

Sifat Fisik Dan Kekuatan Tarik Bioresin Getah Pinus Dengan Variasi Waktu Pemanasan

Fiko Syafri Rama, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Ketut Gede Sugita
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Green composite sudah mulai di kembangkan untuk mengganti komposit yang menggunakan bahan dari kandungan sintesis. Green composite menggunakan bahan-bahan yang berasal dari alam dan dapat dengan mudah di degradasi oleh alam. Komposit sendiri terdiri dari pengikat dan pengisi. Bahan dari alam yang dapat digunakan sebagai pengikat salah satunya adalah getah pinus dengan proses heat treatment. Penelitian ini menggunakan getah dari pohon pinus jenis Pinus Merkusii Jungh. et deVries yang terdapat di hutan Bali Timur. Penelitian ini menggunakan suhu 170°C kecepatan aduk manetic stirrer 600rpm dengan variasi lama pemanasan 90 menit, 105 menit dan 120 menit. Penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui karakteristik dan sifat mekanik dari getah pinus setelah dilakukan treatment, dengan melakukan pengujian densitas, SEM, TGA, FTIR, biodegradasi, dan uji tarik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa massa jenis tertinggi terdapat pada saat holding time 120 menit, dan pada pengujian FTIR spesimen memiliki kesamaan dengan Abietic Acid sebanyak 90% dan Canada Balsam 5%, dari pengujian TGA dapat dilihat kandungan air pada spesimen dengan lama pemanasan 90 menit yaitu 0.69%, 105 menit sebanyak 0.57% dan 120 menit sebanyak 0.54%. dari pengujian SEM dapat dilihat bahwa spesimen cocok digunakan sebagai matrix karena tidak memiliki void. Pada pengujian biodegradasi diketahui bahwa semakin lama waktu pemanasan maka persentase pengurangan massa spesimen akan semakin tinggi pada minggu ke 4. Dan dari uji tarik di dapat kekuatan tarik paling tinggi pada spesimen dengan lama pemanasan 120 menit dan paling rendah pada lama pemanasan 90 menit.

Kata kunci: bioresin, getah pinus, densitas, FTIR, SEM, FTIR, TGA, biodegradasi, uji tarik

Abstract

Green composite has already been developed to replace composites using materials from synthetic content. Green composite uses materials that come from nature and can easily be degraded by nature. The composite itself consists of a matrix and a filler. One of the materials of nature that can be used as a matrix is pine resin with heat treatment process. This research uses the resin from pine trees (Pinus Merkusii Jungh et et Vries) that grows and lives in KPH East Forest Bali, Bali Province. This research used temperature 170° C, speed 600 rpm magnetic stirrer with variations of heating time 90 minutes, 105 minutes and 120 minutes. This research was conducted to know the characteristics and mechanical properties of pine resin after treatment, by testing density, scanning electron microscope, fourier transform infra red, thermogravimetric analysis, Biodegradation, and Tensile Test. The results of this research showed that the highest density was present at the time of holding time 120 minutes, and in the FTIR test the specimens were similar with Abietic Acid 90% and Canada Balsam 5%, from the TGA test we can see the water content in the specimen with 90 minutes of heating as 0.69%, 105 minutes as much as 0.57% and 120 minutes as much as 0.54%. from the SEM test it can be seen that the specimen is suitable for use as a matrix because it has no voids. In biodegradation testing it is known that the longer heating time, the percentage reduction of the specimen mass will be higher in week 4, 4 out of 4. And from the tensile test the highest tensile strength is on 120 minutes and the lowest is on 90 minutes of heating time.

Keywords : bioresin, pine sap, density, FTIR, SEM, FTIR, TGA, tiodegradation, tensile test

1. Pendahuluan

Berkembangnya bidang industri pada saat ini maka teknologi untuk menciptakan komposit dalam mempermudah manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Bahan pengisi komposit banyak menggunakan resin sintesis. Hal ini membuat komposit ini sukar di degradasi oleh alam.

