

**PENGARUH JUMLAH SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT DENGAN
MENGUNAKAN MATRIKS *POLYPROPYLENE* (PP)
DAN *SLUDGE***



**RARA SUSANTI
NIM. 16034029/2016**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

**PENGARUH JUMLAH SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT DENGAN
MENGUNAKAN MATRIKS *POLYPROPYLENE* (PP)
DAN *SLUDGE***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh :

**RARA SUSANTI
NIM . 16034029/2016**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH MASSA SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT FISIKA PAPAN KOMPOSIT DENGAN MENGUNAKAN MATRIKS *POLYPROPYLENE* (PP) DAN *SLUDGE*

Nama : Rara Susanti
NIM : 16034029
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

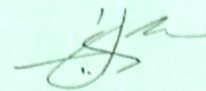
Padang, 10 September 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dra. Yenni Darvina, M.Si.
NIP. 19630911198903 2003

PENGESAHAN LULUSAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Rara Susanti
NIM : 16034029
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH MASSA SERAT SABUT KELAPA TERHADAP SIFAT FISIKA PAPAN KOMPOSIT DENGAN MENGUNAKAN MATRIKS *POLYPROPYLENE (PP)* DAN *SLUDGE*

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 10 September 2021

Tim Penguji

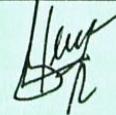
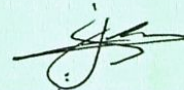
Nama

Tanda tangan

Ketua : Dra. Yenni Darvina, M.Si.

Anggota : Dr. Desnita, M.Si.

Anggota : Drs. Letmi Dwiridal, M.Si.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini, tugas akhir berupa skripsi dengan judul "Pengaruh Massa Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisika Papan Komposit Dengan Menggunakan Matriks Polypropylene (PP) Dan Sludge" adalah asli karya saya sendiri.
2. Didalam karya tulis ini berisi gagasan, rumusan dari penelitian saya, tanpa bantuan pihak manapun kecuali pembimbing.
3. Didalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan didalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan didalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2021



Rara Susanti

16034029

Pengaruh Berat Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisika Papan Komposit dengan Menggunakan Matriks *Polypropylene* (PP) dan *Sludge*

Rara Susanti

ABSTRAK

Saat ini material kayu menjadi hal yang sangat diperhatikan keberadaannya. Kebutuhan industri untuk kayu dalam jumlah yang besar membuat masyarakat banyak melakukan penebangan hutan secara luas. Kayu hutan yang awalnya melimpah menjadi sangat terancam keberadaannya karena kurang disertai dengan penanaman pohon yang juga dalam skala besar. Selain itu, pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh sampah plastik membuat masalah lingkungan semakin memburuk. Sifat dari plastik yang tidak bisa terurai oleh mikroorganisme membuat sampah plastik menumpuk ditempat pembuangan akhir. Pemanfaatan kembali sampah plastik sebagai bahan pembuat komposit merupakan salah satu solusi yang sedang banyak dilakukan untuk saat ini.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Fisika Material dan Biofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Padang dan Laboratorium Manufaktur & Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan papan komposit dengan bahan yaitu serat sabut kelapa sebagai penguat, sampah plastik *Polypropylene* (PP) sebagai matriks dan *sludge* kertas sebagai pengisi. Variabel-variabel yang ditentukan dalam penelitian ini adalah komposisi dari bahan yaitu 40% *sludge* kertas : 60% plastik *Polypropylene* (PP). Sedangkan serat sabut kelapa divariasikan yaitu serat tanpa serat (0%), 1%, 2%, 3%. Sedangkan untuk variabel terikat dari penelitian ini adalah pengujian sifat fisis dan sifat mekanik yaitu daya serap air, kekerasan dan kuat tarik.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai daya serap air dalam kondisi optimum sebesar 0.0099 gr pada serat 0%. Untuk nilai kekerasan didapatkan hasil maksimal sebesar 88.91 MPa pada jumlah serat 3%. Jika bertambahnya jumlah serat, maka kekerasan dari papan komposit semakin bertambah. Dan untuk nilai kuat tarik terdapat kondisi optimum yaitu 9.15 MPa pada jumlah serat 2% dan dengan kondisi optimum modulus elastisitas sebesar 3823.104 MPa pada jumlah serat 2%.

Kata kunci : Komposit, Serat sabut kelapa, *Polypropylene* (PP), *Sludge*, kekerasan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil alamin, puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT yang telah memberikan curahan kasih sayang dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Pengaruh Berat Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisika Papan Komposit dengan Menggunakan Matriks *Polypropylene* (PP) dan *Sludge***. Shalawat serta salam penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, Allahumma sholli „ala Muhammad wa“ala ali Muhammad sosok tauladan terbaik sepanjang zaman. Semoga Allah SWT ridhoi kita semua untuk mendapatkan syafaat dari Rasulullah SAW.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP. Selama mengerjakan Skripsi ini, penulis banyak mengalami berbagai macam kendala dan juga hambatan. Covid-19 yang masuk ke Indonesia pada bulan Maret 2020 juga menambah daftar kendala dalam pengambilan data penelitian. Walaupun demikian, cinta Allah SWT kepada hamba-nya terlalu besar sehingga dibalik kesulitan yang ada, Allah kirimkan bantuan yang luar biasa. Qadarullah banyak pihak yang membantu proses penelitian dan menjadi penyemangat dikala penulis *down* sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
2. Ibu Syafriani, Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

