

**PENGARUH VARIASI LAMA PERENDAMAN SERAT TEBU DENGAN NAOH TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN STRUKTUR MIKRO PADA KOMPOSIT MATRIKS POLYESTER BQTN 157-EX.**

**Bagus Satryo Wicaksono**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [bagus.17050754069@mhs.unesa.ac.id](mailto:bagus.17050754069@mhs.unesa.ac.id)

**Bellina Yunitasari**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [bellinayunitasari@unesa.ac.id](mailto:bellinayunitasari@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Material komposit merupakan salah satu material yang banyak dimanfaatkan pada kemajuan teknologi saat ini. Hal ini dikarenakan komposit memiliki sifat yang ringan dan relatif kuat. Dalam perkembangan penelitian yang ada saat ini penggunaan serat alam mulai dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada komposit sebagai pengganti fiber sintetis seperti carbon. Hal ini dikarenakan sifatnya yang ramah lingkungan dan banyak tersedia pada limbah-limbah masyarakat sehingga lebih mudah didapatkan dan lebih ekonomis. pada penelitian ini bertujuan agar limbah serat tebu selanjutnya dapat dimanfaatkan serta diolah dengan baik sebagai bahan dasar pembuatan helm. Desain penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pada penelitian ini menggunakan material komposit berbahan *Polyester BQTN 157-EX* menggunakan penguat katalis berjenis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* karena pada bahan-bahan tersebut memiliki sifat mekanis yang tinggi dengan harga yang terjangkau oleh masyarakat. Pada perancangan membuat suatu material berbahan komposit membutuhkan penguat dasar yaitu serat alam tumbuhan tebu yang telah disatukan dengan acak dan anyam karena belum adanya pemanfaatan dan pengolahan secara baik dari limbah serat tebu pada dunia perkebunan, dilingkup industri pemanfaatan limbah serat tebu di Indonesia hanya dimanfaatkan sebesar 60% saja. Material berbahan komposit akan diperlakukan menggunakan pengujian bending dan dampak agar dapat diketahui sifat-sifat ketangguhan pada material ini dalam menerima suatu beban dan elastisitas seperti penggunaan pada *helm* dan nantinya akan dilakukan pengujian struktur mikro agar dapat diketahui secara inti kegagalan-kegagalan yang terjadi pada setiap patahan spesimen setelah mengalami perlakuan uji bending dan uji dampak. Pada hasil dari penelitian ini lamanya perendaman serat dan orientasi serat sangat berpengaruh pada sifat mekanis suatu material, susunan serat tebu acak memiliki nilai dampak terendah yaitu  $0,009\text{J}/\text{mm}^2$  terdapat pada variasi acak perendaman 2jam dan memiliki nilai dampak tertinggi  $0,038\text{J}/\text{mm}^2$  terdapat pada variasi anyam dengan perendaman 4jam, sedangkan pada uji bending susunan serat tebu acak memiliki nilai terendah yaitu 38,699 Mpa terdapat pada variasi acak perendaman 6jam, dan memiliki nilai bending tertinggi yaitu 132.837 Mpa terdapat pada variasi anyam dengan lama perendaman 2jam. Ada beberapa faktor kegagalan pada orientasi serat tebu acak, kegagalan yang paling dominan tampak adalah kegagalan *void* dan kegagalan pada serat tebu anyam memiliki kegagalan paling mendominasi yaitu kegagalan *fiber pull out* dan *matrix rich*.