Komposit yang menggunakan kandungan sintesis sudah mulai di ganti dengan *Green composite*. Komposit dapat atau mudah di degradasi menggunakan bahan-bahan yang berasal dari alam. Getah pinus merupakan salah satu bahan alam yang dapat di kembangkan untuk menjadi pengikat. Untuk menjadikan getah pinus sebagai *bioresin* yaitu dengan cara *heat treatment*.

Pohon pinus (*Pinus Merkusii Jungh. et deVries*) tergolong jenis yang cepat tumbuh dan tidak membutuhkan persyaratan yang khusus untuk tumbuh, untuk kawasan hutan KPH Bali Timur Propinsi Bali terdapat pohon pinus dengan jumlah pohon 133.000 batang. Getah pohon pinus ini belum dimanfaatkan sama sekali oleh masyarakat sekitar, sedangkan satu batang pohon pinus dapat menghasilkan getah dengan tingkat produktivitas sebesar 7,42 gram/hari/pohon dengan waktu panen 15 hari sekali (Perhutani 2011).

Permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh waktu pemanasan pada getah pinus terhadap kekuatan tariknya?

2. Bagaimana morfologi bioresin getah pinus hasil perlakuan panas dengan pengamatan SEM?
3. Bagaimana karakteristik bioresin getah pinus dengan pengujian FTIR dan TGA?
4. Berapa banyak pengurangan massa yang terjadi akibat proses degradasi oleh alam pada bioresin getah pinus?

2. Dasar Teori

2.1 Sifat Mekanik Material Polimer

Sifat mekanik selalu berhubungan dengan respons (*deformation*) dari beban yang bekerja pada material. Pengujian yang bersifat *destructive* (merusak) akan menghasilkan kurva atau data yang menggambarkan sifat material [1]

2.1.1 Uji Tarik

Dari semua macam pengujian material yang sering dilaksanakan, pengujian tarik ini yang paling luas penggunaannya. Pengujian ini dapat memberikan informasi tentang kekuatan material yang akan dipakai dalam keperluan disain, disamping itu pengujian ini sudah diterima sebagai pengujian untuk menentukan spesifikasi dari material. [1]

Untuk mengetahui tegangan teknik dari material dapat menggunakan rumus berikut:

$$\tau = \frac{P}{A_0}$$

τ = tegangan teknik (kgf/cm²)

P = beban (kgf)

A₀ = luas penampang melintang awal (cm²)

Perhitungan regangan teknik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

ε = regangan teknik (cm/cm)

L₀ = panjang awal (cm)

L = panjang akhir (cm)

2.1.2 Densitas

Semakin tinggi kerapatan dari benda atau zat maka semakin tinggi juga masa jenis nya maka massa jenis (density) merupakan kerapatan dari benda atau zat. Jadi massa jenis adalah pengukuran massa pada setiap satuan volume benda.

Untuk menentukan densitas dari material:

$$\text{Specific Gravity} = \frac{a}{(a + w - b)}$$

Density = Specific Gravity x Massa jenis air

: Massa sampel di udara

w : Massa kawat yang tercelup sebagian

b : Massa sampel di dalam air dan massa kawat yang tercelup [2]

3. Metode Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang di gunakan adalah sebagai berikut:

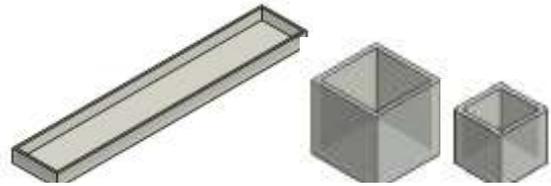
1. Alat uji : mesin uji tarik, alat uji FTIR, alat uji SEM dan alat uji TGA

2. Alat cetak: berbahan mika plastik
3. Alat ukur: timbangan, gelas, thermometer, stopwatch
4. Alat K3: sarung tangan dan masker
5. Alat bantu: magnetic heated stirrer, besi pengaduk, kuas, lap tangan, aluminium foil, plastik, obeng, selotip, kawat tembaga
6. Alat pembersih: lap tangan, tisu, minyak goreng, kuas

