

# ANALISA KEKUATAN MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIOXIDE DAN SERAT DAUN NANAS BERMATRIK RESIN POLYESTER 108

Tuis Firnando Haryansyah<sup>1</sup>, I Wayan Sujana<sup>2</sup>, Bagus Setyo Widodo<sup>3</sup>  
Program Teknik Mesin S – 1 Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Email: [tuisfirnand@gmail.com](mailto:tuisfirnand@gmail.com)

## ABSTRAK

Banyak penggunaan serat sintetis sebagai penguat komposit, pemanfaatan dengan menggunakan material komposit khususnya serat alam (*natural fiber*) untuk bahan baku alami di bidang industri otomotif, komposit serat (*fibrous composite*) diteliti dan dikembangkan untuk bahan alternatif pengganti logam, sebab material komposit serat lebih ringan, memiliki kekuatan baik dan ramah lingkungan, penggunaan material komposit serat alam (*natural fiber*) yang mudah dibentuk, memiliki kekuatan yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan titanium *dioxide* terhadap sifat mekanik serat daun nanas dan resin *polyester* dengan pengujian *impact*, bending dan uji sem (*scanning electron microscope*). Untuk berat serat yang digunakan adalah 4,82 gram dan 10,27 gram dengan perlakuan kimia pada serat menggunakan larutan naoh 5% selama 2 jam. penambahan titanium *dioxide* 0%, 5% dan 10%, menggunakan resin *polyester* dengan variasi 70%, 65% dan 60%, dibuat dengan metode hand lay-up, Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian *impact*, bending dan sem (*scanning electron microscope*). Didapatkan hasil data uji *impact* tertinggi rata-rata harga *impact* sebesar 0,0372 J/mm<sup>2</sup> pada persentase titanium *dioxide* 0%, Hasil uji bending didapatkan nilai rata-rata modulus elastisitas sebesar 4,20 Gpa pada presentase titanium *dioxide* 0%. penambahan titanium *dioxide* mempengaruhi hasil pengujian pada uji *impact* terlalu banyak membuat resin *polyester* untuk tidak saling mengikat antara serat daun nanas karena banyaknya campuran titanium *dioxide*. penambahan titanium *dioxide* pada pengujian bending dapat menurunkan modulus elastisitas.

**Kata Kunci : Komposit, Titanium Dioxide, Kekuatan Mekanik dan Sem**

## PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan serat sintetis sebagai penguat komposit sudah sangat banyak, penggunaan material komposit khususnya serat alam sebagai substitusi alam pada industri otomotif.

Menggunakan material komposit serat alam yang mudah dibentuk, daya dukung yang baik dan ramah lingkungan. Pada dasarnya material komposit ialah material yang tersusun dari gabungan dua material atau lebih dalam skala makroskopis dan menciptakan material baru yang lebih bermanfaat dan memiliki sifat yang berbeda dari material penyusunnya [5]

Titanium *dioxide* (TiO<sub>2</sub>) bisa disebut titanium titania atau dioksida, Senyawa termasuk semi konduktor yang tidak beracun. Titanium *dioxide* (TiO<sub>2</sub>) memiliki 3 unsur kristal yaitu: anatas, rutile, brookit.

Resin *polyester* banyak digunakan berbagai aplikasi material komposit. jenis resin yang memiliki viskositas rendah dan pengeras menggunakan katalis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan titanium oxide terhadap sifat mekanik serat daun nanas dan resin *polyester* dengan pengujian *impact*, bending dan uji sem (*scanning electron microscope*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Serat Daun Nanas

Tanaman nanas sangat melimpah hasil buahnya dan banyak limbah daun nanas yang dibuang, sehingga sedikit pemanfaatan limbah daun nanas tersebut. Tanaman nanas dewasa dapat menghasilkan 70-80 daun pada kelembaban 85%. Serat nanas terdiri dari selulosa dan non-selulosa dengan cara menghilangkan lapisan luar daun secara mekanis. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri dari sel cambium, zat pewarna yaitu klorofil, karoten yang merupakan komponen kompleks dari jeni tanin, serat lignin yang terdapat di bagian tengah daun nanas. Serat

yang diperoleh dari serat daun nanas muda relative lebih rendah dan seratnya lebih pendek dibanding dengan serat daun yang sudah tua [8].