**Kata Kunci :** Material Komposit, Variasi lama perendaman NaOH, Kekuatan Bending dan Dampak, Struktur Mikro.

**Abstract**

*Among the materials widely used in technological advancements today is composite material. The properties of composites are mild as well as relatively strong. Researchers have started to use natural fibers as reinforcement for composites, rather than synthetic fibers like carbon. The reason is that it is environmentally friendly and widely available in community waste, making it convenient to obtain and more economical. The purpose of this research to decide whether bagasse fiber waste can be properly processed and used as the basic material to manufacture helmets. This research method uses the type of an experimental study. For this study, the writer used a matrix based on Polyester BQTN 157 - EX resin together with Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP) catalyst mixture because it had a relatively low price and had good mechanical properties. In the manufacture of composite materials, bagasse fiber is the main reinforcement that is generally oriented randomly and woven because of the maximum utilization of bagasse waste in agriculture. However, in the industrial field, bagasse waste is only utilized to a maximum of 60%. A composite material undergoes bending and impact treatments to determine its toughness and elasticity, as it is used in helmets, as well as laboratory tests to determine the failures that will occur after the material has undergone bending and impact process. According to the result of the fiber soaking time and the fiber orientation of materials, this study found that  $0.009\text{J}/\text{mm}^2$  is the lowest impact value in the random cane variation of 2 hours immersion, and  $0.038\text{J}/\text{mm}^2$  is the highest within the woven variation of 4 hours immersion. For the bending test random bagasse fiber has the lowest value of 38.699 MPa under a random variation of 6 hour immersion, and has the highest bending value of 132,837 MPa is found in woven variation with a 2-hour immersion length. The most dominant failure mechanism in random bagasse fiber is void failure and the most dominant failure mechanism in woven bagasse fiber is pull out failure and matrix rich.*

**Keywords :** Composite Material, NaOH immersion time, Bending and Impact Strength, Microstructure.



## PENDAHULUAN

Pada perkembangan zaman saat ini teknologi berkembang sangat pesat, banyak sekali penemuan baru yang dapat menguntungkan masyarakat khususnya pada bidang material. Permintaan material dipasar perkembangan saat ini ialah material yang mempunyai berat yang cukup ringan tetapi mempunyai sifat mekanis yang tinggi, pada kebutuhan diatas maka dikembangkan bermacam-macam jenis material komposit.

Helm adalah suatu bagian perlengkapan untuk mengendarai sepeda motor yang menyerupai seperti topi atau alat yang berguna untuk melindungi pengendara apabila terjadi suatu benturan di kepala saat berkendara (SNI, 2007). Helm juga berguna sebagai pelindung untuk melindungi area wajah dari objek-objek kecil, pasir, dan butiran debu yang dapat mengganggu pengelihatn pada saat berkendara. Maka dari itu dibuatlah Undang - Undang Republik Indonesia No.14 Tahun 1992 pasal 23 yang mengharuskan pengemudi kendaraan bermotor untuk menggunakan alat pelindung kepala yaitu helm sebagai syarat utama pada saat berkendara, fungsi dasar dari penggunaan helm tersebut, maka dibuatlah helm dengan bahan dasar yang ringan dan kokoh agar dapat memberikan kenyamanan dan keamanan saat digunakan berkendara. Undang - Undang Republik Indonesia No.22 Tahun 2009 pasal 57 memutuskan penggunaan helm sebagai alat yang harus digunakan pengendara wajib sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang sudah ditetapkan.

Tumbuhan tebu ialah tumbuhan yang banyak sekali ditemui pada seluruh daerah yang berada di Indonesia. Tanaman tebu sendiri sangat mudah untuk tumbuh pada unsur tanah yang berada di Indonesia sehingga hasil alam berupa tanaman tebu di Indonesia sangat melimpah. sampai dengan sekarang pemanfaatan limbah berupa serat tebu masih hanya sebatas pada industri kerajinan rumah tangga saja serta belum diolah menjadi produk teknologi yang bermanfaat dengan baik. Limbah pada serat tebu sangat potensial sekali untuk digunakan sebagai bahan penguat baru pada bahan dasar material komposit. Keunggulan dari serat tebu sebagai bahan dasar baru rekayasa antara lain dapat menghasilkan bahan baru pada komposit alam yang ramah lingkungan dan dapat menambahkan ide pemanfaatan produk baru yang memiliki nilai ekonomi, kualitas dan teknologi yang tinggi (Nyimas Lauila 2014).

