

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Termal

4.1.1 Pengujian Stabilitas Dimensi Paparan Panas

Pengujian stabilitas dimensi paparan panas pada papan partikel adalah pengujian termal, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah papan partikel dapat bertahan jika diberi suhu panas yang tinggi.

Pengujian stabilitas dimensi paparan panas ini menggunakan oven listrik dan stabilitas dimensi paparan panas ini mengacu pada standar ASTM D 1758-06 dengan melihat perubahan panjang, berat, dan tebal dari papan partikel yang sudah diuji menggunakan oven yang bersuhu $100^{\circ}C$ dan $200^{\circ}C$ dengan waktu 60 menit. Berikut ini adalah tabel hasil dari pengujian termal menggunakan oven.

Tabel 4.1 Pengujian paparan panas dengan suhu $100^{\circ}C$

| No | Kode Sampel | m_1 | m_2 | PLT_1 | PLT_2 |
|----|-------------|-------|-------|----------|----------|
| 1 | SCT | 30.21 | 29.56 | 40x40x17 | 40x40x17 |
| 2 | BS | 18.59 | 17.01 | 40x40x17 | 40x40x17 |
| 3 | SBCT | 27.69 | 26.33 | 40x40x17 | 40x40x17 |

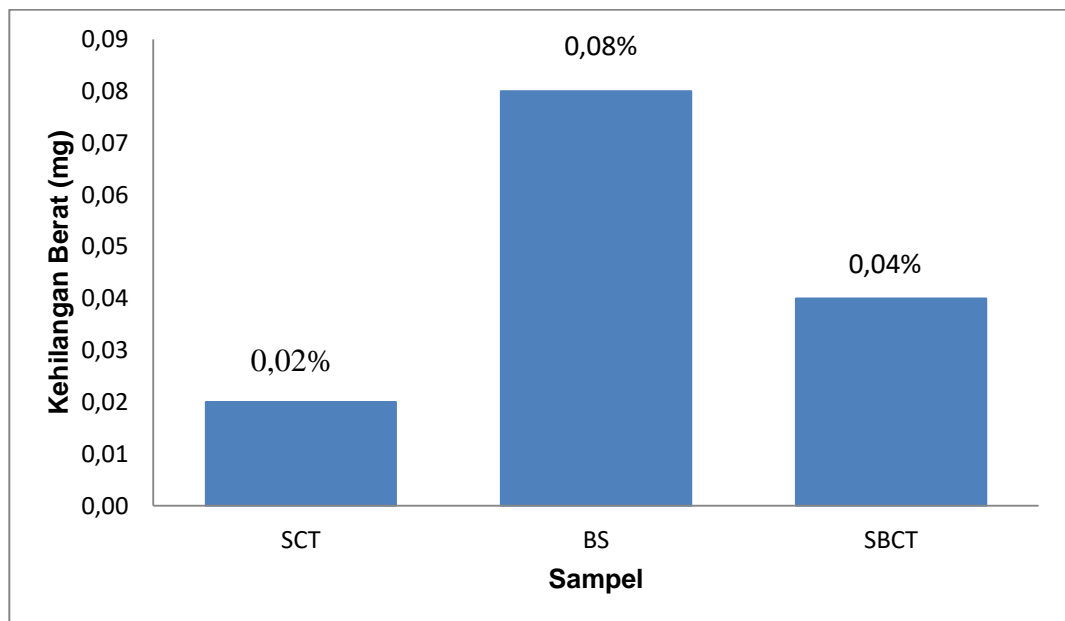
Hasil dari pengujian termal dapat dilihat pada tabel diatas, dimana SCT adalah Sengon dan Cangkang Telur, BS adalah Bambu dan Sengon, SBCT adalah Sengon, Bambu, dan Cangkang Telur. Selanjutnya m_1 adalah berat dari sampel uji sebelum diberi paparan panas dan m_2 adalah berat setelah diberi paparan panas. Dapat dilihat BS mengalami penurunan berat paling tinggi hingga mencapai 1.58g sedangkan SBCT dan SCT mengalami penurunan sebesar 1.36g dan 0.65g. Untuk PLT_1 adalah Panjang, Lebar dan Tebal dari papan partikel sebelum diberi paparan panas sedangkan PLT_2 adalah Panjang, Lebar dan Tebal setelah

diberi paparan panas, pada saat PLT diberi paparan panas papan partikel tidak mengalami pengurangan.

