

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Perhitungan Takaran yang Digunakan

Dalam penelitian ini, sejumlah bahan yang digunakan akan dihitung selama proses pembuatan sampel percobaan yang kemudian diuji melalui pengujian tarik. Kebutuhan bahan dihitung berdasarkan fraksi massa dengan memperhitungkan dimensi cetakan yang digunakan. Cetakan sampel yang digunakan memiliki ukuran 100 mm x 50 mm x 20 mm. Berikut adalah estimasi kebutuhan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

4.1.1 Cangkang Telur Ayam

Dalam penelitian ini menggunakan komposisi yang mengacu pada penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi, yang dimana penelitian sebelumnya menguji nilai konduktivitas termal, sifat fisik dan pengujian tarik pada cangkang telur dengan perlakuan mesin hotpress yang berbeda, yaitu dengan tekanan maksimal sebesar 0,7 MPa. Perbandingan komposisi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu serbuk pengisi sebesar 65 % dan matriks sebesar 35%. Perlu diketahui bahwa konversi Karet Alam – Lateks (Karet Cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6 [19]. ASTM D1076 sendiri merupakan standar yang ditetapkan oleh ASTM Internasional untuk pengujian dan penentuan sifat-sifat dari karet alam. Maka perhitungan sebagai berikut:

- Karet Alam = 100 phr

- Sulfur = 25 phr

- ZnO = 5 phr

- Stearic Acid = 2 phr

Total Matriks = 132 phr

Total Formula Kompon Ebonit = $\frac{132}{35\%} = 377,14$ phr (35%)

Serbuk Cangkang Telur = $377,14 - 132 = 245,14$

Kemudian mencari komposisi massa pada setiap bahan sebagai berikut.

- Karet Alam $= \frac{100}{377,14} = 0,270 \times 480 \text{ gr} = 127,32 \text{ gr}$
- Sulfur $= \frac{25}{377,14} = 0,070 \times 480 \text{ gr} = 31,82 \text{ gr}$
- ZnO $= \frac{5}{377,14} = 0,013 \times 480 \text{ gr} = 6,36 \text{ gr}$
- Stearic Acid $= \frac{2}{377,14} = 0,005 \times 480 \text{ gr} = 2,55 \text{ gr}$
- Serbuk Cangkang Telur $= \frac{245,14}{377,14} = 0,650 \times 480 \text{ gr} = 311,99 \text{ gr}$
- Konversi Karet Alam $= \frac{127,32}{0,6} = 212,2 \text{ gr}$

4.1.2 Cangkang Kerang Darah

Untuk menentukan komposisi cangkang kerang juga mengacu pada penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi, yang dimana penelitian sebelumnya menguji nilai konduktivitas termal, sifat fisik dan pengujian tarik pada cangkang telur dengan perlakuan mesin hotpress yang berbeda, yaitu dengan tekanan maksimal sebesar 0,7 MPa. Perbandingan komposisi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu serbuk pengisi sebesar 65 % dan matriks sebesar 35%. Namun ada penyesuaian komposisi pada serbuk cangkang kerang dikarenakan setelah mencoba trial and error didapatkan bahwa massa partikel dari serbuk cangkang kerang cenderung lebih besar ketimbang serbuk cangkang telur. Maka dari itu penyesuaian dilakukan dengan membandingkan volume dari kedua *filler* dan didapatkan perbandingan senilai 0,634. Sama halnya dengan perhitungan komposisi cangkang telur, konversi Karet Alam – Lateks (Karet Cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6. [19] Maka perhitungan sebagai berikut:

- Karet Alam = 100 phr
- Sulfur = 25 phr
- ZnO = 5 phr
- Stearic Acid = 2 phr
- Total Matriks = 132 phr
- Total Formula Kompon Ebonit $= \frac{132}{35\%} = 377,14 \text{ phr (35\%)}$
- Serbuk Cangkang Kerang $= 377,14 - 132 = 245,14$

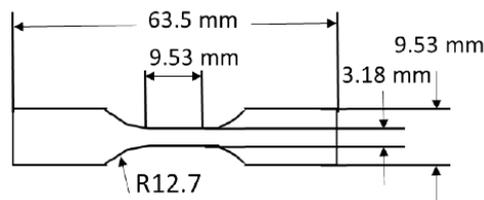
Kemudian mencari komposisi massa pada setiap bahan sebagai berikut.

- Karet Alam $= \frac{100}{377,14} = 0,270 \times 480 \text{ gr} = 127,32 \text{ gr}$
- Sulfur $= \frac{25}{377,14} = 0,070 \times 480 \text{ gr} = 31,82 \text{ gr}$
- ZnO $= \frac{5}{377,14} = 0,013 \times 480 \text{ gr} = 6,36 \text{ gr}$
- Stearic Acid $= \frac{2}{377,14} = 0,005 \times 480 \text{ gr} = 2,55 \text{ gr}$
- Serbuk Cangkang Kerang $= \frac{245,14}{377,14} = 0,650 \times 480 \text{ gr} \times 0,634 = 197,8 \text{ gr}$
- Konversi Karet Alam $= \frac{127,32}{0,6} = 212,2 \text{ gr}$

Dimensi sampel biokomposit pada penelitian ini adalah 100 mm x 50 mm x 20 mm. Pada pengujian ini mencari nilai uji tarik dan perbandingan antara material dari sampel pengujian berdasarkan variasi *filler* yang digunakan. Sebelum dilakukan tahapan pemanasan sampel menggunakan *hotpress*, sampel terlebih dahulu melalui beberapa tahapan seperti proses *mixing*, *rolling*, dan tahapan pemanasan pada temperatur 100°C pada oven selama 4 jam untuk mengeringkan sampel. Setelah itu proses kempa panas (*hot press*) pada temperatur, tekanan dan waktu yang telah ditentukan. Temperatur yang digunakan adalah 170°C, dengan tekanan 0,7 MPa, dan waktu selama 60 menit.