Gambar 1. Serat Daun Nanas

B. Hand-Lay Up

Proses dilakukan dengan menuangkan resin kedalam serat sebagai pengikat, kemudian diberi tekanan dan meratakan menggunakan roll untuk menghilangkan gelembung pada resin polyester. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan bentuk dan tebal yang diinginkan.

C. Pengujian Impact

Pengujian impact menggunakan standar spesimen ASTM D6110. Bertujuan untuk mengetahui kekuatan impact dan fraktur spesimen saat pengujian.

$$E = m \times g \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (8)$$

D. Pengujian Bending (lengkung)

Uji lentur adalah tegangan yang diterima akibat beban eksternal tanpa deformasi atau kegagalan. Dengan pengujian bending, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik [9].

Dengan rumus :

$$\text{Tegangan bending } (\sigma_b) \quad (5)$$

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Menentukan Elastisitas bending ( $E_b$ ) :

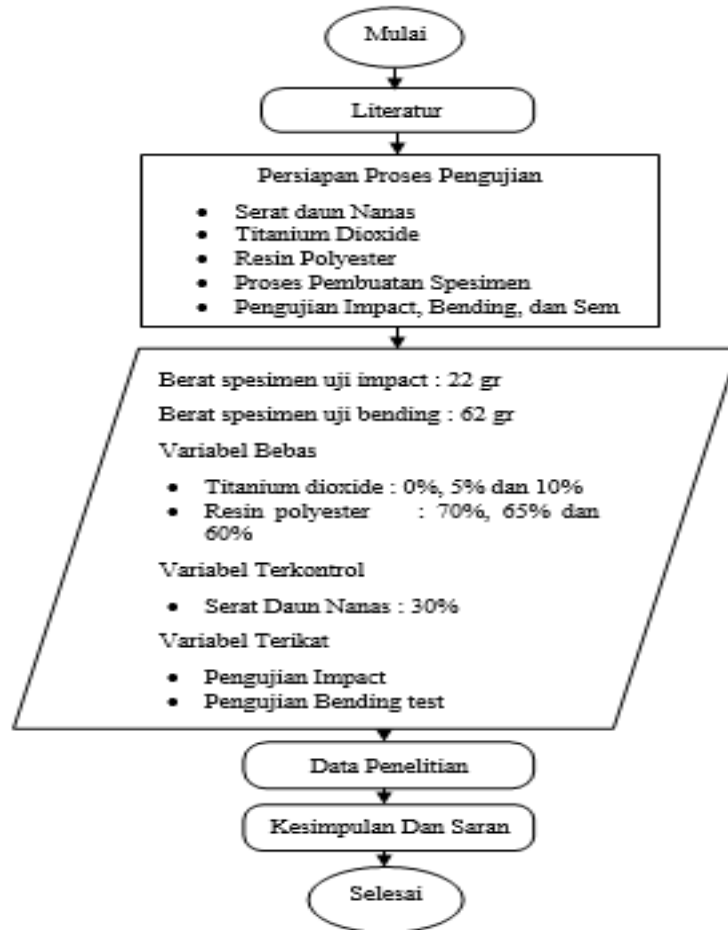
$$E_b = \frac{L^3P}{4bd^3\delta} \quad (9)$$

E. Pengujian Sem ( *scanning electron microscope* )

Scanning electron microscopy (SEM) adalah salah satu peralatan yang paling banyak digunakan dalam analisis struktural komposit polimer yang diperkuat serat alami [7].

## METODE PENELITIAN

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimental. Waktu dan Tempat Penelitian yaitu di Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang dan Laboratorium Bio Sains Universitas Negeri Malang.