Tabel 4.2 Pengujian paparan panas dengan suhu $200^{\circ}C$

| No | Kode Sampel | m_1 | m_2 | PLT_1 | PLT_2 |
|----|-------------|-------|-------|----------|----------|
| 1 | SCT | 30 | 28.80 | 40x40x17 | 40x39x16 |
| 2 | BS | 19.53 | 10.59 | 40x40x17 | 39x38x15 |
| 3 | SBCT | 23.32 | 19.97 | 40x40x17 | 39x39x16 |

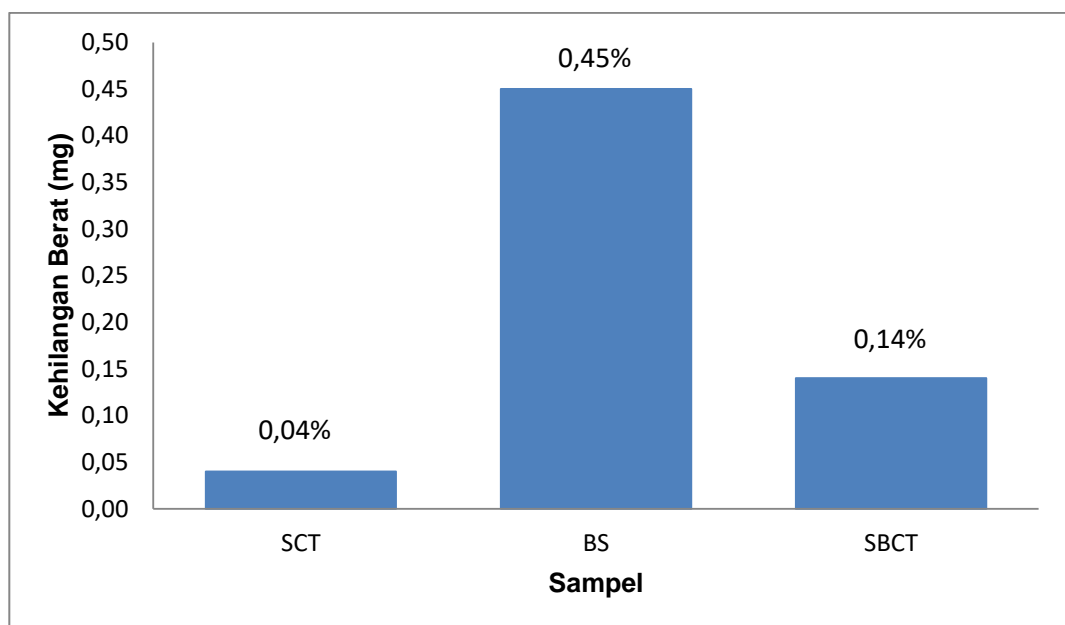
Pada suhu $200^{\circ}C$ sama seperti pada tabel 4.2, BS mengalami penurunan berat paling tinggi sebesar 8.94g sedangkan SBCT dan SCT mengalami penurunan sebesar 3.35g dan 1.2g. Untuk perubahan dimensi pada papan partikel BS mengalami penurunan lebih banyak dibanding SBCT dan SCT. Adapun grafik presentase kehilangan berat yang akan menunjukkan hasil dari kehilangan berat $100^{\circ}C$ dan $200^{\circ}C$ sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik Presentase Kehilangan Berat $100^{\circ}C$

Pada grafik kehilangan berat $100^{\circ}C$ memperlihatkan hasil dari proses pengujian stabilitas dimensi paparan panas, perhitungan dilakukan menggunakan standar yang sudah digunakan. Dimana BS mengalami penurunan paling tinggi dikarenakan bambu dapat menyerap banyak resin

atau bahan pengikat lainnya yang pada akhirnya akan meninggalkan ruang kosong ketika resin tersebut kering atau mengeras, hal ini yang menyebabkan penurunan berat yang cukup besar, SBCT pun sama seperti BS yang mengalami penyusutan tetapi tidak seburuk BS dikarenakan SCBT memiliki campuran cangkang telur yang bisa menahan suhu panas. Dan SCT mengalami penurunan paling sedikit dikarenakan SCT memiliki campuran cangkang telur paling banyak dibanding 2 sampel lainnya. Dari data diatas BS mengalami kehilangan berat paling tinggi sebesar 0,08%, SBCT 0,04%, dan SCT 0,02%.