Dari pendataan pada satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang diolah (Penebar Swadaya,1992). Sedangkan Menurut Mui (1996) ampas bagas tebu yang dihasilkan dari pabrik yang memproduksi gula memiliki jumlah berkisar 30% dari tebu yang diolah, dan menurut Gandana (1982), ampas bagas tebu yang dihasilkan dari produksi gula

memiliki jumlah 31-34% dari tebu yang diolah dan digiling. Husin (2007) menambahkan, berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas bagas tebu yang dihasilkan sebesar 32% dari berat tebu giling. Namun, sebanyak 60% dari ampas bagas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar pengolahan, bahan baku untuk produksi kertas, bahan baku industri kampas rem, industri jamur, dan lain sebagainya. Oleh karena itu diperkirakan sebesar 45% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan secara baik dan dibuang begitu saja.(Husin, 2007).

Matriks yang digunakan pada pembuatan komposit helm adalah resin dan katalis. Resin yang digunakan adalah Resin berjenis *Polyester Yukalac 157 BQTN-EX* yang memiliki nilai viskositas yang cukup rendah, tahan terhadap berbagai macam cuaca dan lingkungan, mempunyai sifat mekanis yang cukup tinggi dan baik, serta rendah pada temperature ruang. Pada penggunaan bahan pengeras dan mempercepat proses pengeringan pada resin, digunakannya katalis yang berjenis *Katalis Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKP)*. Pada material komposit, material ini meiliki sifat yang dapat dipengaruhi oleh perlakuan *NaOH*. Kekuatan dan sifat kekakuan yang berasal dari serat alam atau serat tumbuhan bergantung oleh kandungan selulosanya, peningkatan kandungan selulosa ialah faktor yang dapat meningkatkan sifat pada serat. Perlakuan alkalisasi (*NaOH*) pada serat alami ialah salah satu perlakuan kimia yang sudah dikenal agar dapat meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin agar mendapatkan hasil yang baik pada material komposit (Jurnal Rekayasa Mesin, 2013). Suatu proses pembuatan komposit yang diperkuat oleh serat tanpa dilakukannya proses *alkalisasi*, suatu ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat yang biasa disebut dengan pektin dan lignin.

Pada saat proses pembuatan suatu material berbahan komposit akan mengandung *void* atau sekumpulan udara yang terkandung pada spesimen, oleh karena itu sebaiknya harus dapat mengurangi kadar gelembung udara atau *void* yang terkandung pada saat proses pembuatan material komposit. Pada penelitian ini pembuatan komposit dilakukan dengan metode yang cukup baru yaitu metode *vacum* yang bertujuan untuk mengurangi kandungan pada resin yang terlalu banyak pada proses dan meminimalisir banyaknya kandungan udara atau *void* yang terjebak pada saat proses pembuatan komposit (Azzsyyukhron dkk, 2018).

Pada material berbahan komposit ini mempunyai beberapa sifat yaitu keuletan, ketangguhan dan kekuatan. Suatu sifat mekanis pada pembuatan bahan dasar helm adalah kekuatan material saat menerima beban kejut dan



keuletan pada material. Pengujian bending dan impak adalah pengujian material yang tepat dalam proses mengetahui seberapa kuat sifat pada material daribahan dasar pembuatan helm ini.