4.2 Prosedur Pengambilan Data Menggunakan *Universal Testing Machine*

Prosedur pengambilan data Uji Tarik menggunakan standar ASTM D638 Tipe V, dimana tiap spesimen dipotong menggunakan alat *waterjet cutting* menjadi 3 potongan yang dimensinya menyesuaikan standar contohnya seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik

Setelah dilakukan pemotongan papan partikel dimana terdapat 2 spesimen yang dipotong menjadi 3 potongan per-spesimen maka dapat dijabarkan data sebelum pemotongan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Spesimen Uji Tarik

Jenis <i>Filler</i>	Sampel	Komposisi (%)	Tekanan <i>Hotpress</i> (Mpa)	Temperatur <i>Hotpress</i>	Waktu <i>Hotpress</i>
Serbuk Cangkang Telur Ayam	A	65	0,7	170°C	60 Menit
	B	65	0,7	170°C	60 Menit
	C	65	0,7	170°C	60 Menit
Serbuk Cangkang Kerang Darah	D	65	0,7	170°C	60 Menit
	E	65	0,7	170°C	60 Menit
	F	65	0,7	170°C	60 Menit

Prosedur selanjutnya yaitu melakukan proses uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* yang terdapat di Laboratorium Sindang Sari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Prosesnya yaitu dengan mengkalibrasi mesin terlebih dahulu yang kemudian menentukan spesifikasi mesin yang akan digunakan untuk pengujian. Berikut spesifikasi yang digunakan dalam pengujian sesuai standar yang diperlukan.

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pengujian Tarik

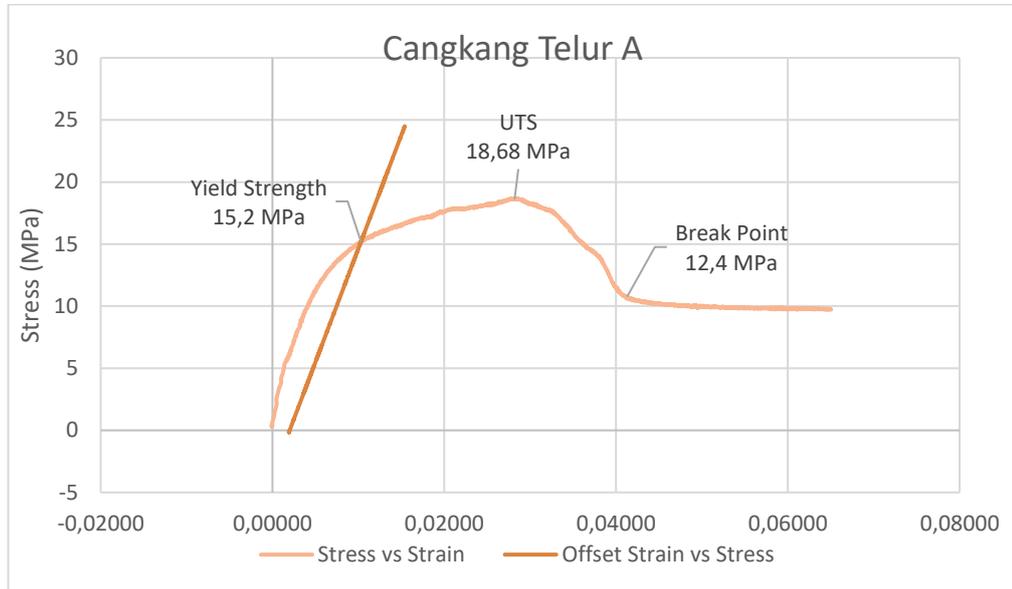
Alat	<i>Universal Testing Machine (UTM) Dynamic 100k</i>
Merk	<i>MTS System Corp</i>
Kapasitas Max	100 kN (kilo newton)
Kekuatan Grip	500 Psi (<i>pound per square inch</i>)
Kecepatan Tarik	1mm/sec

4.3 Data Hasil Universal Testing Machine

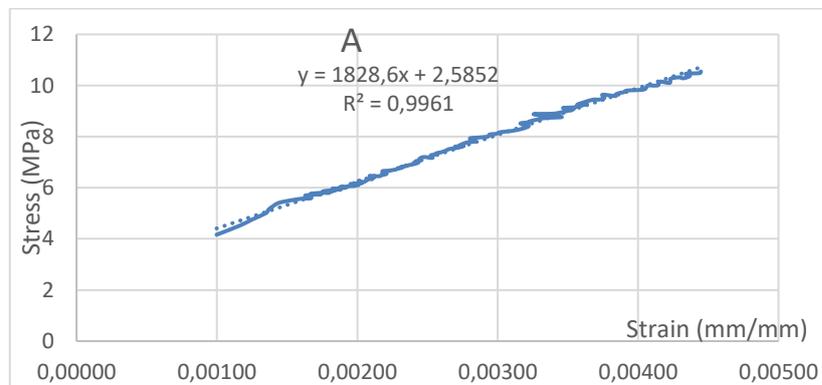
Berikut merupakan data hasil yang didapat dari pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine* berupa penjelasan grafik dan nilai-

nilai yang diperlukan seperti *Ultimate tensile strength*, *Modulus young*, *Yield strength*.