Gambar 4.2 Grafik Presentase Kehilangan Berat 200°C

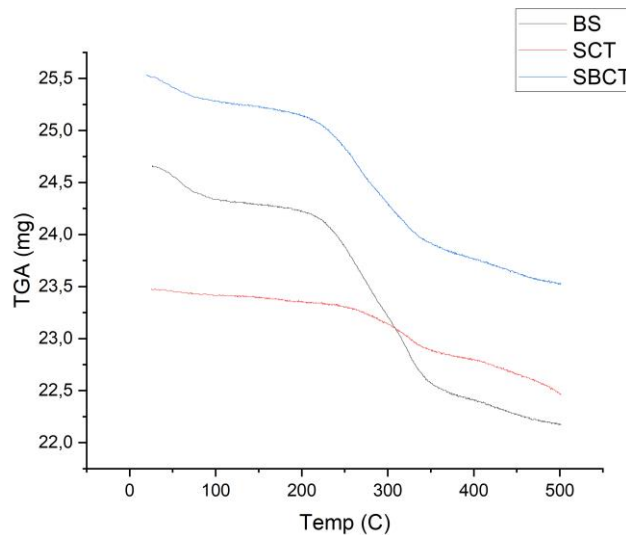
Pada grafik kehilangan berat 200°C BS tetap mengalami kehilangan berat paling tinggi sebesar 0,45%, SBCT 0,14%, dan SCT 0,04%. Penyebab penyusutan tebal terjadi adalah karena papan partikel dibuat dari bahan yang mengandung lignin selulosa, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi udara di sekitarnya, sehingga memengaruhi kadar air dan menyebabkan penyusutan pada papan partikel tersebut. Tingkat penyusutan yang berbeda-beda ini disebabkan oleh perbedaan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan papan partikel. Kocae et al. (2008) menyatakan hasil menunjukkan bahwa suhu tinggi dan durasi perlakuan yang lama membuat warna kayu menjadi lebih gelap, meningkatkan stabilitas dimensi, tetapi mengurangi sifat mekaniknya. Peningkatan stabilitas dimensi akibat perlakuan panas disebabkan

oleh degradasi hemiselulosa hingga mengalami penyusutan dan pengembangan kayu.

4.1.2 Pengujian *Termogravimetri Analisis* (TGA)

Pengujian termal TGA digunakan untuk mengukur perubahan berat sampel dengan seiring kenaikan suhu secara bertahap. Pengujian TGA berguna untuk memahami stabilitas termal pada campuran komposit.

Pengujian ini perlu diperlukan untuk memperoleh informasi tentang kualitas material khususnya sifat mekaniknya. Prosedur pengujian melibatkan penempatan sampel di atas cawan dalam sebuah mesin, dimana data awal berat untuk setiap sampel, dengan batas maksimal 20mg. Mesin kemudian dialiri dengan udara kering dari tabung gas pada kecepatan tertentu. Pengaturan operasional mesin, termasuk kecepatan pemanasan, rentang temperatur dan pendinginan dikendalikan melalui input data kedalam komputer. Proses analisis melibatkan peningkatan temperatur secara bertahap dan pencatatan berat sampel terhadap temperatur yang kemudian didapatkan kurva hasil pengujian.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian TGA

Pada Gambar 4.3 menunjukkan kurva perbandingan hasil TGA dari papan partikel yang terdiri dari tiga tahapan degradasi, yang dimana BS adalah Bambu dan Sengon, SCT adalah Sengon dan Cangkang Telur, SBCT adalah Sengon, Bambu, dan Cangkang Telur. Dapat kita lihat

pada tahap pertama sampel BS terjadi degradasi pada kisaran 25,63 - 146°C ini disebabkan karena hilangnya kadar air pada sampel. Pada tahap kedua temperaturnya menjadi 296,22 – 495,72°C, pada tahap ini telah terjadi kerusakan pada struktur serat sampel. Dekomposisi ini disebut hemiselulosa. Titik awal terjadinya dekomposisi yang drastis merupakan stabilitas termal, dimana stabilitas ini dianggap tinggi jika perubahan penurunan dalam massa terjadi pada suhu yang lebih tinggi.

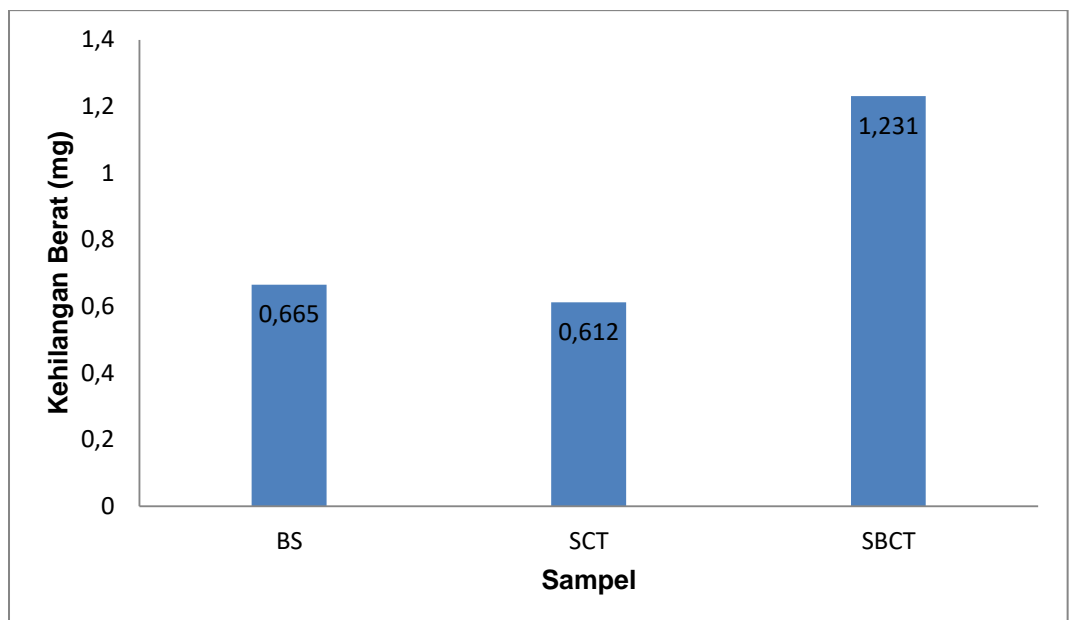
Pada tahap ketiga terjadi penurunan di suhu 497,20 – 500 °C merupakan proses dekomposisi dari lignin sampel papan partikel. Sementara pada tahap kedua dengan suhu 476,40 – 499,53°C merupakan proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa dan sisanya adalah proses dekomposisi lignin. Dari proses ini papan partikel dengan variasi bambu dan sengon mengalami penurunan massa sebanyak 0,665mg atau 2,978%.