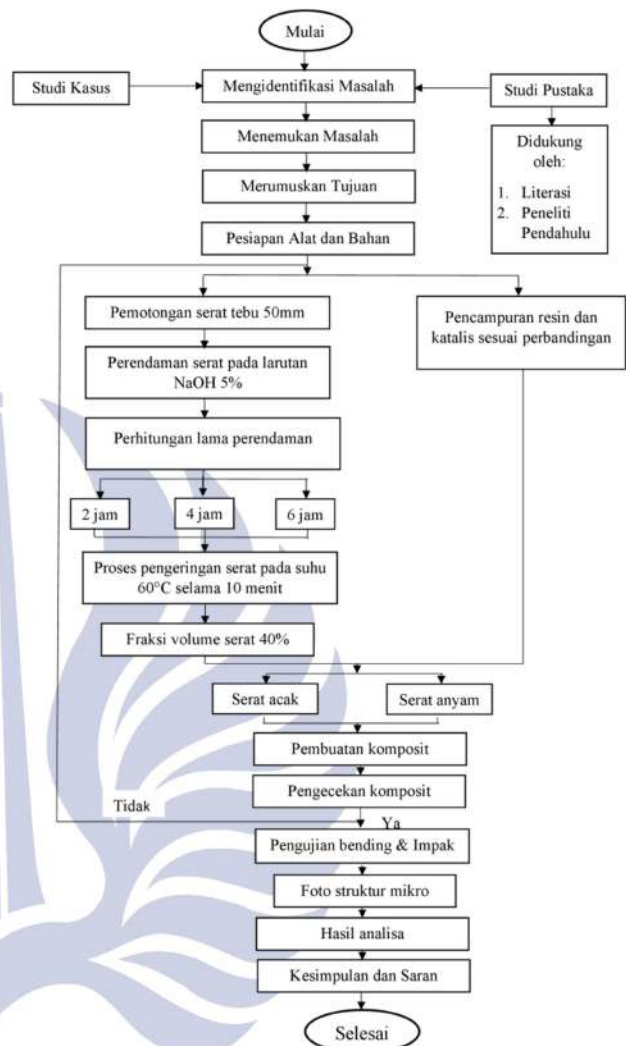
Ada beberapa macam kegagalan yang terjadi pada saat mengkaji suatu material berbahan komposit ini yaitu terbelahnya suatu material yang disebabkan oleh bobot berlebih atau bisa disebut dengan titik pengendalian kritis pada suatu material berbahan komposit. Menurunnya kemampuan pada suatu material berbahan komposit ini seringkali terjadi karena ada factor yang terkandung dalam komposit seperti gelembung udara dan banyaknya matriks yang terkandung pada komposit, pada permasalahan tersebut specimen selanjutnya akan dikaji menggunakan foto struktur mikro ketika sudah dilakukan perlakuan *bending* agar dapat ditemukan penyebab dari kegagalan lebih inti pada material berbahan komposit.

### METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode *experimental research*. Banyak prosedur-prosedur yang harus diselesaikan sehingga dapat melanjutkan penelitian hingga selesai. Pada penelitian ini bertempat di Bengkel Garda Unesa (Garnesa Racing Team) yang berada di Universitas Negeri Surabaya. Sedangkan pada proses pengkajian bending dan pengkajian struktur mikro pada material komposit diujikan pada Laboratorium yang berada di Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

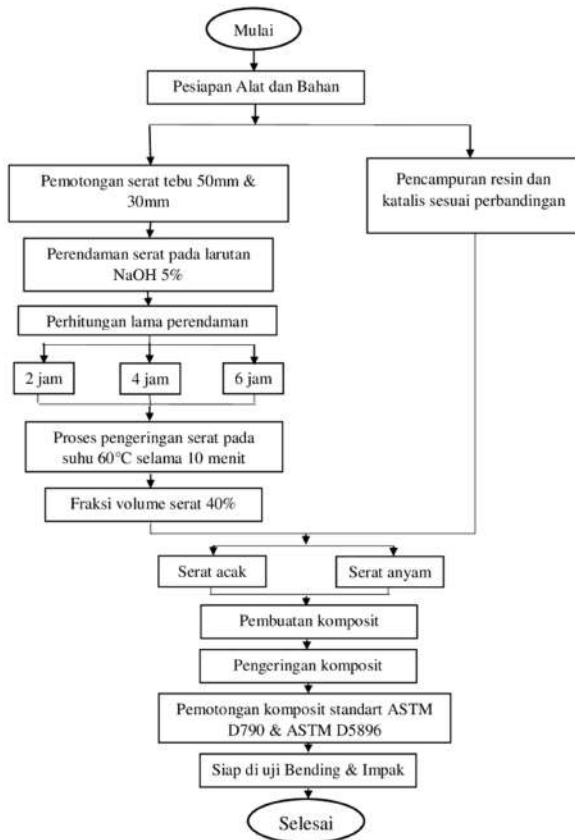
Pada proses pembuatan material berbahan komposit serat tebu disusun secara anyam dan acak menggunakan variasi lama perendaman dengan cairan NaOH selama 2jam, 4jam dan 6jam. yang menggunakan resin berjenis *Polyester BQTN 157 - EX*, sedangkan pada katalis menggunakan katalis berjenis *Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKP)*, dengan panjang serat 50mm perlakuan serat pada NaOH. Ukuran pada spesimen sesuai dengan *ASTMD D790* Selanjutnya dilakukan pengujian bending serta pengujian struktur mikro pada suatu patahan komposit yang telah mendapat perlakuan bending.