3. Ibu Fatni Mufit, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Pembimbing Skripsi, yang telah meluangkan waktu dalam membimbing penulis serta mendampingi penulis selama proses awal penulisan proposal, penelitian dan juga penulisan Skripsi.
5. Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si selaku Penguji sekaligus Pembimbing Akademik. Sebagai penguji bapak yang sudah memberikan masukan berupa saran yang sangat membantu agar nantinya penelitian yang dilakukan dapat bermanfaat bagi lingkungan sekitar. Sebagai pembimbing akademik, bapak sudah membimbing penulis selama proses perkuliahan dari semester satu sampai dengan penulis menyelesaikan skripsi.
6. Ibu Dr. Desnita, M.Si selaku Penguji yang telah memberikan masukan berupa saran yang sangat membangun kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu Staf Pengajar serta Staf Administrasi dan Laboran Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Suwarso dan Mamak Suratun selaku orang tua penulis yang telah bekerja keras mendukung baik dari segi pikiran, perasaan serta materi dari awal semester sampai detik ini. Hanya doa kepada Sang Pencipta, penulis langitkan setiap hari untuk kesehatan, kebahagiaan serta kemuliaan umur untuk kedua orang tua penulis ini. Bapak, Mamak terima kasih karena kalian sudah mengambil tanggung jawab untuk membiayai anakmu. Semoga Allah nantinya juga mencintai bapak dan mamak sebagaimana besarnya cinta bapak dan mamak untuk penulis.

9. Keluarga penulis yang membantu dalam bentuk materi maupun dukungan lainnya seperti transportasi yaitu Handoko (kakak), Ayu Lestari (Ayuk), Tanti Marvina (Ayuk Ipar), Sunardi (Kakak Ipar), Alif Fajri (Adik), Almh. Samiati (Nenek), Bibi, Mamang, serta keluarga besar mbah Suwito dan mbah Suyut lainnya.
10. Hendriansyah, S.P yang telah sabar menghadapi penulis serta banyak membantu dalam hal memotivasi dikala penulis dalam keadaan *down*.
11. Sahabat terbaik, teman curhat terepik dan saudara terpeduli Diah Febriani Saputri, tiga tahun hidup bersama diwisma serta satu tahun terakhir bersama dalam satu kos. Banyak duka yang sudah dilalui bersama, banyak kisah yang sudah kita tempuh dalam satu jalan bersama, bergandengan tangan saling menguatkan dan menyadarkan dikala jiwa mengalami kerapuhan. Ya, walaupun dirimu wisuda duluan tapi aku tetap sayang. Tujuan kita sama, jalan kita saja yang berbeda. Pulau yang akan kita kunjungi sama, perahu yang kita gunakan saja yang berbeda. Semoga dirimu selalu sehat. Terima kasih dan maaf untuk empat tahun ini. *You are the best*.
12. Sahabat sholehah Rahma Dilla Safitri yang selalu memberikan nasihat serta pencerahan iman ketika penulis dalam keadaan terpuruk dan hampir menyerah. Terima kasih banyak, semoga Allah juga menyayangimu serta memudahkan semua urusanmu didunia. Aamiin.
13. Sahabat lillahku Viola Sesri Wahyuli (ayu), Ranji Afriningsih dan Dila Sintya yang telah menemani penulis serta memberikan semangat lahir dan batin kepada penulis. *Miss you so much akhwat cansol*.

14. Radhiatul Mardiah dan Yogi Putra rekan seperjuangan satu pembimbing yang telah banyak membantu serta memberikan semangat selama penelitian. Terima kasih atas pundaknya dikala rapuh, motivasinya dikala jenuh dan cambukan semangatnya dikala malas menghantui.
15. Teman seperjuangan Dila Juliawati dan Yola Sri wahyuni yang sudah menemani penulis dalam melakukan penelitian, yang sudah membantu mengayak, menumbuk serta membersamai penulis dalam menunggu sampel. Terima kasih teman-temanku.
16. Teman kuliah Firma Lestari, Oci Aditama, Ellsa Sania, Titi Surya. Terima kasih karena sudah bersama menjadi teman terbaik dikelas Fisika A.
17. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya Fisika angkatan 2016 yang telah membantu berjuang hingga akhir dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga Allah SWT, bisa memberikan balasan yang berlipat ganda, Aamiin.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis menyadari masih banyak keterbatasan dan kesalahan, baik dari sistematika penulisan, isi, penyajian, maupun yang lainnya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

Padang, 13 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR BAGAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN TEORITIS	11
A. Papan komposit.....	11
B. Polimer Termoplastik <i>Polypropylene</i> (PP)	13
C. Klasifikasi Komposit	16
D. Serat Sabut Kelapa.....	21
E. <i>Sludge</i>	26
G. Sifat Fisis dan Mekanik	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Jenis Penelitian.....	37
B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	37
C. Variabel Penelitian.....	38
D. Pelaksanaan Penelitian.....	40
E. Alat dan Bahan.....	43

F. Diagram alir penelitian.....	56
G. Prosedur Penelitian	57
H. Teknik pencatatan / Pengumpulan data	68
I. Analisa data.....	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	69
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian	69
B. Analisis Data Hasil Penelitian	76
C. Pembahasan.....	81
BAB V PENUTUP	84
A. Kesimpulan	84
B. Saran	85