Selanjutnya proses kehilangan massa pada papan partikel dengan bahan sengon dan cangkang telur, terjadinya penurunan awal di temperatur 26,44 – 134,32°C terjadi karena hilangnya kadar air lalu terjadi penurunan temperatur akibat kehilangan hemiselulosa dengan temperatur 224,19 – 466,65°C. Pada tahap ketiga terjadi kehilangan massa pada temperatur 471,23 – 500 °C. Pada sampel ini massa yang hilang sebesar 0,612mg atau 2,740%.

Selanjutnya pengujian ketiga dengan bahan sampel sengon, bambu, dan cangkang telur. Dapat dilihat pada tahap pertama terjadi penurunan di temperatur 25,75 – 124,30°C yang merupakan proses kehilangan kadar air yang terkandung dalam sampel. Sementara tahap kedua pada temperatur 237,46 – 419,12°C merupakan proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa, pada tahap ketiga di temperatur 436– 500 °C terjadi karena proses dekomposisi lignin. Pada sampel ini massa yang hilang sebesar 1,231mg atau 4,820%.

Hal ini juga didukung oleh penelitian Vasdazara (2018). Melakukan pengujian TGA menggunakan komposisi Polimer komposit

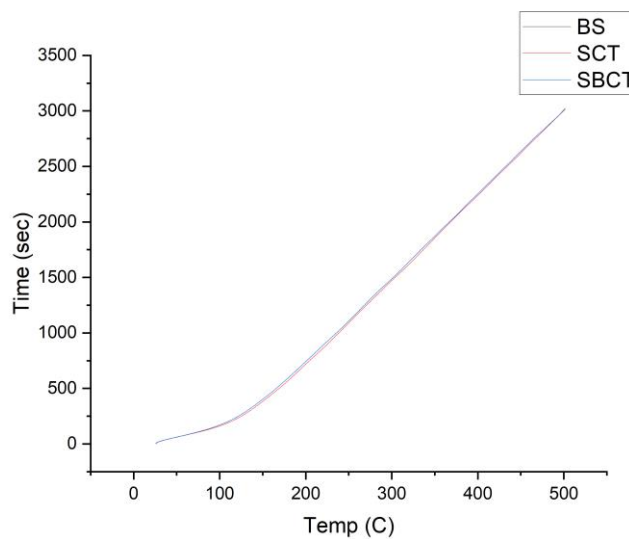
epoksi dan cangkang sawit dengan variasi serat yang berbeda, pada serat cangkang kelapa sawit 0% mengalami penurunan massa sekitar 5% pada temperatur 310°C, pada serat cangkang kelapa sawit 20% mengalami penurunan massa 5% pada temperatur 360°C, serat cangkang kelapa sawit 40% mengalami penurunan massa 5% pada temperatur 350°C, serat cangkang kelapa sawit 60% mengalami T_{maks} pada temperatur 350°C. Dapat dilihat hasil dari pengujian TGA yang menggunakan cangkang telur mengalami penurunan massa lebih baik dibanding menggunakan serat cangkang kelapa sawit dikarenakan cangkang telur memiliki ketahanan yang kuat terhadap suhu panas.



