Regangan (mm)
<i>Bagasse</i> 4% Resin 96%	0	0,834	160,076	1,15
	5	1,198	78,523	1,47
	7,5	1,564	100,857	1,75
<i>Bagasse</i> 8% Resin 92%	0	1,545	77,832	2,22
	5	0,983	105,243	1,12
	7,5	1,916	101,565	2,19
<i>Bagasse</i> 12% Resin 88%	0	1,555	73,129	2,26
	5	1,713	113,524	1,73
	7,5	0,880	71,756	1,7

Pada data yang diperoleh dari Tabel 3.1 didapatkan regangan terbesar yang terjadi oleh spesimen variabel *bagasse* 4%; resin 96% dengan penambahan larutan HMR 7,5 ml/gram *bagasse* sebesar 1,75 mm. Regangan yang tinggi menandakan komposit yang dihasilkan memiliki tingkat kekakuan yang rendah. Regangan terbesar yang diterima oleh spesimen variabel *bagasse* 8%; resin 92% tanpa penambahan larutan HMR sebesar 2,22 mm. Regangan terbesar yang diterima oleh spesimen variabel *bagasse* 12%; resin 88% terdapat pada penambahan larutan HMR 5 ml/gram *bagasse* tanpa penambahan larutan HMR sebesar 2,26 mm.

Regangan sendiri merupakan perubahan panjang yang didapatkan pada saat komposit yang diuji putus karena sudah tidak bisa menahan gaya tarik yang diberikan. Hasil keseluruhan dari sembilan komposit dapat disimpulkan bahwa penambahan *bagasse* dapat meningkatkan regangan pada komposit. Hal ini dikarenakan penambahan *bagasse* membuat komposit yang didapatkan semakin lentur, sedangkan resin pada komposit membuat komposit yang dihasilkan menjadi lebih kaku (Difandra 2012). Pelapisan larutan HMR pada *bagasse* tidak mempengaruhi regangan yang terjadi secara signifikan, karna data yang didapatkan dari penambahan larutan HMR naik turun.

3.2. Hasil Kuat Tarik Komposit



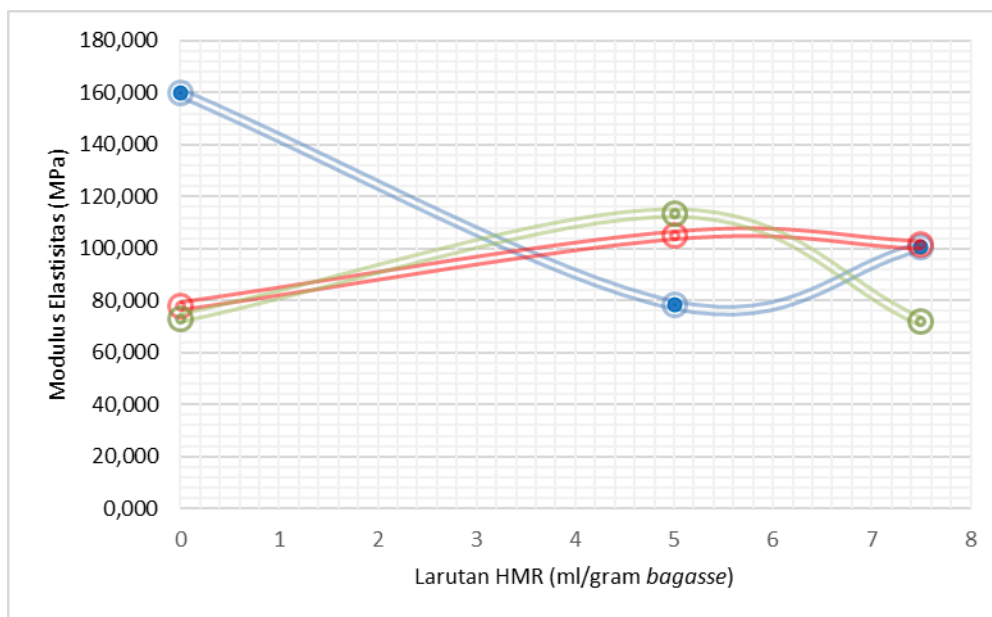
Gambar 1. Perbandingan Kuat Tarik dengan Jumlah Larutan HMR

Dari grafik perbandingan kuat tarik dengan jumlah larutan HMR, dapat dilihat garis biru menunjukkan variabel dengan *bagasse* 4% dan resin 96% mengalami kenaikan kuat tarik yang berbanding lurus dengan kenaikan larutan HMR yang digunakan. Semakin banyak larutan HMR yang diberikan kepada *bagasse* akan semakin tinggi pula kuat tarik yang dihasilkan oleh spesimen (Kurt et al. 2008). Pada percobaan menggunakan variabel *bagasse* tebu sebesar 4% dan resin epoxy 96% didapatkan kuat tarik tertinggi ada pada pelapisan dengan menggunakan larutan HMR sebanyak 7,5 ml/gram *bagasse* sebesar 1,564 MPa. Kenaikan kekuatan tarik pada *bagasse* dikarenakan adanya pelapisan menggunakan larutan HMR membuat *bagasse* lebih mudah melekat dengan resin epoksi sehingga kuat tarik yang didapatkan semakin meningkat sesuai dengan penambahan larutan HMR (Difandra 2012).