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat mekanis beberapa serat alam	21
2. Komposisi sabut kelapa.....	23
3. Komposisi Senyawa kimia limbah padat kertas.....	26
4. Variabel Bebas	38
5. Variabel kontrol	39
6. Alat yang digunakan	43
7. Bahan penelitian.....	51
8. Hasil pengujian daya serap air	71
9. Data hasil pengujian kekerasan <i>vickers hardness test</i>	72
10. Data kuat tarik	75
11. Data untuk modulus elastisitas.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengaruh jenis polimer termoplastik terhadap suhu	14
2. Pengaruh jenis polimer termoset terhadap suhu.....	14
3. Kode nomor untuk plastik PP	15
4. <i>Particulate composites</i>	17
5. <i>Laminates composites</i>	17
6. Continuous fiber composite	18
7. <i>Woven fiber composite</i>	19
8. <i>Hybrid composite</i>	19
9. <i>Chopped fiber composite</i>	20
10. Pohon kelapa	23
11. (a) Kelapa (b) Serat sabut kelapa	24
12. NaOH	25
13. Skema Uji Kekerasan Brinell, Rockwell, Vickers, dan Knoop.....	30
14. Pengukuran Kekerasan dengan Vickers (Geels, et al., 2007)	31
15. Skema uji tarik	32
16. Spesifikasi standar ASTM D 638–04.	32
17. Skema pertambahan panjang benda uji tarik	33
18. Kurva hubungan tegangan - regangan.....	34
19. Kurva hubungan tegangan – regangan yang diperbesar	34
20. Timbangan digital	45
21. Spatula.....	45
22. Gelas kimia.....	46
23. <i>Hot plate stirrer</i>	46
24. Cetakan.....	47
25. Gunting.....	47
26. Sarung tangan.....	48
27. <i>Shop press</i>	48
28. Termometer	49
29. Penjepit.....	49
30. Jangka sorong.....	49
31. Alu dan Lumpang.....	50
32. Oven	50
33. Gergaji ukir	51
34. Aquadest.....	52
35. Serat sabut kelapa.....	53

36. Limbah kertas.....	53
37. NaOH dan Larutan NaOH.....	54
38. Plastik PP	54
39. Xylene	55
40. SSK yang masih didalam kulit kelapa	58
41. SSK yang sudah dipisahkan dari kulit kelapa	58
42. Pelarutan NaOH kedalam 100 ml aquades.....	60
43. Alkalisasi serat selama 2 jam	61
44. SSK setelah proses alkalisasi	61
45. Serat yang akan dan sudah dipotong.....	62
46. <i>Sludge</i> yang masih basah	62
47. Pengovenan limbah kertas.....	63
48. <i>Sludge</i> yang sudah ditumbuk dan diayak	63
49. Plastik PP yang diambil dari pengumpul	64
50. Pelelehan plastik, pencampuran dengan <i>sludge</i> serta SSK dan hasil	65
51. Sampel papan kompoait yang sudah jadi	65
52. Ukuran sampel uji daya serap air, uji kekerasan, dan uji tarik	66
53. Timbangan digital	67
54. <i>Vickers hardness tester</i>	67
55. <i>Universal testing machine</i>	68
56. Papan komposit untuk uji daya serap air (a) Serat 0% (tanpa serat), (b) Serat 1%, (c)Serat 2%, (d) Serat 3%.....	69
57. (a) Pengambilan data uji daya serap air m1 (b) Pengambilan data uji daya serap air m2	70
58. Perendaman sampel uji daya serap air	70
59. (a) Pengambilan data d1 (b) pengambilan data d2 (c) data VHN	72
60. Sampel papan komposit (a) Serat 0% (tanpa serat),(b) Serat 1%,(c) Serat 2%, (d) Serat 3%	74
61. (a) sampel dijepit (b) posisi penjepitan harus sama antara atas dan bawah (c) sampel ditarik sampai putus.....	74
62. (a) Sampel uji tarik yang patah (b) data uji tarik	75
63. Grafik pengaruh jumlah serat sabut kelapa terhadap daya serap air	77
64. Grafik pengaruh jumlah serat sabut kelapa terhadap kekerasan	79
65. Grafik pengaruh antara jumlah serat sabut kelapa terhadap nilai kuat tarik	80
66. Grafik pengaruh jumlah serat sabut kelapa terhadap nilai modulus elastisitas.....	81

DAFTAR BAGAN

Bagan	Halaman
1. Diagram alir percobaan atau eksperimen	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Uji daya serap air	92
2. Data Uji tarik beserta pengolahan data	95
3. Data modulus elastisitas beserta pengolahan data	98
4. Dokumentasi Penelitian	100

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kayu merupakan salah satu bahan dari alam yang digunakan oleh manusia sejak zaman dahulu. Penggunaan kayu tersebut diantaranya untuk bahan bakar memasak, perabot rumah tangga, bahan bangunan, bahan kertas dan lain sebagainya. Kayu sangat mudah untuk didapatkan. Salah satu tempat untuk mendapatkan kayu adalah hutan alam. Keberadaan kayu yang ada di hutan alam sangat melimpah sehingga kayu menjadi bahan yang penting dalam bidang industri. Bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan ilmu dan teknologi khususnya dalam bidang industri sangat mempengaruhi kebutuhan kayu dalam skala besar. Berbagai macam produk olahan kayu semakin berkembang setiap harinya. Sehingga penebangan pohon untuk dijadikan kayu terjadi secara besar-besaran. Menurut Septiari. *et al* (2014), Penebangan pohon di hutan alam mengakibatkan ketersediaan kayu semakin terbatas baik dalam hal jumlah maupun kualitas.