4.3.1 Cangkang Telur Ayam



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur A



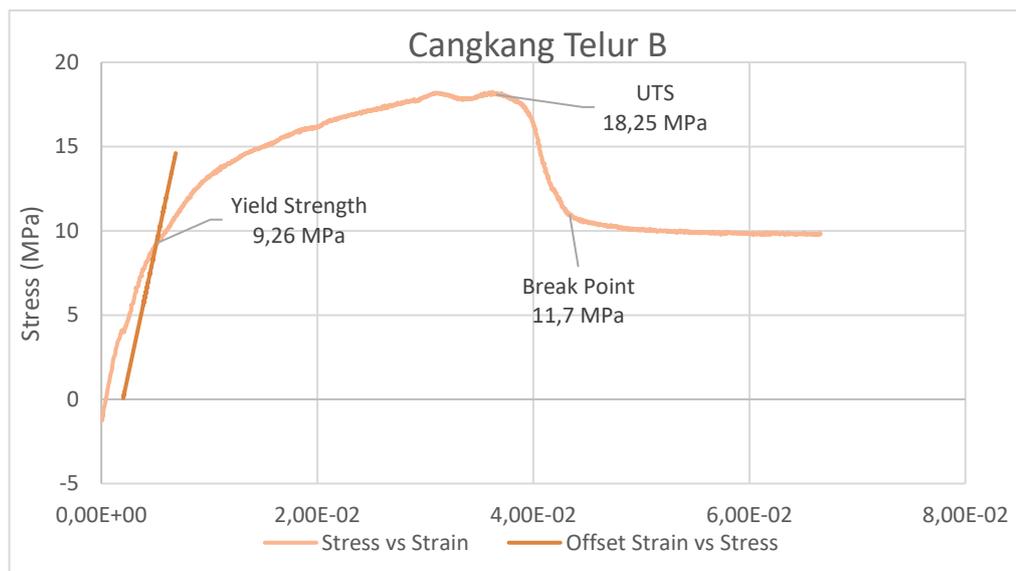
Gambar 4.3 Grafik *Modulus young* Komposit Cangkang Telur A

Gambar 4.2 menunjukkan grafik hasil pengujian tarik spesimen komposit berbasis matriks karet alam yang diperkuat dengan *filler* cangkang telur untuk spesimen A. Berdasarkan grafik tersebut, dapat diamati bahwa spesimen ini memiliki nilai *Yield strength* sebesar 15,2 MPa, Cara mendapatkan nilai *Yield strength* adalah dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan

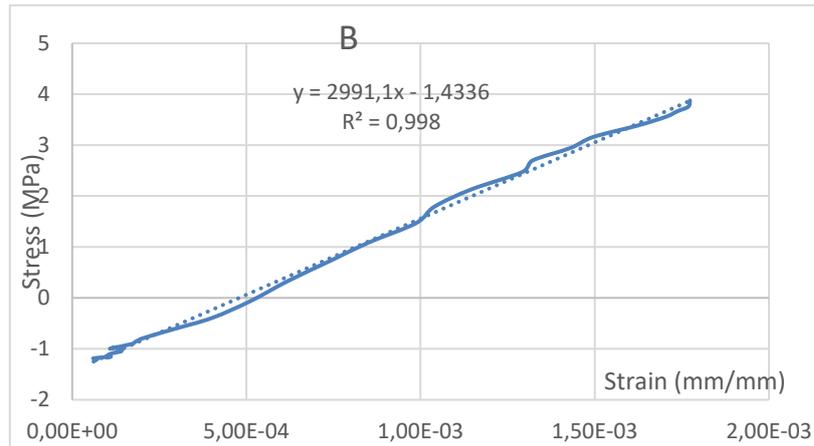
antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. Nilai ini mencerminkan tegangan yang diperlukan untuk memulai deformasi plastis, dimana material mulai berubah bentuk secara permanen setelah melebihi titik ini. Selain itu, nilai *Ultimate tensile strength* (UTS), yaitu tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kerusakan, tercatat mencapai 18,68 MPa.

Nilai UTS tersebut menggambarkan kapasitas maksimal material dalam menahan beban sebelum mulai mengalami kerusakan. Setelah spesimen mencapai tegangan puncak ini, terlihat adanya penurunan pada grafik, yang menandakan terjadinya *necking*. *Necking* merupakan proses lokal dimana material mulai menipis pada titik tertentu akibat deformasi plastis, yang pada akhirnya mengarah pada kegagalan material. Pada spesimen ini, kegagalan atau *fracture* terjadi pada tegangan 12,4 MPa, yang menandakan batas akhir kemampuan material untuk menahan beban sebelum terputus.

Nilai *Modulus young* pada Gambar 4.3 dari grafik tercatat sebesar 1,8 GPa. *Modulus young* menggambarkan elastisitas atau kekakuan material, dimana semakin tinggi nilainya, semakin kaku material tersebut dalam menahan deformasi elastis saat diberi beban. Nilai ini menunjukkan bahwa komposit yang dibuat dengan *filler* cangkang telur mampu mempertahankan kekakuannya hingga tingkat tertentu sebelum mengalami deformasi permanen.