3.2 Proses Pembuatan Cetakan

Proses pembuatan cetakan mika plastik

1. Siapkan mika yang akan di gunakan
2. Gambar sketsa pada mika sehingga menghasilkan bentuk kotak dengan ukuran 11.5x1.9x0.7 cm, 1.5x1.5x1.5 cm dan 1x1x1 cm



Gambar 1 Sketsa cetakan berbahan mika

3. Potong sedikit bagian samping agar dapat dibentuk kubus
4. Lipat mika hingga membentuk cetakan
5. Untuk merekatkan mika dapat menggunakan selotip
6. Cetakan siap untuk di gunakan

3.2 Proses Pencetakan Bioresin

Setelah mempersiapkan cetakan, maka tahap berikutnya adalah proses pencetakan bioresin. Berikut langkah langkah teknis dari prosesnya:

1. Masukkan getah pohon pinus kedalam gelas takar dengan volume 100 ml



Gambar 2 Getah pinus saat di masukan ke gelas takar

2. Letakan gelas takar yang berisi getah di atas magnetic heated stirrer kemudian atur suhu pada 325°C. Masukkan magnet pengaduk pada gelas takar dan atur kecepatan aduk sebesar 600 Rpm
3. Setelah mencapai suhu 170°C panaskan dengan suhu konstan dengan menurunkan suhu pada magnetic stirrer dari 325°C menjadi 170°C hingga mencapai holding time dengan variasi 90 menit, 105 menit dan 120 menit



Gambar 3 Proses heat treatment getah pinus

4. Tuang cairan bioresin pada cetakan



Gambar 4 Proses penuangan getah pinus setelah di treatment

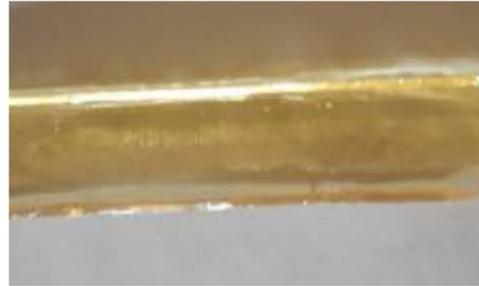
5. Letakan cetakan yang berisi spesimen pada suhu ruangan agar menjadi keras
6. Untuk mengerjakan dengan variasi spesimen lakukan dari langkah awal dan ubah waktu pada saat *holding time*
7. Proses pelepasan spesimen dari cetakan dilakukan perlahan dan hati-hati

4 Hasil dan Pembahasan

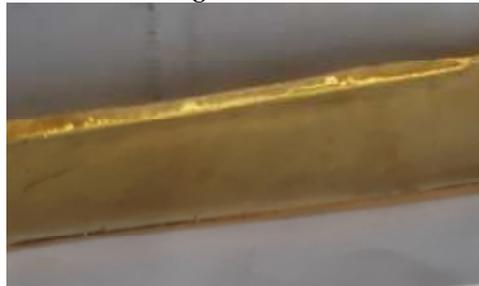
Pengambilan data hasil penelitian dilakukan setelah proses pencetakan spesimen selesai. Proses pembuatan spesimen di mulai dari pemanasan getah pinus menggunakan magnetic stirrer pada temperatur 170°C dan variasi *holding time* yaitu 90 menit, 105 menit dan 120 menit dan kecepatan *magnetic stirrer* sebesar 600 rpm. Selanjutnya getah pinus di tuang pada cetakan sesuai dengan bentuk spesimen yang akan diuji nantinya, dan didiamkan selama 15 menit agar dapat mengeras dengan sempurna. Pengujian yang di lakukan meliputi pengujian densitas, SEM, TGA, FTIR, biodegradasi dan pengujian tarik.