Ketergantungan akan bahan kayu dalam pemenuhan kebutuhan bidang industri harus segera dicari alternatif lain agar tidak mengurangi hasil hutan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menggantikan kayu dengan bahan lain. Bahan lain yang digunakan tentunya harus mempunyai kualitas yang lebih unggul atau tidak kalah dengan produk kayu yang ada di hutan. Bahan lain itu adalah papan komposit atau papan partikel (Trisna *et al.*, 2012). Papan komposit adalah produk yang diolah agar memiliki fungsi yang sama seperti kayu yang dihasilkan dari proses

pengempaan panas antara bahan-bahan berlignoselulosa dengan penambahan bahan perekat dengan cara pengempaan panas dilakukan secara mendatar dengan dua lempeng datar (Ulfah, *et al.*2015)

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih. Setiap masing-masing bahan memiliki sifat yang berbeda baik itu sifat fisik maupun kimianya (Barbero.2018). Dua bahan tersebut adalah pengisi (*filler*) dan matriks. Pengisi adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Pengisi akan mempengaruhi sifat mekanik dari komposit. Sedangkan matriks berfungsi sebagai pengikat dan menjaga pengisi agar tetap pada tempatnya (didalam struktur) (Sahara, 2016). Komposit memiliki keunggulan yaitu lebih kuat, tahan terhadap korosi dan lebih ekonomis (Sriwita & Astuti, 2014:30).

Pembuatan papan komposit dapat dibuat dari limbah industri, perkebunan dan pertanian yang direkat dengan bahan perekat melalui proses penekanan panas. Bahan dari limbah industri yang digunakan bisa didapatkan dari bahan yang mengandung lignin dan selulosa seperti potongan serat, sisa kayu gergaji, limbah kertas, sisa bubutan dan lainnya (Purwanto, 2016). Limbah kertas merupakan salah satu limbah industri yang sangat mencemari lingkungan. *Sludge* dari pabrik kertas selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Komponen utama dari *Sludge* adalah 95% serat organik yang berupa selulosa (Feris, 2008). Karena hal ini limbah kertas dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi untuk pembuatan papan komposit yang diharapkan memiliki sifat fisik yang baik.

Selain bahan pengisi, pembuatan papan komposit juga membutuhkan matriks yang berfungsi sebagai perekat dalam pembuatan papan komposit. Matriks dapat berupa limbah plastik yang sekarang menjadi salah satu penyebab dari pencemaran lingkungan. Menurut Purwaningrum (2016) komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sampah organik sebanyak 60-70% dan sisanya adalah sampah non organik 30-40%, sementara itu dari sampah non organik tersebut komposisi sampah terbanyak kedua yaitu sebesar 14% adalah sampah plastik.

Jenis plastik yang sangat banyak ditemukan pada pembuangan akhir adalah plastik *polypropylene* (PP). Contoh dari plastik PP adalah kemasan produk makanan dan minuman seperti gelas air mineral plastik, botol plastik, pembungkus makanan ataupun detergen. Penggunaan yang sangat banyak inilah timbul masalah pencemaran lingkungan karena sampah plastik yang dihasilkan memenuhi tempat pembuangan akhir. Menurut Zulkifli (2014:102) sampah plastik mempunyai masa lapuk atau waktu yang dibutuhkan suatu benda untuk hancur yaitu selama 50-80 tahun. Penguraian sampah plastik yang memerlukan waktu lama akan berdampak pada kerusakan lingkungan. Lebih lanjut Zulkifli (2014:104) menjelaskan bahwa keberadaan sampah, termasuk sampah plastik dalam jumlah yang banyak jika tidak dapat dikelola secara baik dan benar, maka akan menimbulkan gangguan dan dampak terhadap lingkungan baik terhadap komponen fisik kimia (kualitas air dan udara), biologi, sosial ekonomi, budaya, maupun kesehatan lingkungan.

Data kementerian lingkungan hidup dan kehutanan (KLHK) pada tahun 2019 menunjukkan jumlah timbunan sampah di Indonesia secara nasional sebesar 175.000

ton per hari atau setara 64 juta ton per tahun. Sampah tersebut diantaranya sampah organik (sisa makanan dan sisa tumbuhan) sebesar 50%, plastik sebesar 15%, dan kertas sebesar 10%. Sisanya terdiri dari logam, karet, kain, kaca, dan lain-lain. Dari total timbunan sampah plastik, yang didaur ulang diperkirakan baru 10-15% saja, 60-70% ditimbun di TPA dan 15-30% belum terkelola dan terbuang kelilingkungan, terutama kelilingkungan perairan seperti sungai, danau, pantai dan laut. Jumlah ini diperkirakan akan terus bertambah pada setiap tahunnya.

Pembuatan papan komposit bertujuan untuk mendapatkan produk yang kualitasnya sama dengan kayu. Sehubungan dengan hal tersebut maka harus ada bahan yang berperan sebagai bagian utama yang menahan beban. Bahan tersebut adalah serat. Besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Pertimbangan pemilihan serat untuk komposit sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya adalah nilai kekuatan dan kekakuan komposit yang diinginkan, perpanjangan ketika patah, stabilitas termal, ikatan antara serat dan matrik, perilaku dinamik, perilaku jangka panjang, massa jenis, harga, biaya proses, ketersediaan dan kemudahan daur ulang (Lotfi. 2018).