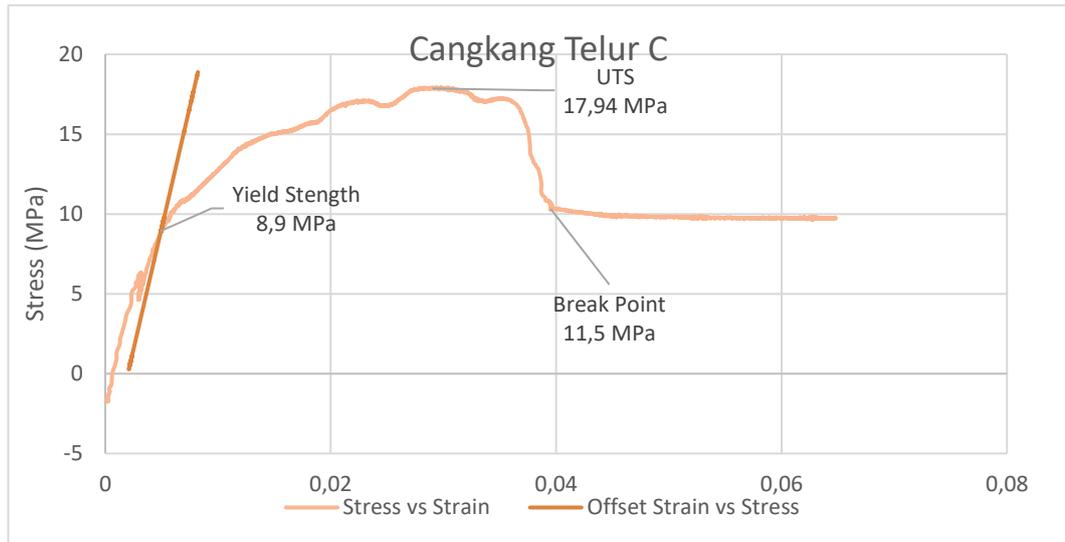
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangking Telur B



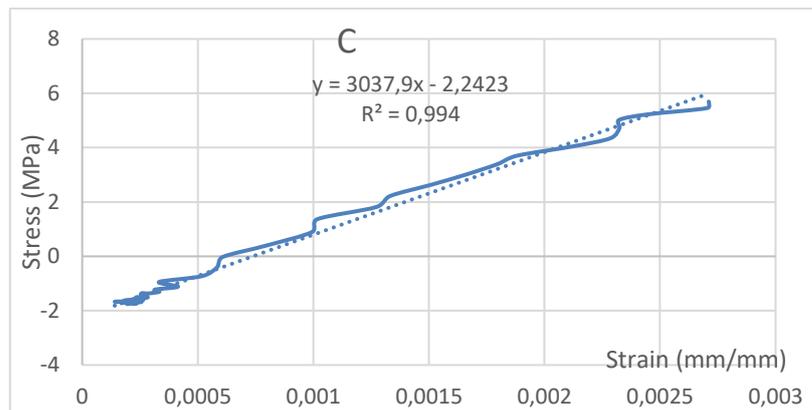
Gambar 4.5 Grafik *Modulus young* Komposit Cangkang Telur B

Gambar 4.4 menampilkan grafik hasil uji tarik untuk spesimen komposit cangkang telur B. Berdasarkan grafik tersebut, spesimen ini menunjukkan *Yield strength* sebesar 9,26 MPa, yang menunjukkan tegangan di mana material mulai mengalami deformasi plastis. Cara mendapatkan nilai *Yield strength* adalah dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. Selain itu, spesimen ini mencapai *Ultimate tensile strength* (UTS) sebesar 18,25 MPa, yang merepresentasikan tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh material sebelum mengalami penurunan kekuatan.

Setelah mencapai UTS, material kemudian menunjukkan penurunan tegangan hingga terjadi kegagalan material, dengan nilai tegangan saat *fracture* sebesar 11,7 MPa. Angka ini menunjukkan titik di mana material akhirnya patah atau gagal menahan beban lebih lanjut. Selain itu, nilai *Modulus young* pada grafik di Gambar 4.5 terukur sebesar 2,9 GPa, yang menggambarkan tingkat kekakuan material, atau resistensi material terhadap deformasi elastis. Nilai modulus ini menunjukkan bahwa komposit tersebut memiliki elastisitas yang cukup tinggi sebelum mulai mengalami perubahan bentuk yang signifikan.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Komposit Canggang Telur C