Gambar 4.4 Grafik Weight Loss Uji TGA

Grafik diatas menunjukkan hasil pengujian TGA yaitu berupa penurunan massa dari material papan partikel setelah diberi termal. Ada 3 sampel berbeda yang dapat dilihat dimana BS adalah bambu dan sengon, SCT adalah sengon dan cangkang telur yang ketiga SBCT adalah sengon, cangkang telur dan bambu. Dapat dilihat bahwa material dengan media SBCT mengalami kehilangan paling tinggi sebesar 1,321mg diikuti dengan BS sebesar 0,665mg dan yang terakhir paling rendah didapat oleh SCT sebesar 0,612mg. Hal ini bisa terjadi disebabkan oleh beberapa bagian seperti penguapan air dan degradasi termal.

Pada pengujian TGA selain mendapatkan hasil yang menunjukkan antara massa dan temperatur, ditampilkan juga hasil yang menunjukkan temperatur dan massa, yang bisa disebut dengan grafik DSC (*Diferensial Scanning Calorimetry*). Hasil ini menunjukkan stabilitas termal yang terkait dengan adanya perubahan fasa atau pelelehan. Material yang meleleh saat dipanaskan menunjukkan tingkat stabilitas termal yang tinggi, begitupun sebaliknya.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian DSC

Pada bagian pertama menunjukkan kurva DSC dari Bambu dan sengon, dimana reaksi penyerapan kalor nya terjadi di temperatur 55,17 – 127,32°C puncak penyerapan terjadi pada temperatur 94,11°C. Setelah itu terjadi reaksi eksotermis yang menyatakan bahwa sampel sudah terdegradasi pada temperatur 39,34 – 100,38°C puncak degradasi terjadi pada temperatur 67,72°C.

Yang kedua adalah kurva yang menunjukkan hasil pengujian dari sengon dan cangkang telur. Dapat dilihat kurva diatas terjadi reaksi penyerapan kalor pada temperatur 476,40 – 499,53°C puncak penyerapan terjadi pada temperatur 492,95°C.

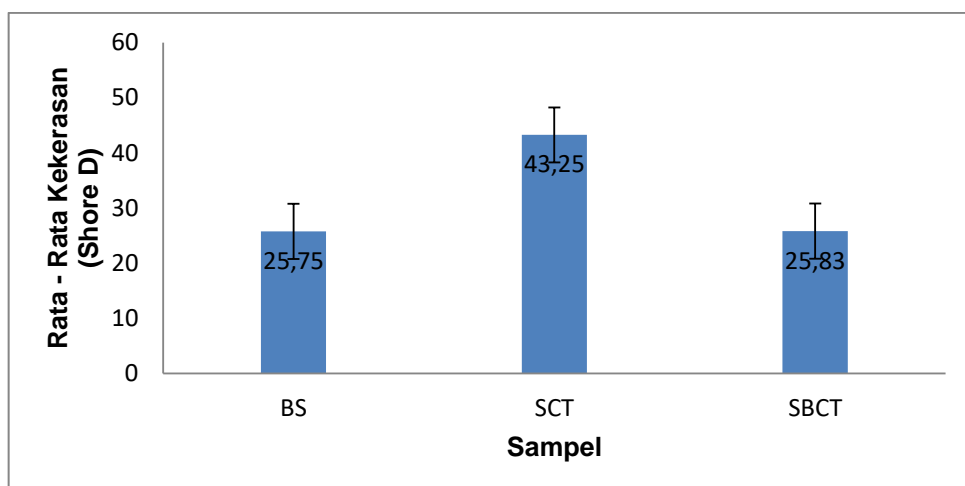
Selanjutnya yang ketiga adalah kurva yang menunjukkan hasil pengujian dari sengon, cangkang telur, dan bambu. Pada sampel ini reaksi penyerapan kalor pada temperatur 33,03 – 248,53°C puncak

penyerapan terjadi pada temperatur 56,33°C. Selanjutnya terjadi degradasi terjadi pada temperatur 232,52 – 375,24°C dengan puncak degradasi pada temperatur 265,23°C.

Hal ini juga didukung oleh penelitian Romadhan (2024). Melakukan pengujian DSC menggunakan komposisi bambu betung dengan media perendaman. Pada media perendaman air laut mengalami puncak degradasi pada temperatur 321,76°C, pada media perendaman air sungai mengalami degradasi pada temperatur 391,51°C, selanjutnya pada media perendaman air destilasi mengalami degradasi pada temperatur 301,86°C. Dapat dilihat hasil dari pengujian DSC yang menggunakan cangkang telur pada saat puncak degradasi mendapatkan hasil yang baik dibanding hanya menggunakan bambu betung dengan variasi perendaman dikarenakan cangkang telur memiliki ketahanan yang kuat terhadap suhu panas.