Pembuatan papan komposit tidak hanya yang berpenguat serat sintetis saja tetapi juga mengarah pada komposit berpenguat serat alam karena sifatnya yang dapat didaur ulang. Komposit berpenguat serat alam banyak diteliti dan dikembangkan karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan sehingga dapat dengan mudah terdegradasi secara alami. Kelebihan selanjutnya adalah serat alam memiliki harga yang lebih murah dibandingkan serat sintetis (Asywendy & Arthurv. 2019). Penelitian mengenai pembuatan papan komposit dari berbagai bahan dasar serat alam

telah banyak dilakukan. Matasina, *et al* (2014:48) mengatakan bahwa penggunaan serat alam sebagai penguat komposit mempunyai keuntungan antara lain, kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah, melimpah dibanyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat didaur ulang. Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan adalah serat sabut kelapa.

Serat kelapa merupakan salah satu serat yang melimpah dan berpotensi sebagai pengganti serat sintetis (Misriadi,2010). Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif sabut *coco fiber* (Jonathan *et al.*, 2013). Sabut kelapa memiliki beberapa sifat yaitu tahan lama, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air (tidak mudah membusuk), tahan terhadap jamur dan hama (ulfa, 2006). Dengan keunggulan yang dimiliki oleh sabut kelapa maka sabut kelapa akan digunakan sebagai *micro fiber* dalam pembuatan papan komposit di penelitian ini.

Pembuatan papan partikel atau papan komposit dengan menggunakan matriks dari limbah plastik, dengan pengisi *sludge* dan serat sabut kelapa dapat membantu bahan pengganti kayu, menurunkan angka pencemaran lingkungan yang tinggi serta dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah. Menurut Feris (2008) keunggulan produk komposit yaitu biaya produksi lebih murah, bahan bakunya melimpah, fleksibel dalam proses pembuatannya, lebih bersifat ramah lingkungan, serta memiliki sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan bahan baku asalnya.

Penelitian mengenai pembuatan papan komposit menggunakan bahan limbah plastik PP, *sludge* dan serat sabut kelapa telah dilakukan oleh Hidayani, *et al* (2018) yaitu mengenai analisa sifat fisika dari komposit panel dinding dengan

limbah plastik polipropilena sebagai matriks dengan sabut kelapa dan *sludge* sebagai pengisi. Komposisi dari serat sabut kelapa, *sludge* dan limbah plastik polipropilena yang ditambahkan adalah sesuai dengan kondisi optimum yaitu 20:20:60 yang akan dibandingkan dengan tanpa penambahan *sludge*. Komposit panel dinding dengan penambahan *sludge* yang dihasilkan memiliki nilai keteguhan lentur sebesar 98,266 kgf/cm² sedangkan tanpa penambahan *sludge* nilai keteguhan lentur adalah 90,509 kgf/cm², nilai modulus elastis lentur dengan penambahan *sludge* adalah $2,6929 \times 10^4$ kgf/cm² sedangkan tanpa penambahan *sludge* nilai modulus elastis adalah $3,672 \times 10^4$ kgf/cm². Nilai keteguhan cabut sekrup dengan penambahan *sludge* adalah 32 kgf, sedangkan tanpa penambahan *sludge* nilai keteguhan cabut sekrup adalah 28 kgf.

Pembuatan papan komposit dengan bahan yang sama juga telah dilakukan oleh Fajrianto & feris (2008). dengan mencampurkan serat sabut kelapa dengan sampah plastik dan limbah kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi beban pengempaan pada saat pencetakan panel bangunan dan komposisi sabut kelapa (%b/b) ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik mekaniknya. Diperoleh kuat lentur (bending) optimal, yakni 77,81 kg/cm² dengan beban pengempaan 2000 bars dan komposisi sabut kelapa sebesar 2 % (b/b). Dalam penelitian ini belum dilakukan uji kekerasan, karena itu penulis akan membuat papan komposit untuk uji kekerasan menggunakan metode *vickers*.

Oleh karena itu, inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Berat Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisika Papan Partikel dengan Menggunakan Matriks *Polypropylene* (PP) dan *sludge*.”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penebangan pohon untuk dijadikan kayu menyebabkan kerusakan lingkungan baik jumlah ataupun kualitas dari hutan alam.
2. Banyaknya sampah plastik yang sulit terurai mengakibatkan pencemaran lingkungan baik air, tanah maupun udara.
3. Pemanfaatan limbah pabrik kertas yang belum maksimal sehingga pencemaran lingkungan yang terjadi semakin besar.
4. Salah satu cara menanggulangi kerusakan lingkungan akibat penebangan pohon dan pencemaran lingkungan oleh sampah plastik dan limbah kertas adalah dengan cara membuat papan komposit.
5. Serat sabut kelapa adalah serat alam yang berlimpah di Indonesia sehingga pembuatan komposit menggunakan serat ini sangat bisa untuk dilakukan.
6. Pembuatan komposit menggunakan serat alam sudah banyak dilakukan namun untuk penelitian mengenai papan komposit dengan menggunakan bahan tambahan berupa limbah kertas sebagai pengisi belum banyak dilakukan.
7. Dalam pembuatan papan komposit diperlukan pengujian untuk mengetahui nilai dari papan komposit