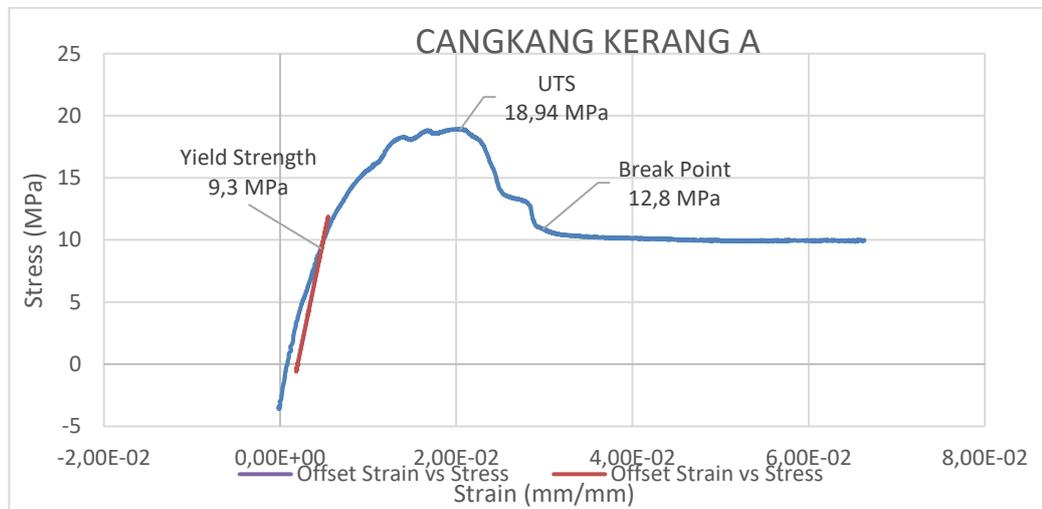


Gambar 4.7 Grafik *Modulus young* Komposit Canggang Telur C

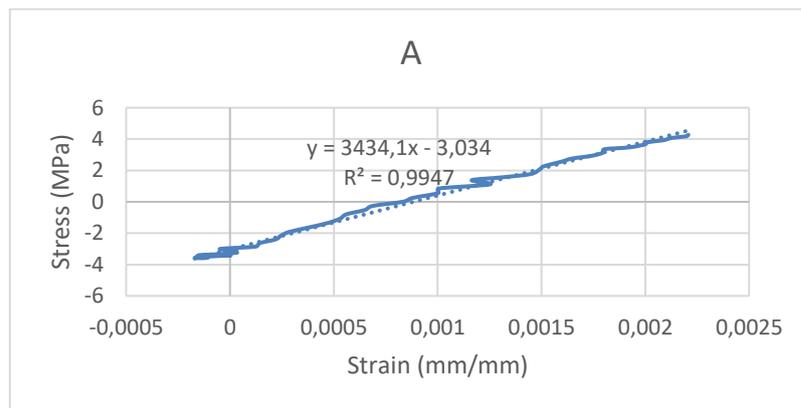
Gambar 4.6 menampilkan grafik hasil uji tarik untuk spesimen komposit canggang telur C. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen ini memiliki nilai *Yield strength* sebesar 8,9 MPa, yang menandakan titik di mana material mulai mengalami deformasi plastis permanen. Cara mendapatkan nilai *Yield strength* adalah dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. Nilai *Ultimate tensile strength* dari spesimen ini mencapai 17,94 MPa, yang merupakan tegangan maksimum sebelum material mulai mengalami kegagalan.

Setelah mencapai puncak, grafik menunjukkan penurunan yang disebabkan oleh fenomena *necking*, yaitu penyempitan material akibat tarikan yang diterapkan. Titik kegagalan material atau *fracture* tercatat terjadi pada nilai 11,5 MPa, yang mengindikasikan titik akhir sebelum material putus. Selain itu, Pada Gambar 4.7 nilai *Modulus young* diperoleh sebesar 3,04 GPa, yang menunjukkan bahwa material memiliki kekakuan yang cukup tinggi dalam menahan deformasi elastis.

4.3.2 Cangkang Kerang Darah



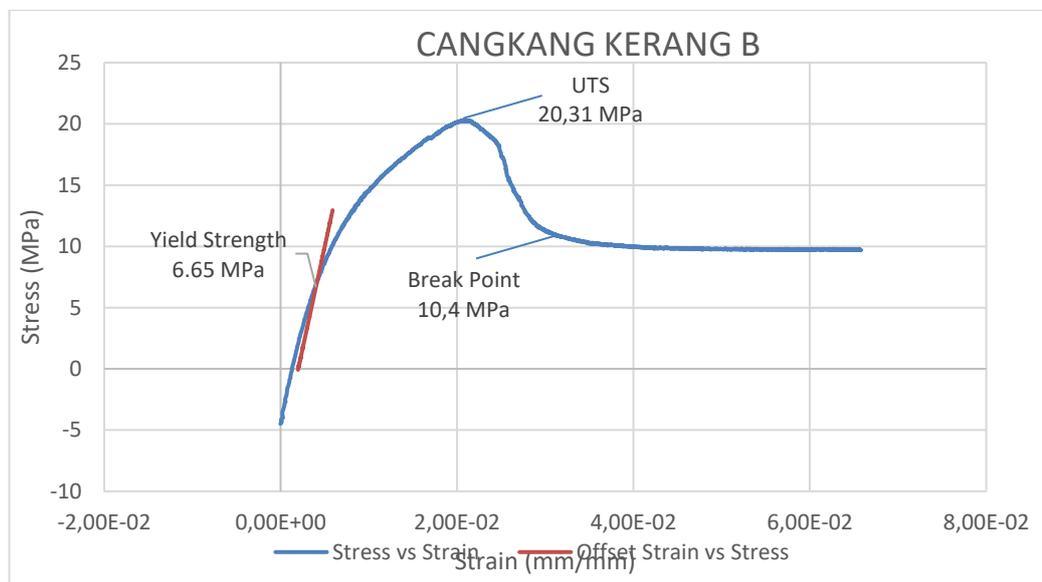
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang A



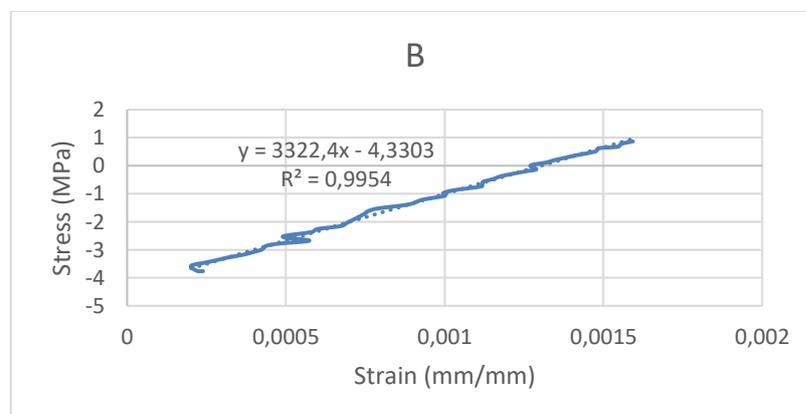
Gambar 4.9 Grafik *Modulus young* Komposit Cangkang Kerang A