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

**Diagram Alir Pembuatan Komposit**



Gambar 2. Flowchart P Komposit

**Pengujian Bending**

*Bending Test* adalah suatu proses pengkajian suatu material dengan cara ditekan sehingga menghasilkan data berupa kekuatan lengkung atau *bending* pada material yang telah dikaji. Metode pengkajian bending mempunyai dua macam metode, yaitu *three point bending* dan *four point bending*. Pada penelitian ini menggunakan metode uji *three point bending*, yang memiliki rumus uji *bending* sebagai berikut :

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (1)$$

Keterangan :

- $\sigma$  = Tegangan *Bending* (Mpa)
- F = Beban /Load (N)
- L = Panjang Span/ *Support Span* (mm)
- b = Lebar /*Width* (mm)
- d = Ketebalan/*Depth* (mm)<sup>2</sup>

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Bending**

Setelah dilakukan pembuatan spesimen selanjutnya dilakukan proses pengujian dan pengambilan data pada

spesimen yang siap untuk diujikan. Adapun hasil pengambilan data pada uji bending dapat disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Bending Komposit Variasi 1

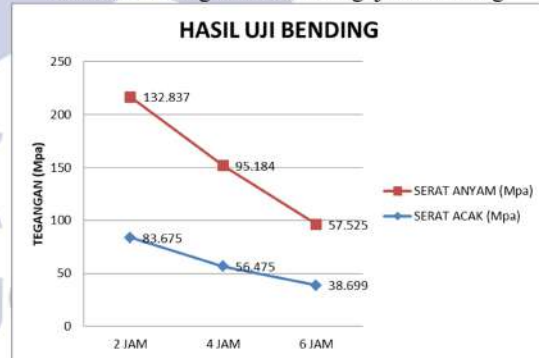
| HASIL PENGUJIAN BENDING SERAT ACAK |                         |                        |                        |                 |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| LAMA PERENDAMAN                    | Beban Bending Maks (Kg) | Beban Bending Maks (N) | Tegangan Bending (Mpa) | Rata-Rata (Mpa) |
| SERAT ACAK 2 JAM                   | 5.60                    | 54.91                  | 87.856                 | 83.675          |
|                                    | 7.80                    | 76.49                  | 122.384                |                 |
|                                    | 2.40                    | 23.53                  | 40.784                 |                 |
| SERAT ACAK 4 JAM                   | 5.00                    | 49.03                  | 78.448                 | 56.475          |
|                                    | 2.80                    | 27.45                  | 43.92                  |                 |
|                                    | 3.00                    | 29.41                  | 47.056                 |                 |
| SERAT ACAK 6 JAM                   | 3.20                    | 31.38                  | 50.208                 | 38.699          |
|                                    | 2.20                    | 21.57                  | 40.784                 |                 |
|                                    | 1.60                    | 15.69                  | 25.104                 |                 |

Tabel 2. Hasil Pengujian Bending Komposit Variasi 2

| HASIL PENGUJIAN BENDING SERAT ANYAM |                         |                        |                        |                 |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| LAMA PERENDAMAN                     | Beban Bending Maks (Kg) | Beban Bending Maks (N) | Tegangan Bending (Mpa) | Rata-Rata (Mpa) |
| SERAT ANYAM 2 JAM                   | 9.40                    | 92.18                  | 147.488                | 132.837         |
|                                     | 7.40                    | 72.56                  | 116.096                |                 |
|                                     | 8.60                    | 84.33                  | 134.928                |                 |
| SERAT ANYAM 4 JAM                   | 6.40                    | 62.76                  | 100.416                | 95.184          |
|                                     | 5.20                    | 50.99                  | 81.584                 |                 |
|                                     | 6.40                    | 62.76                  | 103.552                |                 |
| SERAT ANYAM 6 JAM                   | 3.20                    | 31.38                  | 53.344                 | 57.525          |
|                                     | 2.20                    | 21.57                  | 56.48                  |                 |
|                                     | 2.60                    | 25.49                  | 62.752                 |                 |

Dari data yang diperoleh memiliki hasil rata-rata yang berbeda pada serat acak dan anyam ditabel variasi 1 dan tabel variasi 2, seluruh nilai rata-rata tersebut akan dilampirkan pada diagram berikut.