4.1 Perubahan Warna Spesimen Berdasarkan *Holding time* Pemanasan

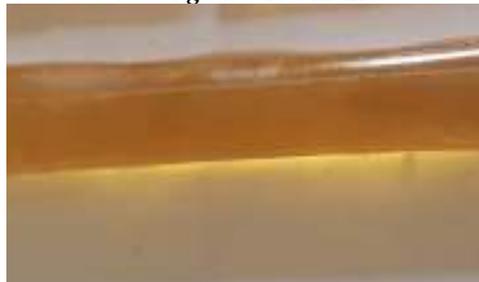
Dalam variasi waktu pemanasan, spesimen memiliki perbedaan warna, seperti terlihat pada gambar 5 sampai gambar 7



Gambar 5 Spesimen dengan temperatur 170°C *holding time* 90 menit



Gambar 6 Spesimen dengan temperatur 170°C *holding time* 105 menit

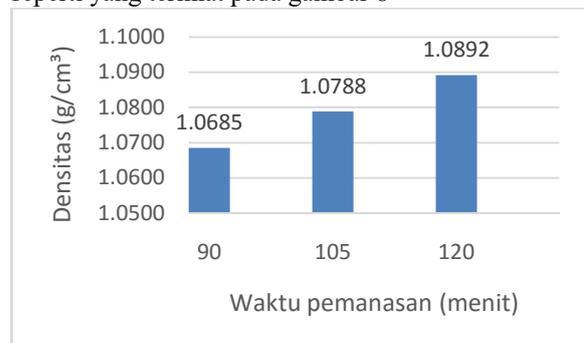


Gambar 7 Spesimen dengan temperatur 170°C *holding time* 120 menit

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan getah pinus maka warna dari spesimen akan menjadi lebih gelap, untuk *holding time* 90 menit terlihat getah pinus berwarna kuning muda, dan semakin lama *holding time* warna getah pinus menjadi kuning emas.

4.2 Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan sesuai dengan ASTM D792, yaitu dengan menimbang spesimen di udara dan menimbang spesimen di dalam aquades. Hasil uji densitas di gambarkan pada diagram batang seperti yang terlihat pada gambar 8

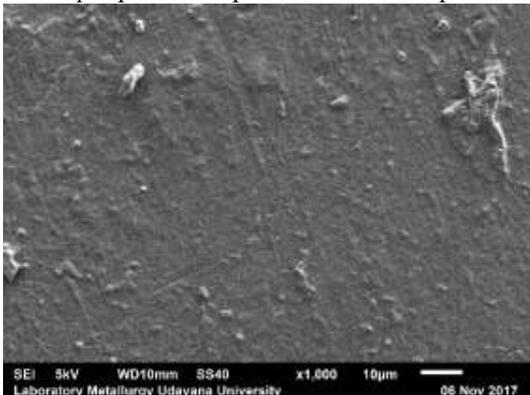


Gambar 8 Diagram batang hubungan waktu pemanasan terhadap densitas

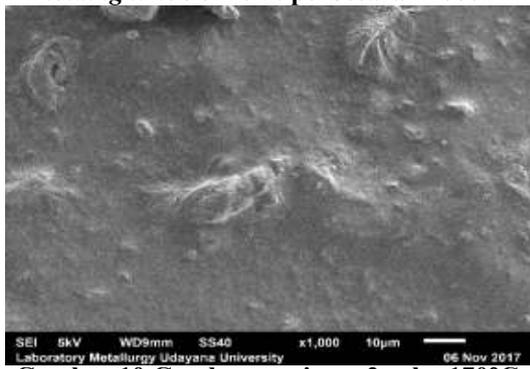
Dari diagram diatas menunjukkan bahwa densitas dari spesimen meningkat seiring dari bertambahnya waktu pemanasan. Hal ini disebabkan karena terptentin memiliki massa jenis yang rendah 0.848-0.865 g/cm² (Perhutani, 2016). pada saat waktu di panas kan kadar terptentin akan semakin berkurang. Dan menyebabkan densitas dari spesimen akan bertambah.