Variabel dalam penelitian :

Variabel bebas : Presentase kadar resin yang dimaksud adalah 70%, 65%, dan 60%. Sedangkan presentase titanium oxide yang digunakan adalah 0%, 5%, dan 10%.

Variabel terkontrol : Serat daun nanas yang digunakan dengan presentase 30%.

Variabel terikat : pengujian impact, pengujian bending, dan pengujian sem (scanning electron microscope).

Metode eksperimental adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menguji hubungan sebab akibat antara variabel-variabel dan mengumpulkan data dalam penelitian. Penelitian experimental ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan titanium dioxide bermatrik resin polyester 108 dan serat daun nanas, kemudian menganalisa hasil yang didapat. Setiap spesimen yang digunakan terdiri atas 3 spesimen pengujian impact dan pengujian bending (lengkung). Tujuan pengujian impact untuk mengetahui kegetasan atau keuletan spesimen terhadap beban gaya tertentu. Tujuan pengujian bending atau lengkung untuk mengetahui kekuatan material akibat pembebanan dan pengujian sem (*scanning electron microscope*) bertujuan untuk analisis struktural komposit polimer yang diperkuat serat alami [7].

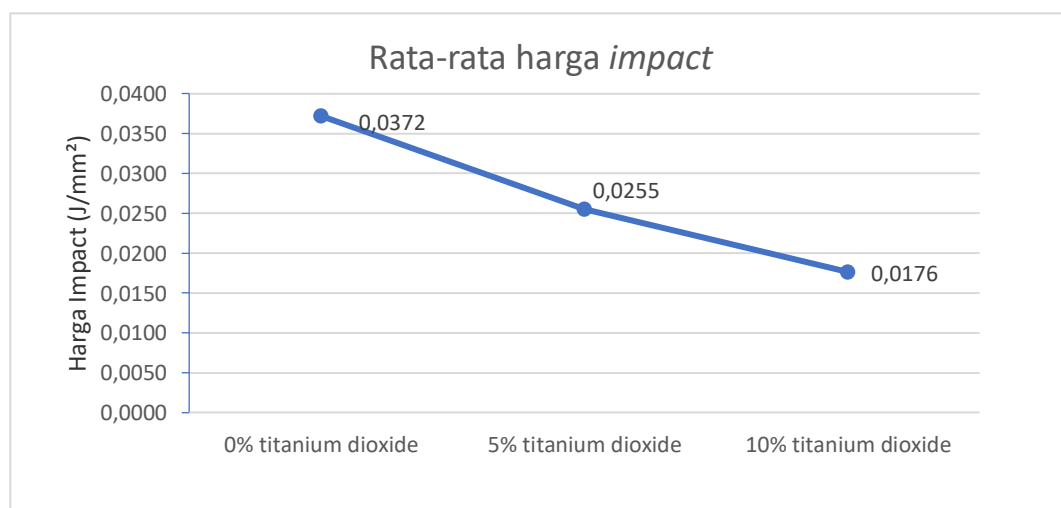
## PEMBAHASAN

- Pengujian Impact

Table 2. Data Pengujian Impact

| A. Spesimen dengan presentase titanium dioxide 0%  |        |        |        |        |                      |              |             |                   |                                   |
|--|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| Spesimen   | P (mm) | L (mm) | T (mm) | H (mm) | A (mm <sup>2</sup> ) | $\alpha$ (°) | $\beta$ (°) | Energi Impact (J) | Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 84          | 5,276             | 0,0352                            |
| 2  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 85          | 4,399             | 0,0294                            |
| 3  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 82          | 7,025             | 0,0469                            |
| Rata-rata  |        |        |        |        |                      |              |             |                   | 0,0372                            |
| B. Spesimen dengan presentase titanium dioxide 5%  |        |        |        |        |                      |              |             |                   |                                   |
| 1  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 84          | 5,276             | 0,0352                            |
| 2  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 87          | 2,642             | 0,0176                            |
| 3  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 86          | 3,521             | 0,0235                            |
| Rata-rata  |        |        |        |        |                      |              |             |                   | 0,0255                            |
| C. Spesimen dengan presentase titanium dioxide 10% |        |        |        |        |                      |              |             |                   |                                   |
| 1  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 87          | 2,642             | 0,0176                            |
| 2  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 86          | 3,521             | 0,0235                            |
| 3  | 60     | 13     | 13     | 11,5   | 149,5                | 90           | 88          | 1,761             | 0,0117                            |
| Rata-rata  |        |        |        |        |                      |              |             |                   | 0,0176                            |