8. Pengujian papan komposit dilakukan untuk menguji sifat fisika berupa daya serap air, kadar air, pengembangan tebal, kekerasan, kuat tarik dan modulus elastisitas.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa *sludge* sebagai pengisi, plastik *polypropylene* (PP) sebagai matriks dan serat sabut kelapa sebagai *microfiber*.
2. Komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan papan komposit yaitu 40% plastik PP dan 60% *sludge*. Serta variasi serat sabut kelapa sebesar 0% (tanpa serat), 1%, 2%, 3%, 4% dalam bentuk persentase berat.
3. Penekanan papan komposit dilakukan menggunakan alat *shop press* dengan tekanan $9.8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dengan suhu 160°C selama 20 menit pemanasan dan 1 jam pendinginan.
4. Pengujian sifat fisika yang dilakukan adalah daya serap air, kekerasan, kuat tarik dan modulus elastisitas.
5. Alat yang digunakan dalam pengujian sifat fisika berupa uji daya serap air adalah timbangan analitik, alat yang digunakan untuk uji kekerasan menggunakan alat *vickers hardness test* sedangkan untuk uji kuat tarik adalah *universal testing machine*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap daya serap air papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* ?

2. Bagaimana pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kekerasan papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* ?
3. Bagaimana pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kuat tarik dan modulus elastisitas papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap daya serap air papan komposit untuk ketahanan papan komposit diluar ruangan yang berhubungan langsung dengan air.
2. Untuk mengetahui pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kekerasan papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge*.
3. Untuk mengetahui pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kuat tarik dan modulus elastisitas papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge*

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang kajian Fisika.
2. Kelompok kajian Fisika Material dan Biofisika, dapat memberikan pengetahuan dalam pembuatan papan komposit dengan limbah kertas, limbah plastik dan serat alam.

3. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian material dan biofisika.
4. Peneliti lain, sebagai referensi dalam pengembangan penelitian tentang pembuatan papan komposit yang memanfaatkan limbah kertas, limbah plastik dan serat alam.
5. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian fisika khususnya fisika material dan biofisika serta pengembangan ilmu dalam pembuatan papan komposit.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Papan komposit

Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda menjadi kombinasi yang menyatu (Zulkarnaen, 2014). Dua bahan atau material tersebut adalah pengisi (*filler*) dan matriks. Pengisi adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Pengisi akan mempengaruhi sifat mekanik dari komposit. Sedangkan matriks berfungsi sebagai pengikat dan menjaga pengisi agar tetap pada tempatnya (didalam struktur) (Sahara, 2016).

Papan komposit merupakan istilah untuk panel yang dibuat dari partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya yang diikat dengan perekat menggunakan kempa panas pada tekanan tertentu (Mayang *et al.*, 2017). Bahan yang mengandung lignin dan selulosa seperti potongan serat, sisa kayu gergaji, limbah kertas buangan, sisa bubutan dan lainnya (Purwanto, 2016). Sedangkan penambahan bahan perekat kedalam pembuatan papan komposit akan menambah kualitas dari papan komposit tersebut (Fauzi *et al.*, 2016).

Papan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibanding kayu asalnya yaitu bebas dari mata kayu, pecah dan retak. Selain itu, ukuran dan kerapatan papan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, mempunyai sifat isotropis, serta sifat dan kualitasnya dapat diatur. Sedangkan untuk kelemahannya adalah stabilitas dimensi dari papan komposit rendah (Fauziah *et al.*, 2014). Menurut sahara (2016) komposit mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari bahan komposit ini adalah lebih tahan

terhadap lingkungan korosif, rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, insulasi listrik yang baik serta dapat dibuat dalam beberapa bentuk. Selain kelebihan, komposit juga mempunyai kekurangan antara lain, tidak tahan terhadap beban kejut (*shock*) dan tabrak (*impact*) dibandingkan dengan metal atau besi.

Unsur utama didalam pembuatan papan komposit adalah serat sedangkan bahan pengikatnya adalah polimer yang mudah untuk dibentuk (Zulkarnaen,2014). Berdasarkan penyusunnya, matriks komposit diibedakan menjadi tiga kelompok yaitu kelompok matriks polimer, komposit matrik logam dan komposit matriks keramik.

1. Komposit matriks keramik (*ceramic matrix composite*-CMC)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa yang berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa lagi sebagai matriks yang terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah oksida, karbida dan nitrida. Salah satu proses pembuatan CMC adalah dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler*. Matriks yang sering digunakan pada CMC adalah gelas anorganik, keramik gelas, alumina dan silikon nitrida.

2. Komposit matriks logam (*metal matrix composite*-MMC)

MMC merupakan satu jenis komposit yang memiliki matrix logam. Sifat matrix MMC mempunyai keuletan yang tinggi, mempunyai titik lebur yang rendah, mempunyai densitas yang rendah (Rusianto, 2005).