4.3 Data Hasil Pengamatan SEM

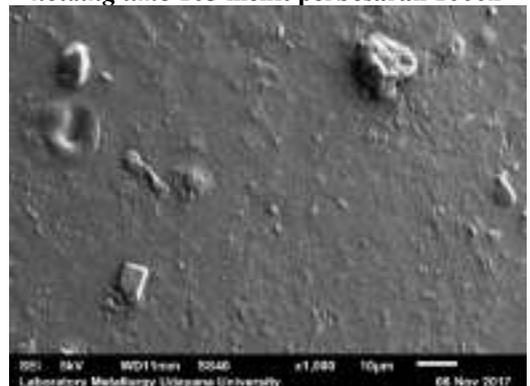
Hasil dari pengamatan *Scanning Electron Microscop* dapat dilihat pada Gambar 9 sampai 11



Gambar 9 Gambar spesimen 1 suhu 170°C holding time 90 menit perbesaran 1000x



Gambar 10 Gambar spesimen 2 suhu 170°C holding time 105 menit perbesaran 1000x



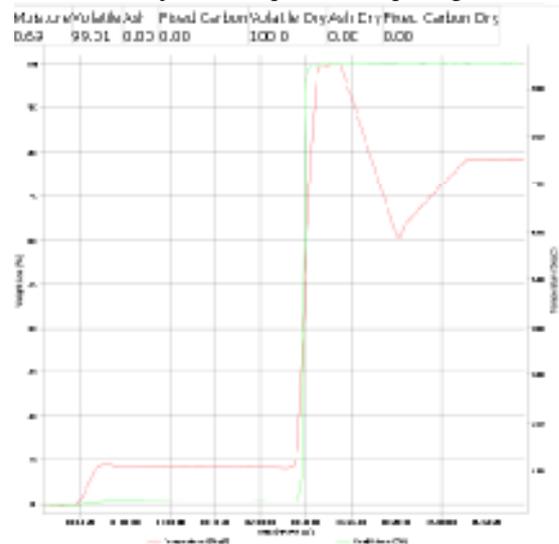
Gambar 11 Gambar spesimen 3 suhu 170°C holding time 120 menit perbesaran 1000x

Dari hasil gambar SEM diatas dapat disimpulkan spesimen bioresin dari getah pinus sangat cocok di jadikan sebagai *matrix*. Karena struktur dari permukaan spesimen tidak terdapat pori. Namun masih terdapat impurities pada permukaan, hal ini

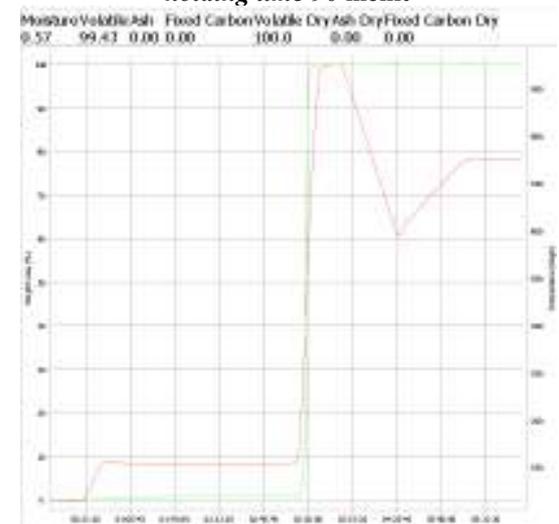
karena pada saat penuangan dan pembekuan pada spesimen tidak di tutup dan terkena udara sekitar.

4.4 Hasil Pengujian TGA

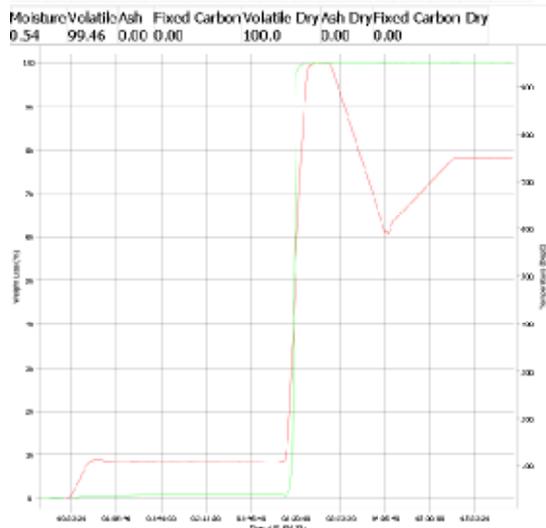
Hasil dari uji TGA dapat di lihat pada gambar