Pengujian impact ini menggunakan metode charpy yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat daun nanas dengan penambahan titanium dioxide terhadap uji impact. Pengujian ini menggunakan ASTM D6110 dengan 3 variasi titanium dioxide yaitu 0%, 5%, dan 10% yang masing-masing dilakukan 3 kali pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil data akurat.



Grafik 1. Rata-Rata Harga Impact

Dari hasil pengujian impact pada pencampuran titanium dioxide 0%, 5%, dan 10%. Di dapatkan hasil pengujian impact rata – rata pada presentase 0 % titanium dioxide dengan nilai 0,0372 J/mm<sup>2</sup>, hasil pengujian rata –

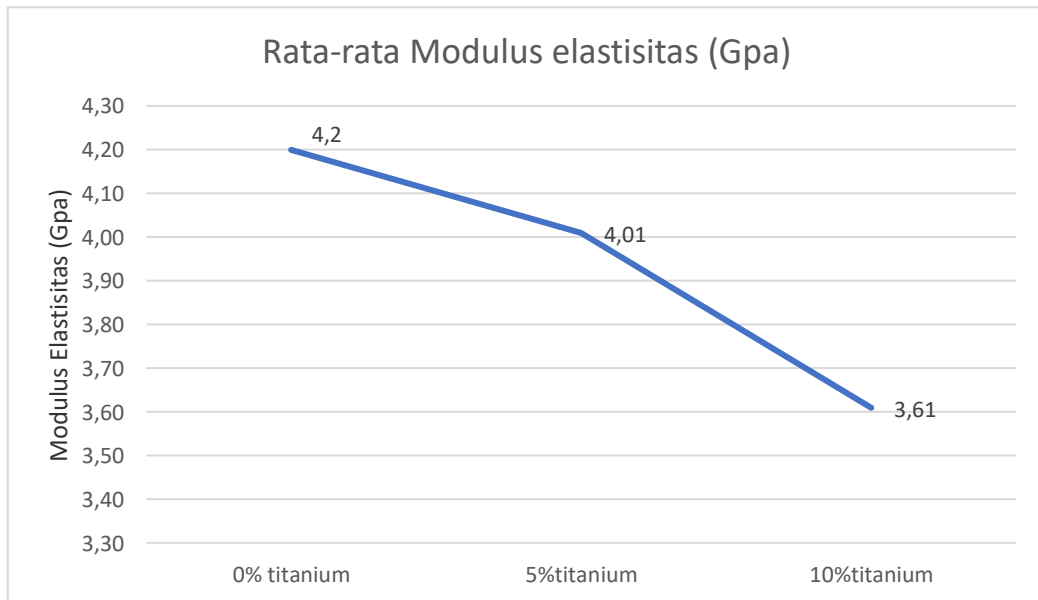
rata pada presentase 5% titanium dioxide mengalami penurunan sebesar 0,0255 J/mm<sup>2</sup>, dan hasil pengujian rata – rata pada presentase 10 % titanium dioxide mengalami penurunan sebesar 0,0176 J/mm<sup>2</sup>. Persentase titanium dioxide 5% dan 10% mengalami penurunan harga impact, karena kandungan filler yang lebih tinggi di atas titik jenuh di mana resin tidak dapat secara homogen tercampur partikel filler[3].