3. Komposit matriks polimer (*polymer matrix composite*- PMC)

PMC memiliki keuntungan lebih ringan, tahan simpan, biaya pembuatan lebih terjangkau dapat diproduksi massal, ketangguhan baik, siklus fabrikasi dapat

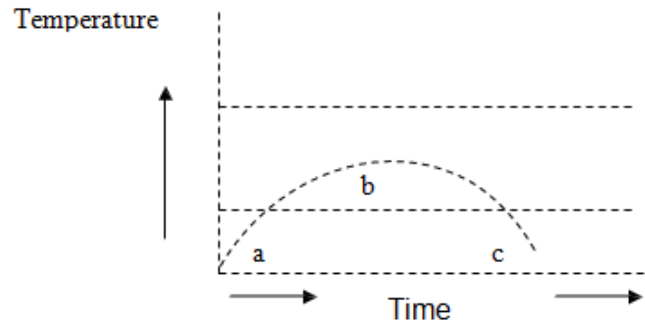
dipersingkat dan memiliki kemampuan mengikuti bentuk yang cukup baik. Jenis polimer yang banyak digunakan pada komposit matriks polimer adalah termoplastik yang merupakan jenis plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan suhu tinggi. Contoh dari termoplastik adalah PP, PET, LDPE, HDPE, *polyester*, PES (Nurun, 2016). Dalam penelitian pembuatan papan komposit ini akan menggunakan polimer termoplastik jenis PP. Bahan plastik ini sangat banyak ditemukan dilingkungan sekitar. Karena pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya membuat penulis ingin memanfaatkannya sebagai bahan pembuatan papan komposit ini. Plastik PP yang akan digunakan dalam bentuk gelas aqua berwarna putih.

B. Polimer Termoplastik *Polypropylene* (PP)

Plastik merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Limbah dari plastik ini sangatlah sulit untuk diuraikan secara alami. Untuk menguraikan sampah plastik itu sendiri membutuhkan waktu kurang lebih 80 tahun agar dapat terdegradasi secara sempurna. Oleh karena itu penggunaan bahan plastik dapat dikatakan tidak bersahabat ataupun konservatif terhadap lingkungan apabila digunakan tanpa menggunakan batasan tertentu (Suharto, 2011:41).

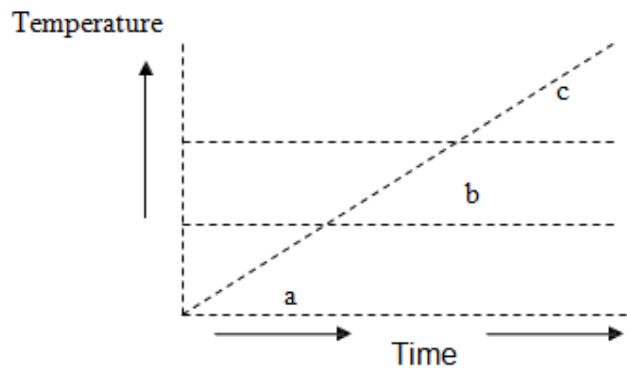
Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycling*) dengan temperatur tinggi (panas). Termoplastik merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. Jika dipanaskan, material ini memiliki kemampuan untuk mengalir atau mencair kembali (Rizka Hasni, 2008:5). Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk

rantai yang sangat panjang. Bila rantai tersebut dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorf, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar (Mimi, 2002:3). Pada gambar 1 berikut adalah grafik dari pengaruh jenis polimer termoplastik terhadap suhu.



Gambar 1 : Pengaruh jenis polimer termoplastik terhadap suhu (Mujiarto, 2005)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa polimer termoplastik merupakan suatu polimer yang tidak memiliki sifat ketahanan terhadap panas. Sehingga jenis plastik ini tidak memiliki ikatan silang antar rantai polimernya sehingga plastik tersebut dapat diolah berulang kali dengan cara dipanaskan untuk membuat produk polimer baru. Sedangkan untuk polimer termoset dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2 : Pengaruh jenis polimer termoset terhadap suhu (Mujiarto, 2005)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa polimer termoset merupakan suatu polimer yang memiliki sifat ketahanan yang baik terhadap panas. Hal ini disebabkan karena polimer termoseting mempunyai ikatan-ikatan silang yang mudah terbentuk apabila dipanaskan sehingga polimer termoseting akan semakin keras dan kaku jika mendapat perlakuan panas. Sehingga jenis polimer ini tidak dapat didaur ulang karena apabila polimer dipanaskan lebih dari satu kali akan menyebabkan ikatan silang antar rantai polimer menjadi rusak atau lepas.

Polypropylene (PP) merupakan sebuah polimer termoplastik yang banyak dipakai dalam industri plastik. Penggunaan yang luas dikarenakan sifat mampu cetaknya yang baik, dan faktor penyusutan yang lebih kecil dibandingkan dengan *Polyethylene* (PE). Perbandingan sifat meliputi ketelitian dimensi, kekuatan, kekerasan, berat jenis, ketahanan melar, ketahanan panas, ketahanan cuaca dan ketahanan retak. *Polypropylene* (PP) memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan *High density polyethylene* (HDPE) dan *Low density polyethylene* (LDPE) (Surdia dan Saito, 2000). PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Biasanya didaur ulang menjadi casing baterai, sapu, sikat, dll.



Gambar 3: Kode nomor untuk plastik PP (Pravitasari, 2009)

Pengelompokan dan pengkodean seperti ini dikembangkan oleh *The society of the plastic industry* (SPI), sebuah organisasi perdagangan di Washington D.C yang mewakili industri plastik di Amerika. Tujuan dari pengelompokan dan pengkodean ini adalah menyediakan system nasional yang konsisten untuk memudahkan pengelompokan plastik bekas bagi pendaaur ulang plastik (Marpaung, 2009).

PP mempunyai sifat keras, bisa dilunakkan dengan panas dan mencair pada suhu tinggi. Sifat plastik yang mencair pada suhu tinggi tersebut apabila digabungkan dengan bahan pengisi atau filler akan menghasilkan sebuah produk papan yang baru (Rohmad, 2013). Produk komposit plastik yang dihasilkan bergantung pada perbandingan antara jumlah matriks plastik dan jumlah filler yang digunakan.