Gambar 12 Hasil uji TGA spesimen 1 suhu 170°C holding time 90 menit



Gambar 13 Hasil uji TGA spesimen 2 suhu 170°C holding time 105 menit

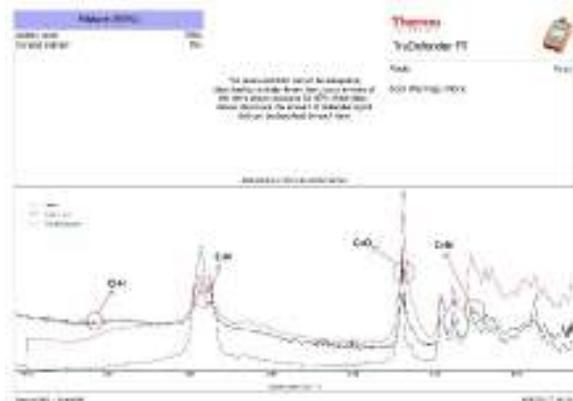


Gambar 14 Hasil uji TGA spesimen 3 suhu 170°C holding time 120 menit

Dari grafik diatas pada fase *moisture* terdapat perbedaan pengurangan massa spesimen yaitu spesimen 1 sebesar 0.69%, spesimen 2 sebesar 0.57% dan spesimen 3 sebesar 0.54%. Hal ini disebabkan semakin lama proses pemanasan maka kadar air yang terdapat pada spesimen semakin berkurang. Sedangkan untuk fase *volatil* dan *ash* relatif sama.

4.5 Hasil Pengujian FTIR

Analisis FTIR bertujuan untuk mengetahui berapa kadar kemiripan dari spesimen yang di uji. Hasil dari pengujian FTIR dapat di lihat pada gambar



Gambar 15 Pola FTIR spesimen getah pinus

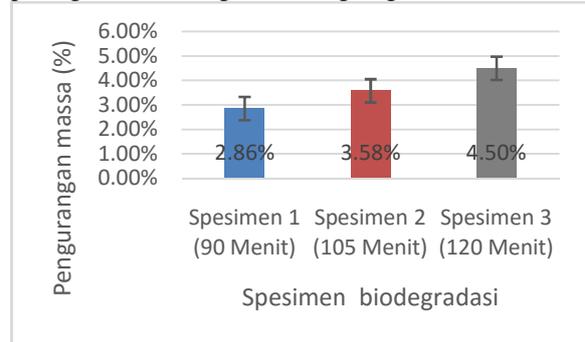
Dari hasil FTIR di dapat spesimen getah pinus memiliki kesamaan dengan Canada Balsam sebesar 5% dan Abietic Acid sebesar 90%. Canada balsam merupakan terpenin dari pohon cemara. Abietic acid merupakan senyawa organik yang terdapat di pohon dan merupakan komponen utama asam resin.

4.6 Hasil Pengujian Biodegradasi

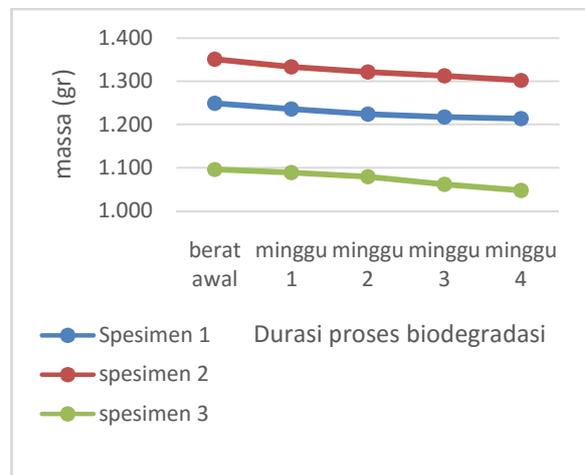
Sifat biodegradasi adalah kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme [3].Pengujian biodegradasi menggunakan adalah metode *soil burial test* yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Pengujian

biodegradasi ini dilakukan selama 28 hari dan dilakukan penimbangan setiap 7 hari sekali.