Gambar 4.8 menunjukkan grafik hasil uji tarik spesimen komposit cangkang kerang A. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen memiliki nilai *Yield*

strength sebesar 9,3 MPa. Nilai *Yield strength* didapatkan dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. Selain itu, nilai *Ultimate tensile strength* (UTS) mencapai 18,94 MPa, yang merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen sebelum mengalami penurunan kekuatan. Nilai *Modulus young* yang dihitung dari grafik pada Gambar 4.9 adalah 3,4 GPa, menunjukkan tingkat kekakuan material dalam merespons regangan elastis sebelum terjadi deformasi permanen.



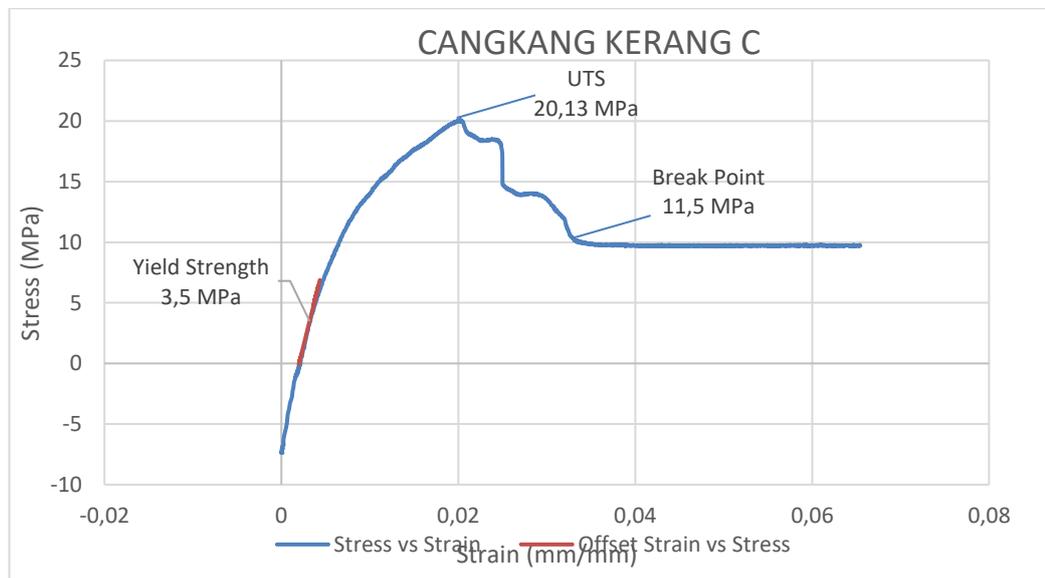
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang B



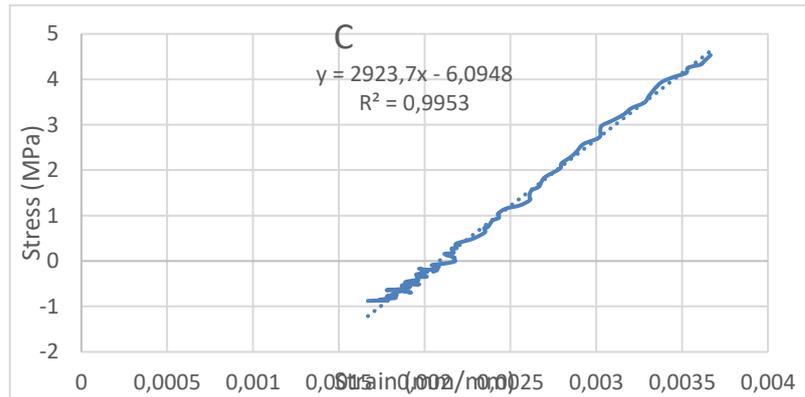
Gambar 4.11 Grafik *Modulus young* Komposit Cangkang Kerang B

Gambar 4.10 menampilkan grafik hasil uji tarik untuk spesimen komposit cangkang telur B. Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa spesimen memiliki nilai *Yield strength* sebesar 6,65 MPa, menandakan awal terjadinya deformasi plastis pada material. Cara mendapatkan nilai *Yield strength* adalah dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. *Ultimate tensile strength* (UTS) tercatat mencapai 20,31 MPa, menunjukkan kekuatan maksimum sebelum material mengalami penurunan.

Setelah UTS tercapai, terjadi fenomena *necking* yang menyebabkan penurunan kekuatan, dengan area patah (*fracture*) tercatat pada 10,4 MPa. Sementara itu, pada Gambar 4.11 nilai *Modulus young* yang dihitung dari grafik adalah 3,3 GPa, menggambarkan kekakuan material terhadap deformasi elastis



Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang C



Gambar 4.13 Grafik *Modulus young* Komposit Cangkang Kerang C

Gambar 4.12 menunjukkan grafik hasil uji tarik dari spesimen komposit cangkang telur C. Dari grafik tersebut, tampak bahwa nilai *Yield strength* spesimen terukur pada 3,5 MPa, yang menandakan awal terjadinya deformasi plastis pada material. Nilai *Yield strength* didapatkan dengan menggeser garis elastis sebanyak 0,2% *strain* (regangan 0,002) di sepanjang sumbu regangan. Garis ini sejajar dengan bagian elastis dari kurva tegangan-regangan. Nilai *Yield strength* didapatkan dari perpotongan antara garis *offset* dan kurva tegangan-regangan. *Ultimate tensile strength* (UTS) spesimen tercatat mencapai 20,13 MPa, menunjukkan kekuatan tertinggi sebelum mengalami kerusakan.