Gambar 4. Diagram Hasil Pengujian Bending



Berdasarkan diagram 4. dapat diketahui bahwa nilai bending terendah terdapat pada komposit serat tebu variasi acak lama perendaman 6jam dengan nilai 38,699 Mpa dan nilai bending tertinggi terdapat pada komposit serat tebu variasi anyam lama perendaman 2jam dengan nilai 132,837 karena hal ini disebabkan oleh lamanya perendaman NaOH yang berlebih pada serat mengakibatkan kekuatan pada serat menjadi turun karena terjadinya suatu proses delignifikasi dan penetrasi pada rantai selulosa yang berlebihan sehingga mengakibatkan kerusakan atau kelemahan pada serat (Kris Witono, 2013).



**Analisa Statistik**

Data hasil pengkajian yang sudah diperoleh nantinya akan dilakukan analisa statistik agar memperoleh kesimpulan dari hipotesa tersebut. Data-data selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan cara *One\_way Anova* menggunakan aplikasi SPSS. Jika akan melakukan uji anova sebaiknya data tersebut harus dipastikan terlebih dahulu bahwa data terdistribusi secara baik dan homogen. Sehingga harus melakukan pengujian normalitas dan homogenitas terlebih dahulu.

Tabel 3. Pengujian Normalitas

| Tests of Normality     |                                 |    |      |              |    |      |
|------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Lama Perendaman        | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                        | Statistic                       | df | Sig. | Statistic    | df | Sig. |
| Kekuatan Bending 2 Jam | .207                            | 3  | .992 | .3           | 3  | .831 |
| 4 Jam                  | .356                            | 3  | .818 | .3           | 3  | .157 |
| 6 Jam                  | .232                            | 3  | .980 | .3           | 3  | .727 |
| 4                      | .219                            | 3  | .987 | .3           | 3  | .781 |
| 5                      | .337                            | 3  | .855 | .3           | 3  | .253 |
| 6                      | .253                            | 3  | .964 | .3           | 3  | .637 |

Pada tabel ditunjukkan hasil dari pengujian normalitas dengan nilai sig data pengujian *Bending* seluruh data pada variabel memperoleh nilai lebih besar dari 0.05 sehingga hasil dari data tersebut berdistribusi secara normal.

Tabel 4. Pengujian Homogenitas

| Kekuatan Bending |     |     |      |
|------------------|-----|-----|------|
| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| 2.159            | 5   | 12  | .127 |

Pada tabel ditunjukkan hasil dari pengujian Homogenitas dengan perolehan nilai sig pengujian *Bending* mendapatkan nilai lebih besar dari 0.05 sehingga hasil dari data tersebut berdistribusi secara normal lalu dapat dilakukan pengujian selanjutnya yaitu uji Anova.

| ANOVA            |                |    |             |       |      |
|------------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Kekuatan Bending |                |    |             |       |      |
|                  | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups   | 17278.816      | 5  | 3455.763    | 7.923 | .002 |
| Within Groups    | 5233.829       | 12 | 436.152     |       |      |
| Total            | 22512.644      | 17 |             |       |      |

Pada tabel diatas didapatkan Nilai F *bending* dengan hasil 7.923. Ada beberapa ketentuan agar dapat mengetahui nilai F tabel dibutuhkan dk sebagai pembilang dan df sebagai penyebutnya. Dimana df pembilang diperoleh dengan cara menghitung jumlah variabel kelompok dikurangi dengan 1 sebagai rumus, maka 3-1=2 jadi dapat ditentukan bahwa df pembilangnya adalah 2, sedangkan df penyebut diperoleh dari jumlah seluruh sampel data lalu dikurangi dengan jumlah variabel kelompoknya, maka 18-3=15 jadi df penyebutnya adalah 15. Berdasarkan tabel dibawah bahwa nilai F tabel yaitu 3.68 dengan nilai df yang sudah di tentukan yaitu df 2 sebagai pembilang dan df 15 sebagai penyebut.