Hasil dari pengujian biodegradasi dapat dilihat pada grafik dan diagram batang di gambar 16 dan 17



Gambar 16 Diagram batang pengaruh waktu pemanasan terhadap persentase pengurangan massa spesimen dari pengujian biodegradasi



Gambar 17 Grafik pengurangan massa spesimen tiap minggu

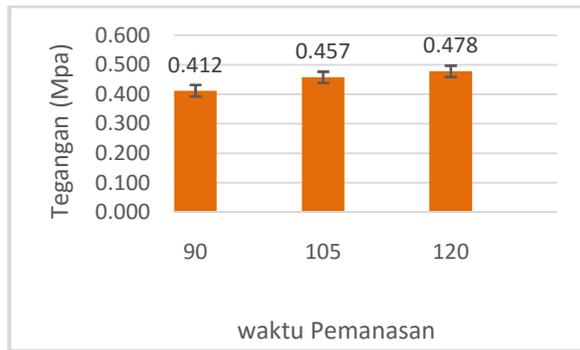
4.9 Data Hasil Uji Tarik

Hasil dari pengujian tarik dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 1

Heat Treatment	Spesimen	Tegangan Maksimum (Mpa)	Tegangan Maksimum Rata-rata (Mpa)	Regangan	Regangan Rata-rata	Modulus Elastisitas (Pa)	Modulus Elastisitas Rata-rata (Pa)
90	1-1	0.421	0.412	0.109	0.107	3864.410	3833.161
	1-2	0.382		0.104			
	1-3	0.433		0.109			
105	2-1	0.496	0.457	0.117	0.119	4218.772	3851.695
	2-2	0.433		0.113			
	2-3	0.442		0.126			
120	3-1	0.462	0.478	0.122	0.122	3785.801	3943.974
	3-2	0.511		0.113			
	3-3	0.461		0.131			

Untuk mempermudah pembacaan tabel dapat dilihat diagram batang pada gambar 18



Gambar 18 Diagram batang hubungan antara variasi lama pemanasan terhadap *ultimate tensile strength*

Dari diagram diatas dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik paling tinggi (*ultimate tensile strength*) di dapatkan pada suhu 170°C dengan *holding time* 120 menit. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pemanasan maka terpenin yang terkandung pada getah pinus akan semakin banyak berkurang. Hal ini menyebabkan spesimen menjadi getas, dan sebalik nya semakin banyak terpenin yang terkandung pada spesimen maka spesimen akan lebih elastis.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dari getah pinus *merkusii jungh et deVries* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Disimpulkan bahwa massa jenis (*density*) bioresin getah pinus memiliki tingkat kerapatan tertinggi pada *holding time* 120 menit
2. Hasil uji FTIR bioresin getah pinus memiliki kesamaan dengan Abietic Acid sebanyak 90% dan Canada Balsam sebanyak 5%.
3. Dari pengujian TGA dapat dilihat kandungan air dari spesimen sebanyak 0.69% pada waktu pemanasan 90 menit, 0.57% pada waktu pemanasan 105 menit dan 0.54% pada waktu pemanasan 120 menit.
4. Dari uji SEM dapat disimpulkan bahwa bioresin getah pinus bagus untuk dijadikan sebagai pengikat (*matrix*)
5. Dan dari pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik paling tinggi (*ultimate tensile strength*) di dapatkan pada suhu 170°C dengan *holding time* 120 menit.

Daftar Pustaka

- [1] Budinski, G, Kenneth. *Engineering Material Properties And Selection*. New Jersey, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs. 2001

- [2] ASTM International D 792. *Standard Test Methods for Density and Spesific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement*.

- [3] Madsen, *Method for Determining Biodegradability*. Washington DC. 1997

- [4] Suryani. *Sintesa dan Uji Biodegradasi Polimer Alami*. Politeknik Negeri Lhokseumawe. 2010

- [5] Dea Egitha Clareyna dan Johar Lizda Mawarani. *Pembuatan dan Karakteristik Polimer Berpenguat Bagasse*. Institut Teknologi Sepuluh November. 2013