4.2 Pengujian Kekerasan

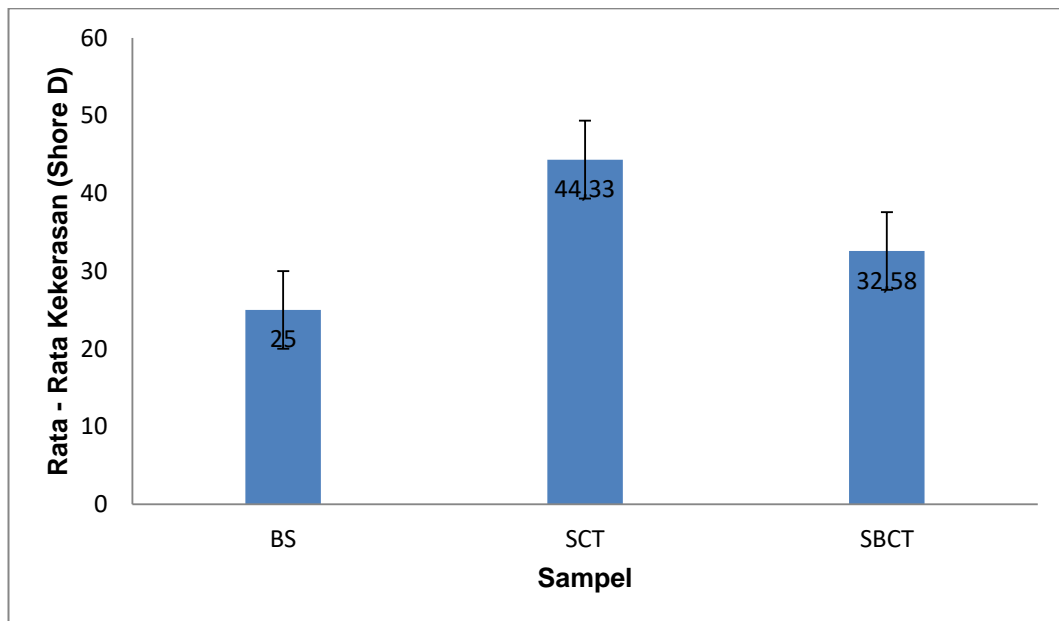
Salah satu karakteristik mekanik dari suatu bahan adalah kekerasan, kekerasan merupakan kemampuan untuk menahan tekanan dan tegangan tanpa mengalami kerusakan, Pengujian kekerasan ini menggunakan alat Durometer Shore D. Berikut adalah hasil pengujian kekerasan papan partikel sebelum proses pemaparan panas dilakukan.



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Kekerasan Sebelum diberi paparan panas

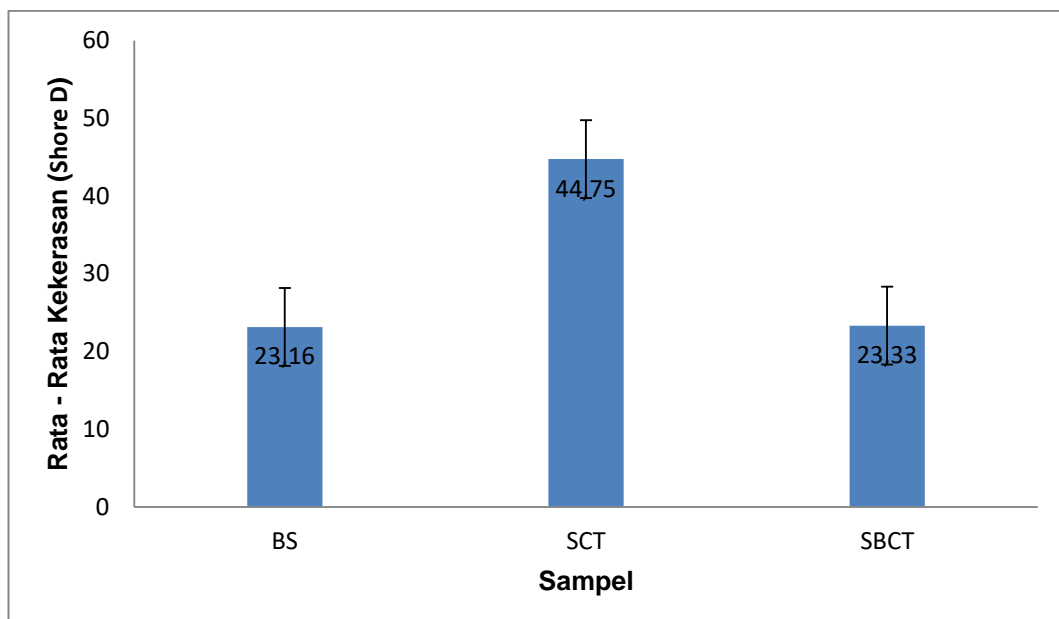
Berdasarkan grafik 4.6 didapat hasil rata-rata kekerasan menggunakan Durometer Shore D sebelum terkena paparan panas, dimana SCT memiliki

hasil yang paling tinggi sebesar 43,25 kemudian SBCT mendapatkan 25,83 dan nilai yang paling terendah yaitu BS dengan hasil 25,75.