Garis berwarna merah pada grafik merupakan variabel dengan *bagasse* 8% dan resin 92% didapatkan hasil yang tidak linear. Penggunaan larutan HMR sebesar 5 ml/gram pada *bagasse* mengakibatkan kuat tarik pada komposit menurun, namun penggunaan larutan HMR sebesar 7 ml/gram pada *bagasse* mengakibatkan kuat tarik pada komposit naik dan lebih tinggi daripada tanpa menggunakan larutan HMR. Pada percobaan ini penurunan kuat tarik dari komposit dapat disebabkan karena adanya gelembung gelembung udara yang masih terjebak pada komposit sehingga mengakibatkan menurunnya kuat tarik dari komposit (Difandra 2012). Percobaan menggunakan variabel *bagasse* tebu sebesar 8% dan resin epoxy 92% didapatkan kuat tarik tertinggi ada pada pelapisan dengan menggunakan larutan HMR sebanyak 7,5 ml/gram *bagasse* sebesar 1,916 MPa.

Garis berwarna hijau pada grafik di atas merupakan variabel dengan *bagasse* 12% dan resin 88%, dapat dilihat bahwa grafik yang didapatkan tidak linear. Grafik pada penggunaan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram naik sesuai dengan penambahan penggunaan larutan HMR, namun grafik menjadi turun pada penggunaan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram pada *bagasse*. Pada percobaan ini penurunan kuat tarik dari komposit dapat disebabkan karena adanya gelembung gelembung udara yang masih terjebak pada komposit sehingga mengakibatkan menurunnya kuat tarik dari komposit (Difandra 2012). Percobaan menggunakan variabel *bagasse* tebu sebesar 12% dan resin epoxy 88% didapatkan kuat tarik tertinggi ada pada pelapisan dengan menggunakan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram *bagasse* sebesar 1,713 MPa.

3.3. Hasil Modulus Elastisitas Komposit



Gambar 2. Perbandingan Modulus Elastisitas dengan Jumlah Larutan HMR

Modulus elastisitas atau modulus young merupakan hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan. Semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi pada suatu tingkat pembebanan tertentu, atau dapat dikatakan material tersebut semakin kaku (*stiff*) (Vick 1996).

Garis biru pada grafik di atas merupakan variabel dengan *bagasse* 4% dan resin 96%, dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan tidak linear. Modulus elastisitas tertinggi pada variabel *bagasse* 4% dan resin 96% didapatkan pada percobaan tanpa menggunakan pelapisan larutan HMR yakni sebesar 160,076 MPa. Modulus elastisitas terendah ada pada variabel dengan pelapisan larutan HMR 5 ml/gram *bagasse* sebesar 78,523 MPa. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan dan penurunan modulus elastisitas tidak dipengaruhi oleh penambahan larutan HMR maupun penambahan *bagasse*, namun dipengaruhi oleh regangan yang terjadi pada saat pengujian (Difandra 2012).

Garis merah pada grafik di atas merupakan variabel dengan *bagasse* 8% dan resin 92%, dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan tidak linear. Modulus elastisitas tertinggi pada variabel *bagasse* 8% dan resin 92% didapatkan pada percobaan menggunakan pelapisan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram *bagasse* yakni sebesar 105,243 MPa. Modulus elastisitas terendah ada pada variabel tanpa menggunakan pelapisan larutan HMR sebesar 77,832 MPa.

Garis berwarna hijau pada grafik di atas merupakan variabel dengan *bagasse* 12% dan resin 88%, dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan tidak linear. Modulus elastisitas tertinggi pada variabel *bagasse* 12% dan resin 88% didapatkan pada percobaan menggunakan pelapisan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram *bagasse* yakni sebesar 113,524 MPa. Modulus elastisitas terendah ada pada variabel menggunakan pelapisan larutan HMR 7,5 ml/gram *bagasse* sebesar 71,756 MPa

3.4. Perbandingan dengan Jurnal

Berdasarkan jurnal yang telah dipublikasikan oleh Kurt dan tim pada tahun 2008 mengenai efek dari *hydroxymethylated resorcinol* (HMR) pada kekuatan geser sambungan kayu pinus, disimpulkan bahwa pelapisan larutan HMR pada kayu pinus memberikan kekuatan geser tarik lebih besar daripada tanpa menggunakan pelapisan HMR (Kurt et al. 2008).