Setelah mencapai UTS, grafik mulai menurun hingga titik *fracture* pada 11,5 MPa. Nilai *Modulus young* yang dihasilkan dari grafik pada Gambar 4.13 adalah 2,9 GPa, mencerminkan tingkat kekakuan spesimen terhadap deformasi elastis.

4.4 Pembahasan Hasil Nilai Uji Tarik Komposit

Berdasarkan dari hasil uji tarik spesimen, didapatkan nilai – nilai berupa grafik yang dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Tarik Sampel

Jenis <i>Filler</i>	Sampel	UTS (MPa)	<i>Modulus Young</i> (GPa)	<i>Yield Strength</i> (MPa)
Serbuk	A	18,68	1,8	15,2
	B	18,25	2,99	9,26

Cangkang Telur	C	17,94	3	8,9
	$\bar{\alpha}$	18,29	2,6	11,12
Serbuk Cangkang Kerang Darah	A	18,94	3,4	9,3
	B	20,31	3,3	6,65
	C	20,13	2,9	3,5
	$\bar{\alpha}$	19,79	3,2	6,48

Secara keseluruhan, baik komposit cangkang telur maupun cangkang kerang memiliki nilai *Ultimate tensile strength* yang hampir setara, yaitu dengan nilai rata-rata dari serbuk cangkang telur ayam 18,29 MPa dan serbuk cangkang kerang darah 19,79 MPa yang menunjukkan kekuatan yang relatif sebanding. Namun, dari segi kekakuan, komposit cangkang kerang darah menunjukkan keunggulan dengan nilai *Modulus young* yang lebih tinggi, yaitu dengan nilai rata-rata 3,2 GPa sedangkan komposit cangkang telur ayam 2,6 GPa menandakan bahwa komposit ini lebih kaku. Di sisi lain, komposit cangkang telur cenderung memiliki variasi yang lebih luas dalam hal *Yield strength*, yaitu dengan nilai rata-rata 11,12 MPa sedangkan komposit cangkang kerang darah 6,48 MPa. Ini menunjukkan bahwa kedua jenis komposit memiliki kemampuan yang hampir sama dalam menahan deformasi awal, meskipun cangkang telur memiliki rentang yang lebih lebar.

4.5 Perhitungan Mencari Perbandingan Hasil Uji Tarik

Perhitungan dilakukan menggunakan metode analisis deskriptif untuk mendapatkan nilai rata-rata pengujian serta nilai standar deviasi yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan antara kedua komposit yang diuji. Hal tersebut merupakan aspek penting dalam penilaian kualitas untuk kedua biokomposit. Dengan mencari nilai standar deviasi akan memberikan gambaran mengenai seberapa besar variasi nilai tarik di dalam masing-masing potongan spesimen. [20]. Kemudian perhitungan nilai CV yang lebih rendah menunjukkan bahwa hasil uji tarik dari ketiga potongan lebih seragam, yang menandakan bahwa biokomposit tersebut lebih homogen. Sebaliknya, nilai

yang tinggi menunjukkan variasi yang lebih besar, mengindikasikan bahwa biokomposit kurang homogen. Berikut merupakan perhitungan yang dilakukan dengan data sebagai berikut.

4.5.1 Cangkang Telur Ayam

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan menghitung banyak data (n), $n = 3$, kemudian menghitung *mean* (rata-rata) sebagai berikut:

1. Mencari Rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{18,68 + 18,25 + 17,94}{3} = 18,29$$

2. Mencari Penyimpangan Setiap Data

$$(xi - \bar{x})$$

$$A = (18,68 - 18,29) = 0,39^2 = 0,16$$

$$B = (18,25 - 18,29) = -0,05^2 = 0,002$$

$$C = (17,94 - 18,29) = -0,35^2 = 0,12$$

3. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,16 + 0,002 + 0,12}{3-1}} = 0,37$$

4. Menghitung Varians

$$S^2 = 0,37^2 = 0,14$$

5. Menghitung Koefisien Variasi

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,37}{18,29} \times 100\% = 2,03\%$$

6. Membuat Grafik Distribusi Normal



Gambar 4.14 Grafik Distribusi Normal *Filler* Cangkang Telur

4.5.2 Cangkang Kerang Darah

1. Mencari Rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{18,94 + 20,31 + 20,13}{3} = 19,79$$

2. Mencari Penyimpangan Setiap Data

$$(xi - \bar{x})$$

$$A = (18,94 - 19,79) = -0,85^2 = 0,73$$

$$B = (20,31 - 19,79) = 0,52^2 = 0,27$$

$$C = (20,13 - 19,79) = 0,34^2 = 0,11$$

3. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,73 + 0,27 + 0,11}{3-1}} = 0,75$$