Tabel 5. Tabel F

| v2 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 161  | 200  | 216  | 225  | 230  | 234  | 237  | 239  | 241  | 242  | 243  | 244  | 245  | 245  | 246  | 246  |
| 2  | 18.5 | 19.0 | 19.2 | 19.2 | 19.3 | 19.3 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 |
| 3  | 10.1 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.89 | 8.85 | 8.81 | 8.79 | 8.76 | 8.74 | 8.73 | 8.71 | 8.70 | 8.69 |
| 4  | 7.71 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.26 | 6.16 | 6.09 | 6.04 | 6.00 | 5.96 | 5.94 | 5.91 | 5.89 | 5.87 | 5.86 | 5.84 |
| 5  | 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.88 | 4.82 | 4.77 | 4.74 | 4.70 | 4.68 | 4.66 | 4.64 | 4.62 | 4.60 |
| 6  | 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.21 | 4.15 | 4.10 | 4.06 | 4.03 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 |
| 7  | 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.79 | 3.73 | 3.68 | 3.64 | 3.60 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 |
| 8  | 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.50 | 3.44 | 3.39 | 3.35 | 3.31 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.20 |
| 9  | 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.29 | 3.23 | 3.18 | 3.14 | 3.10 | 3.07 | 3.05 | 3.03 | 3.01 | 2.99 |
| 10 | 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.94 | 2.91 | 2.89 | 2.86 | 2.85 | 2.83 |
| 11 | 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.82 | 2.79 | 2.76 | 2.74 | 2.72 | 2.70 |
| 12 | 4.75 | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.72 | 2.69 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.60 |
| 13 | 4.67 | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.63 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.53 | 2.51 |
| 14 | 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.48 | 2.46 | 2.44 |
| 15 | 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.51 | 2.48 | 2.45 | 2.42 | 2.40 | 2.38 |
| 16 | 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.46 | 2.42 | 2.40 | 2.37 | 2.35 | 2.33 |
| 17 | 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.41 | 2.38 | 2.35 | 2.33 | 2.31 | 2.29 |
| 18 | 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.37 | 2.34 | 2.31 | 2.29 | 2.27 | 2.25 |
| 19 | 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.28 | 2.26 | 2.23 | 2.21 |
| 20 | 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.28 | 2.25 | 2.22 | 2.20 | 2.18 |

Berdasarkan uraian diatas pada pengujian bending nilai F *bending* memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai F tabel pada variabel. Jadi dapat diartikan bahwasanya Ha diterima dan Ho ditolak atau dapat dikatakan bahwa ada pengaruh dari variasi lama perendaman serat pada kekuatan *bending*.

• **Analisa Kegagalan Komposit**

Hasil analisa foto visual dan mikro patahan spesimen komposit serat tebu dengan lama perendaman 6jam pada gambar menunjukkan bentuk patahan pada spesimen dengan nilai bending terendah.



Gambar 5. Foto Kegagalan Visual dan Mikro

• **Korelasi Uji Bending Dengan Mekanisme Kegagalan Komposit Serat Tebu.**

Pengamatan visual dan pengamatan mikro komposit pada serat tebu variasi acak 6jam memiliki nilai bending terendah yaitu 38,699 Mpa, hal ini terjadi karena ikatan pada serat acak tidak saling menyatu antara satu serat dengan serat lainnya, sehingga menyebabkan rongga yang dapat membuat udara terperangkap dalam proses laminasi pembuatan komposit, hal ini menyebabkan kegagalan *void* paling dominan pada saat proses pengujian berlangsung dan lamanya perendaman NaOH pada proses alkalisasi juga berpengaruh pada kekuatan serat sehingga pada perendaman serat selama 6jam memiliki nilai/kekuatan bending terendah dibandingkan dengan perendaman 4jam dan 2jam. Perendaman NaOH yang berlebih pada serat mengakibatkan kekuatan pada serat menjadi turun karena terjadinya suatu proses delignifikasi dan penetrasi pada jaringan selulosa yang sangat

berlebih sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada serat (Kris Witono, 2013).