- Pengujian Bending test

Table 3. Data Pengujian Bending

| Spesimen  | Panjang (mm) | Lebar (mm) | Tebal (mm) | Jarak antar tumpuan (mm) | P max (N) | Teg. Bending (Mpa) | Eb (Gpa) |
|-----------|--------------|------------|------------|--------------------------|-----------|--------------------|----------|
| 1         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 989,60    | 37,96              | 4,17     |
| 2         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 939,03    | 36,02              | 4,42     |
| 3         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 902,77    | 34,63              | 4,03     |
| Rata-Rata |              |            |            |                          |           | 36,20              | 4,20     |
| 1         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1468,04   | 56,31              | 4,35     |
| 2         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1276,64   | 48,97              | 4,04     |
| 3         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1105,83   | 42,41              | 3,63     |
| Rata-Rata |              |            |            |                          |           | 49,23              | 4,01     |
| 1         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1883,85   | 72,26              | 3,70     |
| 2         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1676,97   | 64,33              | 3,62     |
| 3         | 145          | 35         | 9          | 72,5                     | 1666      | 63,91              | 3,50     |
| Rata-Rata |              |            |            |                          |           | 66,83              | 3,61     |

Pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat daun nanas dengan penambahan titanium dioxide terhadap uji bending (lengkung). Pengujian ini menggunakan ASTM D 790-2 dengan 3 variasi titanium dioxide yaitu 0%, 5%, dan 10% yang masing-masing dilakukan 3 kali pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil data akurat.

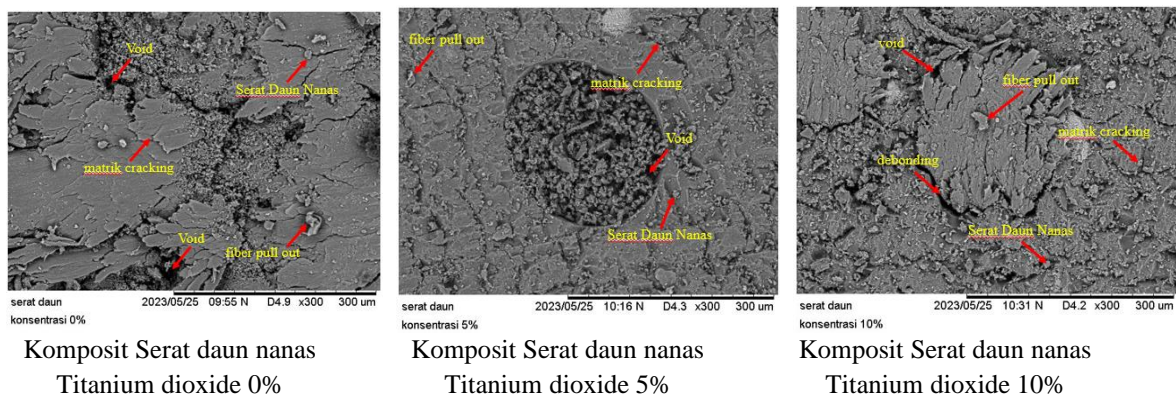


Grafik 2. Modulus Elastisitas

Dari hasil gambar grafik 2 modulus elastisitas 0% titanium dioxide dengan nilai sebesar 4,20 Gpa, hasil modulus elastisitas penambahan titanium 5% mengalami penurunan sebesar 4,01 Gpa dan hasil modulus elastisitas penambahan titanium dioxide 10% mengalami penurunan yang signifikan sebesar 3,61 Gpa. Pada hasil presentase titanium dioxide 0% disebabkan karena kekuatan fleksual yang diberikan merata, dari hasil presentase titanium dioxide 5% dan 10% mengalami penurunan, hal ini dikarena semakin banyak penambahan konsentrasi titanium dioxide akan menyebabkan resin tidak dapat mengikat dengan sempurna dan menyebabkan penurunan kekuatan lentur.