4. Menghitung Varians

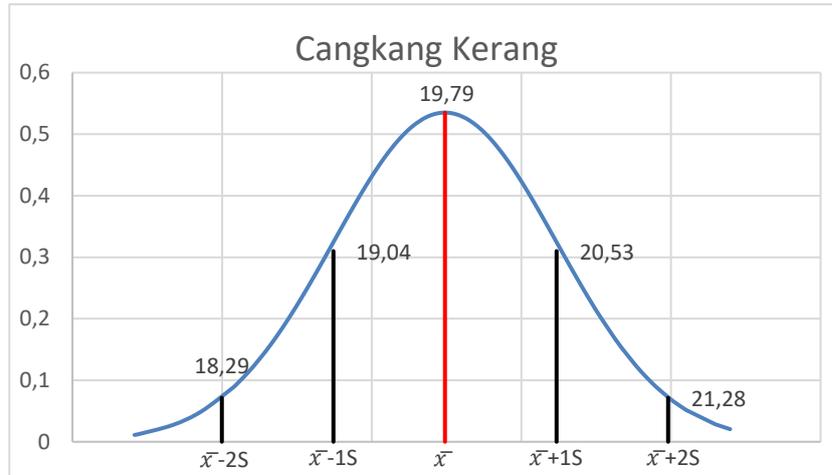
$$S^2 = 0,75^2 = 0,42$$

5. Menghitung Koefisien Variasi

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,75}{19,79} \times 100\% = 3,76\%$$

6. Membuat Grafik Distribusi Normal



Gambar 4.15 Grafik Distribusi Normal *Filler* Canggang Kerang

4.5.3 Mencari *Error bar*

1. Canggang Telur

$$\bar{x} \pm 2S$$

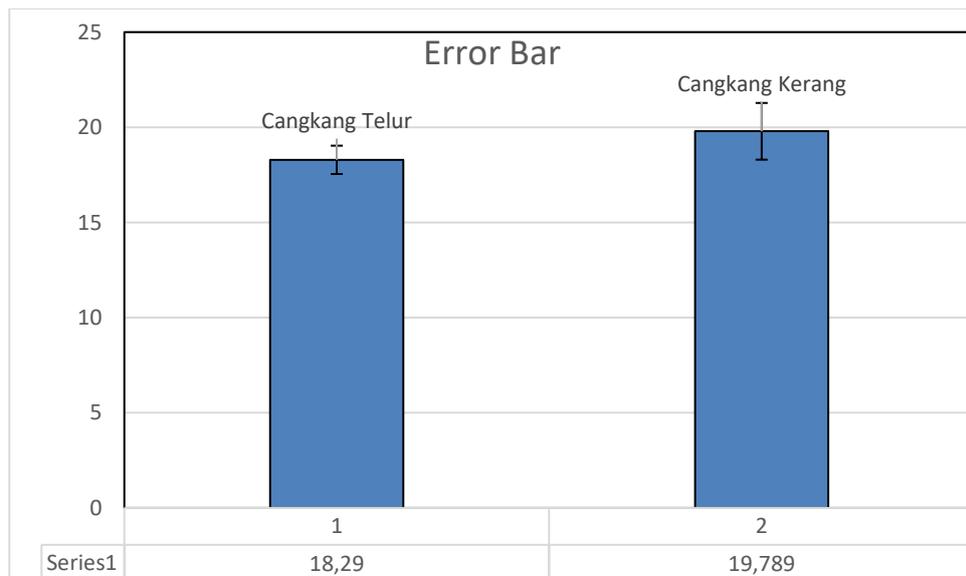
$$18,29 \pm 0,74$$

2. Canggang Kerang

$$\bar{x} \pm 2S$$

$$19,79 \pm 1,49$$

3. Grafik *Error bar*



Gambar 4.16 Grafik *Error bar* Nilai UTS Pengujian Tarik

4.6 Pembahasan & Perbandingan Nilai *Ultimate tensile strength*

Setelah dilakukan perhitungan nilai koefisien variasi (CV) pada kedua jenis biokomposit, diperoleh bahwa komposit dengan *filler* cangkang telur ayam memiliki nilai CV sebesar 2,03%, sedangkan komposit dengan *filler* cangkang kerang darah memiliki CV sebesar 3,76%. Berdasarkan kriteria umum yang menyatakan bahwa koefisien variasi di bawah 5% menunjukkan homogenitas yang baik, kedua biokomposit ini dapat dikatakan memiliki tingkat homogenitas yang sangat baik. Namun, jika dibandingkan secara langsung, komposit dengan *filler* cangkang telur ayam memiliki keunggulan dari segi konsistensi hasil pengujian, karena nilai CV yang lebih rendah, yakni 2,03%, dibandingkan dengan cangkang kerang darah yang memiliki CV sebesar 3,76%. Selisih 1,73% ini mengindikasikan bahwa komposit cangkang telur ayam menunjukkan variasi yang lebih kecil dalam hasil uji tarik, sehingga konsistensi material ini lebih terjaga.

Dari segi analisis grafik distribusi normal yang terdapat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15, kedua jenis biokomposit menunjukkan pola distribusi yang hampir serupa, tanpa adanya nilai yang ekstrem atau jauh menyimpang dari rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada data *outliner* yang signifikan dalam pengujian tarik, memperkuat kesimpulan bahwa kedua biokomposit memiliki distribusi hasil yang seragam. Selain itu, ketika dilihat dari grafik *error bar* pada Gambar 4.16, terdapat titik temu antara kedua komposit, yang menunjukkan bahwa perbedaan antara keduanya tidak signifikan secara statistik. Oleh karena itu, meskipun komposit dengan cangkang telur ayam memiliki sedikit keunggulan dari segi koefisien variasi, secara keseluruhan, kedua komposit menunjukkan performa yang relatif seimbang dalam uji tarik yang menandakan bahwa menggunakan *filler* cangkang telur ataupun cangkang kerang memiliki pengaruh yang sama.