Pengamatan visual dan pengamatan mikro komposit pada serat tebu variasi anyam 2jam memiliki nilai bending tertinggi yaitu 132,837 Mpa. Nilai tersebut diperoleh karena variasi ini memiliki susunan serat anyam yang memiliki ikatan kuat antar seratnya dan matriks terdistribusi dengan baik sehingga kegagalan yang dihasilkan didominasi oleh kegagalan *fiber pullout* dan *matrix rich*. Kegagalan *Matrix rich* adalah kondisi dimana serat tidak ada di daerah matriks yang mengakibatkan matriks menjadi mudah patah pada saat menerima beban (Zulkifli, 2018), namun pada kegagalan tersebut terbantu oleh variasi anyam yang digunakan sehingga mendapatkan nilai terbaik pada uji bending.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan proses penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Lama Perendaman Serat Tebu Dengan NaOH Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Pada Polyester BQTN – 157 EX”, didapatkan simpulan sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh pada variasi lama perendaman dengan larutan NaOH menggunakan metode *vacum bag infusion* dengan *Katalis Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKP)* dan resin yang berjenis *Polyester Yukalac 157 BQTN-EX*, pada kekuatan bending. Kekuatan bending mendapatkan hasil terbaik pada lama perendaman 2jam variasi anyam dengan nilai bending 132,837 Mpa.
- Terdapat pengaruh pada komposit serat tebu dengan menggunakan *Katalis Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKP)* dan resin yang berjenis *Polyester Yukalac 157 BQTN-EX* terhadap pengujian foto struktur mikro sesudah mendapatkan perlakuan *bending* dengan masih banyaknya kegagalan yang mengandung *void* (banyaknya udara yang terperangkap pada pembuatan material komposit), juga dalam perendaman serat menggunakan NaOH ketika melakukan perendaman NaOH atau proses alkalisai yang terlalu lama maka membuat material komposit lebih mudah getas, Kegagalan komposit serat tebu pada variasi serat anyam kegagalan didominasi oleh kegagalan *fiber pullout* yang diakibatkan ketidakmampuan matriks dalam mengikat jaringan serat karena beban yang didapat sehingga menyebabkan serat terlepas dari matriks.

## SARAN

- Sebaiknya menggunakan molding yang tidak terbuat dari kaca karena mudah pecah ketika mendapatkan tekanan yang tinggi pada saat proses *vacum*.
- Diharapkan ada penelitian lebih lanjut agar dilakukan pengujian FTIR guna mendeteksi gugus fungsi pada material komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hartono., M. Rifai, Dan Handoko. 2016. *Pengenalan Teknik Komposit*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). *Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323–331.
- Mesin, J. T., Sains, F., & Cendana, U. N. (2016). *Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Komposit Widuri - Polyester*. 03(02), 11–20.
- Mulyatno, Imam, P., Sarjito, Jokosisworo, “*Analisa Teknis Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Tekuk*”, *Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.
- ASTM. 2003. *D790-03 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. United states.
- Prayoga, Devit Alda. 2020. “*Pengaruh Jumlah Laminasi Core Komposit Sandwich Serat Kenaf Dengan Core Kayu Sengon 86 Terhadap Kekuatan Bending*”. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.
- Suwanda, T., & Rahman, M. B. N. (2010). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Rami dengan Matrik Polyester. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 13(2), 165–170.
- Suyadi, Hafez Haris Ariya. 2015. “*Pengaruh Metode Hand Lay Up Dan Vacuum Infusion Terhadap Sifat Mekanik Material Fiberglass Rainforced Plastic (FRP) Pada Pembuatan Kapal Patroli Bea Cukai*”. Diploma Thesis. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya: Surabaya