Gambar 4.7 Grafik Pengujian Kekerasan dengan suhu 100°C

Pada grafik 4.7 dengan diberinya suhu 100°C didapatkan nilai rata-rata yang dimana SCT mengalami kenaikan yang sebelumnya mendapatkan 43,25 naik menjadi 44,33 dan SBCT mengalami kenaikan juga yang sebelumnya mendapatkan 25,83 naik menjadi 32,58 akan tetapi pada sampel BS mengalami penurunan yang sebelumnya mendapatkan 25,75 menjadi 25.



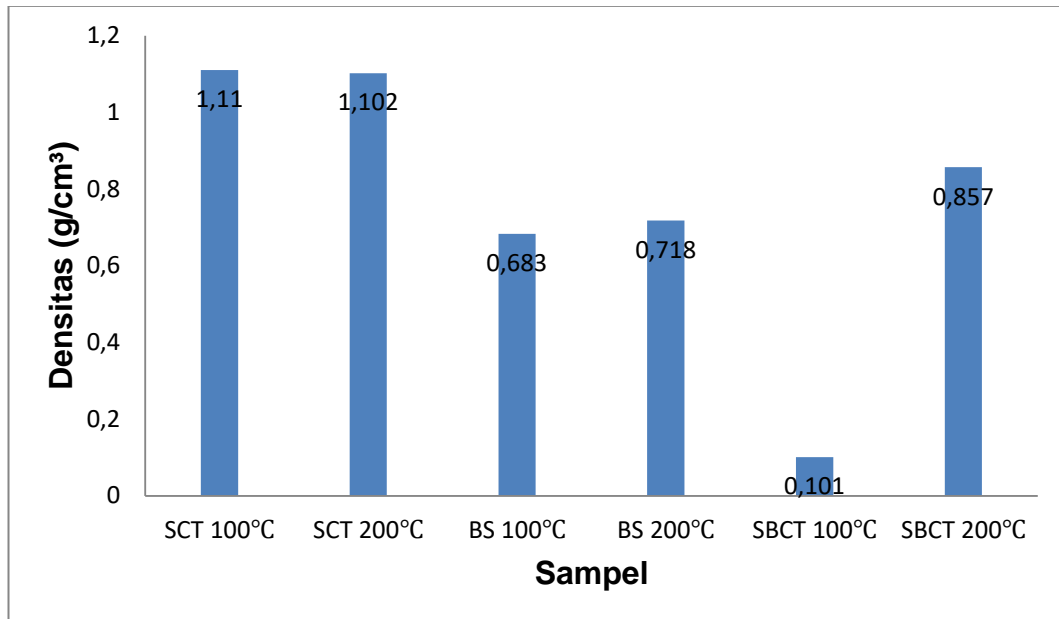
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Kekerasan dengan suhu 200°C

Pada grafik 4.8 dengan diberinya suhu 200°C didapatkan nilai rata-rata yang berbeda dari data sebelumnya dimana SCT mengalami kenaikan dari 44,33 menjadi 44,75 dan SBCT sebelumnya mengalami kenaikan kini menjadi turun yang sebelumnya mendapatkan 32,58 menjadi 23,33 disusul juga oleh BS yang sebelumnya mendapatkan 25 kini mengalami penyusutan menjadi 23,16.

Banga, dkk. (2015) menyatakan bahwa kekerasan komposit menurun seiring dengan bertambahnya serbuk dan serat pada bambu yang disebabkan oleh kelembutan atau rendahnya kekerasan pada serbuk dan serat bambu. Dengan memasukkan lebih banyak fraksi volume serbuk cangkang telur ke dalam matriks, kita bisa memastikan bahwa serbuk tersebut menyebar dengan merata hingga ke dekat permukaan sampel uji. Hal ini memungkinkan jarum pengukur untuk tidak hanya menyentuh matriks dan bahan pengisi lainnya, tetapi juga serbuk cangkang telur. Kekerasan serbuk cangkang telur sendiri berasal dari kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam partikelnya, seperti yang dijelaskan oleh (Hassan & Aigbodion 2015).