- Sem ( *scanning electron microscope* )

Gambar 3. Hasil Pengujian Sem ( *scanning electron microscope* )



Pada persentase serat daun nanas dan titanium dioxide 0% termasuk patahan getas. terdapat rongga udara (*void*) yang disebabkan oleh udara yang terjebak saat proses penuangan resin dapat mempengaruhi kekuatan tumbukan komposit. *Fiber pull out* terjadi akibat saat pengujian impact matrik tidak kurang kuat mengikat serat sehingga serat terlepas dari matrik. *Matrik cracking* akibat tidak mampunya matriks untuk menahan beban yang diberikan.

Pada presentase daun nanas dan titanium dioxide 5% termasuk patahan getas. Terjadinya *matrik cracking* akibat tidak mampunya matriks untuk menahan beban sehingga menimbulkan retakan. *Void* yang terjadi dapat menyebabkan penurunan nilai kekuatan impak spesimen. Adanya *fiber pull out* pada patahan spesimen komposit titanium dioxide 5% karena kurang kuat mengikat serat sehingga serat terlepas dari matrik.

Pada presentase daun nanas dan titanium dioxide 10% termasuk patahan getas. Terdapat *void* pada spesimen disebabkan udara yang terjebak dari proses pencetakan, *fiber pull out* adalah serat yang putus dan terlihat keluar

atau menjulur pada penampang patahan. lalu terjadi juga *debonding* yang disebabkan oleh tidak kuatnya ikatan interface antara matriks dan serat daun nanas.

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian mengenai material komposit pada pengujian Impact, bending, dan sem berpenguat serat daun nanas campuran titanium dioxide 0%, 5%, dan 10% bermatriks resin polyester dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari pengujian impact dengan variasi titanium dioxide 0% , 5% dan 10% dapat disimpulkan pada presentase 0% mengalami penurunan.
2. Hasil dari pengujian bending variasi titanum 0%, 5% dan 10% mengalami kenaikan tegangan bending dan mengalami penurunan modulus elastisitas
3. Dari hasil pengujian impact, sem (*scanning electron microscope*) memiliki patahan getas, void (kekosongan) dan fiber pull out.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ALGHAMDI, M. N. Titanium dioxide reinforced polypropylene composites: Preparation and characterization. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 2016, 5: 633-637.
- [2] RAJ, Varun, et al. Assessment of flexural strength and cytotoxicity of heat cure denture base resin modified with titanium dioxide nanoparticles: an in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2021, 22.9: 1025-1029.
- [3] BUDIPRASOJO, Azamataufiq; ERAWANTINI, Feby. Kekuatan Mekanis Antibacterial Resin Campuran Titanium Dioksida. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2021, 12.1: 227-233.
- [4] CHANDRA, Adi; ASRONI, Asroni. Pengaruh Komposisi Resin Poliyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 2017, 4.2.
- [5] HADI, Teguh Sulisty; JOKOSISWORO, Sarjito; MANIK, Parlindungan. Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2016, 4.1.
- [6] MULYO, Bagus Tri; YUDIONO, Heri. Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2018, 10.2: 1-8.
- [7] RUFAIDA, Shilfina; HADIANTO, Eko; ABDURROHMAN, Muhamat Muhtar. THE EFFECT OF PINEAPPLE (ANANAS COMOSUS L. MERR) LEAF FIBER'S VOLUME FRACTION TOWARD FLEXURAL STRENGTH OF FLOWABLE RESIN COMPOSITE. *Jurnal Medali*, 2022, 4.1: 52-58.
- [8] SASRIA, Nia. Composite Manufacturing of Coir Fiber-Reinforced Polyester as a Motorcycle Helmet Material. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 2022, 6.1: 48-56.
- [9] Windra, L, N Herlina Sari, dan I D K Okariawan. Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Bermatrik Polyester Dengan Filler Dari Kotoran Kuda, 2019.
- [10] Yulianto, Dody, Nobel Sabar, Eddy Elfiano, dan Jl Kaharudin Nasution Km.. THE EFFECT OF ADDITION OF ACTIVE CARBON ON THE FIBER COMPOSITE OF PINEAPPLE LEAVES WITH POLYESTER MATRIX, 2022