Hasil uji pada variabel *bagasse* 4%; resin 96% sesuai dengan jurnal yang telah dipublikasikan oleh Kurt. Pada percobaan ini kuat tarik komposit *bagasse*-epoxy juga meningkat sebanding dengan penambahan larutan HMR. Hal tersebut dapat terjadi karena larutan HMR yang berfungsi sebagai coupling agent dapat meningkatkan adhesi atau daya tarik menarik antara bahan pengisi berupa *bagasse* tebu dengan matriks yang berupa resin epoxy, sehingga dapat meningkatkan kuat tarik komposit.

Hasil uji pada variabel *bagasse* 8% dan resin 92% tidak sesuai dengan jurnal yang telah dipublikasikan oleh Kurt karena grafik menurun pada pelapisan menggunakan larutan HMR sebanyak 5 ml/gram *bagasse*. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat pencetakan banyak terdapat gelembung-gelembung udara yang terjebak sehingga mengakibatkan tidak meratanya persebaran resin pada spesimen dan mengakibatkan turunnya kuat tarik spesimen.

Hasil uji pada variabel *bagasse* 12% dan resin 88% tidak sesuai dengan jurnal yang telah dipublikasikan oleh Kurt karena grafik menurun pada pelapisan menggunakan larutan HMR sebanyak 7,5 ml/gram *bagasse*. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat pencetakan banyak terdapat gelembung-gelembung udara yang terjebak sehingga mengakibatkan tidak meratanya persebaran resin pada spesimen dan mengakibatkan turunnya kuat tarik spesimen.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penambahan *bagasse* sebanyak 4% dapat meningkatkan kuat tarik pada komposit.
- b. Pelapisan *bagasse* menggunakan larutan HMR dapat meningkatkan kuat tarik komposit. Kuat tarik tertinggi pada variabel *bagasse* 8% dan resin 92% terdapat pada pelapisan larutan HMR 7,5 ml/gram *bagasse* sebesar 1,916 MPa.
- c. Modulus elastisitas tertinggi ada pada variabel *bagasse* 4%, resin 96% tanpa pelapisan larutan HMR sebesar 160,076 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostopoulos, Costas A., Giorgos Sapidis, and Efthimios Papastergiadis. 2016. "Fundamental Properties of Epoxy Resin-Modified Cement Grouts." *Construction and Building Materials* 125:184–95.
- Difandra, Arinta. 2012. "Pengaruh Perlakuan Permukaan Menggunakan Silane Coupling Agent Terhadap Interaksi Eceng Gondok Dengan Resin Epoksi." Universitas Indonesia.
- Hajiha, H. and M. Sain. 2015. "The Use of Sugarcane Bagasse Fibres as Reinforcements in Composites." Pp. 525–49 in *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*, edited by O. Faruk and M. Sain. Elsevier.
- Irawan, Yudi Surya. n.d. *Material Teknik*. Malang.
- Kumar, Vikram, Sujeet K. Sinha, and Avinash K. Agarwal. 2017. "Tribological Studies of Epoxy Composites with Solid and Liquid Fillers." *Tribology International* 105(September 2016):27–36. Retrieved
- Kurt, R., A. Krause, C. Mai, and H. Militz. 2008. "Hydroxymethylated Resorcinol (HMR) Priming Agent for Improved Bondability of Wax-Treated Wood." *Holz Roh Werkst* 333–38.
- Nayiroh, Nurun. n.d. *Teknologi Material Komposit*. Malang.
- Sevkat, Ercan and Malek Brahimi. 2011. "Procedia Engineering The Bearing Strength of Pin Loaded Woven Composites Manufactured by Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding and Hand Lay-up Techniques." *Engineering Procedia* 1(718):1–6.
- Subramonian, S., A. Ali, and M. Amran. 2016. "Effect of Fiber Loading on the Mechanical Properties of Bagasse Fiber-reinforced Polypropylene Composites." *Advances in* 8(8):1–5. Retrieved
- Tewari, Maneesh, V. K. Singh, P. C. Gope, and Arun K. Chaudhary. 2012. "Evaluation of Mechanical Properties of Bagasse-Glass Fiber Reinforced Composite." 3(1):171–84.
- Verma, D., P. C. Gope, M. K. Maheshwari, and R. K. Sharma. 2012. "Bagasse Fiber Composites-A Review." 3(6):1079–92.
- Vick, Charles B. 1996. "Hydroxymethylated Resorcinol Coupling Agent for Enhanced Adhesion of Epoxy and Other Thermosetting Adhesives to Wood." In: *Christiansen AW, Conner AH (Eds) Proc Wood Adhesives* 47–55.