4.3 Pengujian Densitas

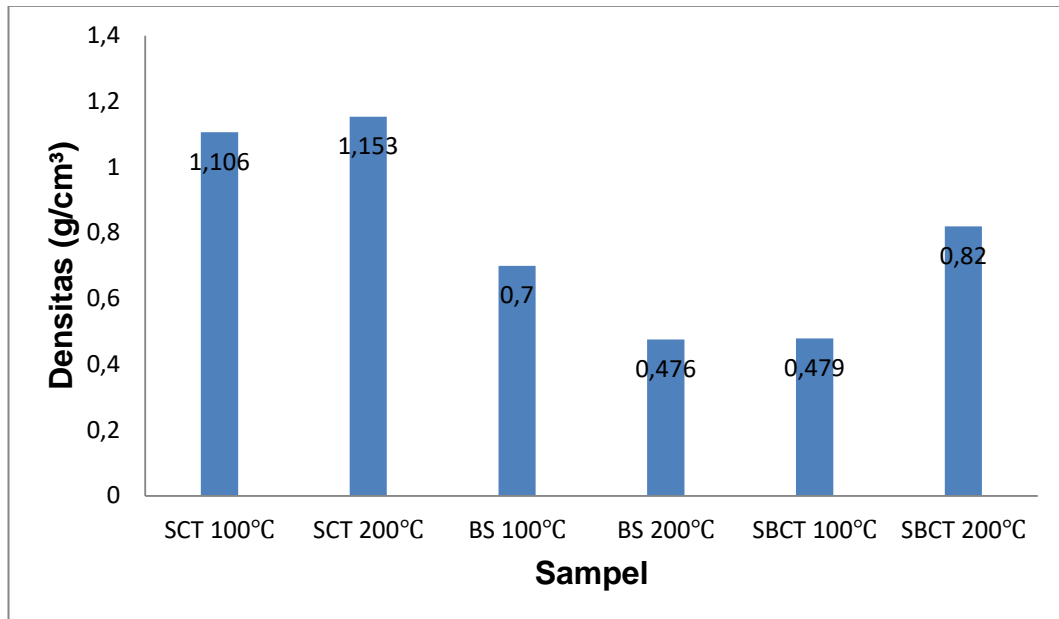
Densitas atau kerapatan merupakan perbandingan antara massa dengan volume benda yang bertujuan untuk mengetahui informasi mengenai kondisi fisik pada bahan yang akan diuji. Untuk penelitian ini menggunakan beberapa komposisi pada material yang digunakan untuk membuat papan partikel yaitu. Kayu sengon, bambu betung, cangkang telur, serta PVAc dan Resin Epoxy sebagai perekatnya. Berikut data hasil pengujian densitas sebelum diberi paparan panas.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Densitas Sebelum diberi Paparan Panas

Berdasarkan gambar grafik 4.9 didapat hasil dengan nilai densitas sebelum diberi paparan panas pada tabel diatas menunjukkan bahwa sampel SCT sebelum diberi suhu 100°C memiliki nilai paling tinggi sebesar 1,110 g/cm^3 dan SCT sebelum diberi suhu 200°C 1,102 g/cm^3 , diikuti oleh SBCT sebelum diberi suhu 200°C mendapatkan nilai 0,857 g/cm^3 dan SBCT 100°C 0,101 g/cm^3 , selanjutnya BS 200°C 0,718 g/cm^3 dan BS 100°C 0,683 g/cm^3 .

Pada pengujian densitas digunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan standar SNI 03-2105-2006 dimana dalam standar ini diatur bahwa tingkat densitas pada papan partikel wajib memiliki nilai diantara 0,4 – 0,9 g/cm^3 . Sehingga hasil nilai uji yang sudah didapat lalu dilakukan perbandingan dengan standar densitas yang digunakan maka ketiga sampel sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Densitas Setelah diberi Paparan Panas 100°C dan 200°C

Dari gambar grafik 4.10 menunjukkan nilai hasil uji densitas setelah diberi paparan panas dengan suhu 100°C dan 200°C. Pada pengujian densitas dengan temperatur 100°C SCT mengalami kenaikan nilai densitas yang paling tinggi dengan 1,106 g/cm^3 , di ikuti oleh BS sebesar 0,700 g/cm^3 dan yang ketiga ada SBCT mendapatkan nilai sebesar 0,479 g/cm^3 .

Sementara pada temperatur 200°C memiliki hasil yang berbeda walaupun SCT mengalami kenaikan tertinggi sebesar 1,153 g/cm^3 diikuti dengan SBCT mendapatkan 0,820 g/cm^3 , namun pada sampel BS mengalami penurunan menjadi 0,476 g/cm^3 . Tetapi hasil ini tetap menunjukkan bahwa tiga sampel diatas memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

Berdasarkan hasil uji densitas diatas yang menyebabkan naik dan turunnya nilai densitas ketika setelah diberi temperatur yang tinggi karena adanya penguapan kadar air dan pelelehan resin. Penguapan kadar air dari papan partikel mengakibatkan penurunan beratnya, yang mengakibatkan peningkatan pada densitasnya. Sementara itu, ketika resin meleleh karena suhu yang terlalu tinggi, dapat mengakibatkan naik dan turunnya densitas karena resin yang meleleh mengisi celah-celah kosong pada papan partikel yang mengakibatkan penambahan berat dan peningkatan pada densitasnya.