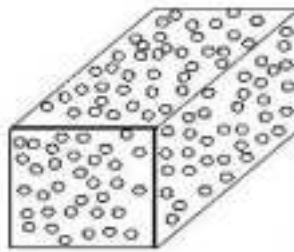
Diantara material plastik lainnya, PP memiliki titik leleh yang tinggi yaitu 160-240°C (Mujiarto, 2005). PP adalah salah satu plastik yang paling banyak diproduksi dan penggunaannya dalam berbagai bentuk, salah satu contohnya pada gelas kemasan air mineral. Selain ringan, mudah dibentuk, cukup keras dan tahan terhadap zat kimia, sifatnya yang transparan dan tembus cahaya. PP juga merupakan jenis plastik yang dapat didaur ulang sehingga memiliki potensi besar untuk dijadikan matriks dalam pembuatan papan komposit.

C. Klasifikasi Komposit

Menurut Jones sebagaimana dikutip oleh Utama dan Zakiyya (2016:62) komposit berdasarkan bentuk seratnya diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu sebagai berikut:

1. Komposit Partikel (*Particulate composites*)

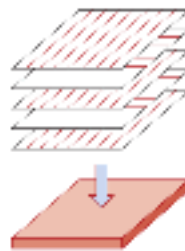
Komposit Partikel (*Particulate composites*) adalah komposit yang disusun oleh *reinforcement* berbentuk partikel. Komposit partikel banyak digunakan untuk bahan industri. Komposit jenis ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya kekuatannya lebih seragam pada berbagai arah, dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan meningkatkan kekerasan material dan cara penguatan dan pengerasan oleh partikulat adalah dengan menghalangi pergerakan dislokasi.



Gambar 4 : *Particulate composites* (Marwan 2016)

2. Komposit Laminat (*Laminates composites*)

Komposit Laminat (*Laminates composites*) adalah komposit yang terdiri dari sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama. Komposit laminat dibentuk dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut laminat.



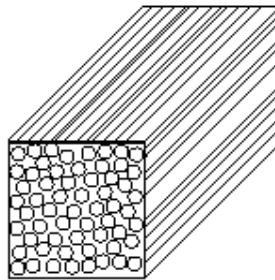
Gambar 5 : *Laminates composites* (Callister, 2006)

3. Komposit Serat (*Fiber composites*)

Komposit Serat (*Fiber composites*) adalah komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Jenis komposit inilah yang nantinya akan penulis lakukan. Pembuatan komposit yang terdiri dari serat sebagai filler dan juga matriks. Serat dalam komposit jenis ini berfungsi sebagai penopang kekuatan komposit. Sehingga tinggi dan rendahnya kekuatan komposit bergantung dari serat yang digunakan. Tegangan yang didapat oleh komposit mulanya diterima matrik dan diteruskan oleh serat.

Jenis komposit serat terbagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut :

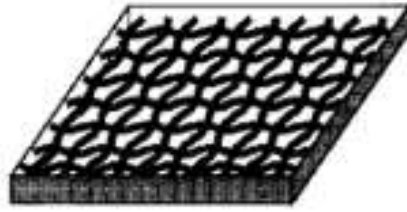
- a. *Continous fiber composite* adalah komposit diperkuat dengan serat kontinyu. Susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.



Gambar 6: *Continous fiber composite*

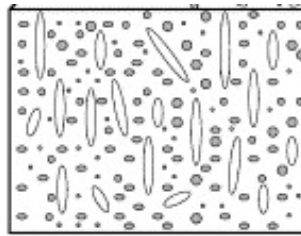
(https://www.efunda.com/formulae/solid_mechanics/composites/comp_intro.cfm)

- b. *Woven fiber composite* adalah komposit diperkuat dengan serat anyaman. Jenis ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.



Gambar 7 : *Woven fiber composite* (https://www.researchgate.net/figure/Various-types-of-fiber-reinforced-composite-lamina_fig1_308721666)

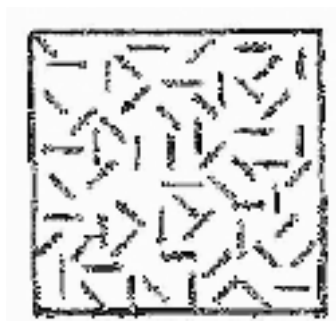
- c. *Hybrid composite* adalah komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak. Jenis ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.



Gambar 8: *Hybrid composite*

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359836802000136>)

- d. *Chopped fiber composite* adalah komposit diperkuat serat pendek/acak. Pada komposit serat acak, faktor yang perlu dipertimbangkan adalah aspek rasio serat (panjang atau diameter). Aspek rasio yang tinggi akan meningkatkan persentase panjang serat yang mampu memindahkan beban. Peningkatan ini akan mendorong transfer beban dapat berlangsung dengan baik bentuk *Chopped fiber* inilah yang nantinya akan dibuat oleh penulis dalam pembuatan komposit.



Gambar 9: *Chopped fiber composite* (https://www.researchgate.net/figure/Uni-directional-fibrous-composite-laminated-composite-chopped-fiber-and-particulate_fig2_328049507)

Berdasarkan asal seratnya komposit dibagi menjadi tiga yaitu komposit serat sintetis, komposit serat alam dan komposit *hybrid* (Safitri, 2017).

1) Komposit serat sintetis

Komposit serat sintetis adalah komposit dengan serat yang berasal dari pembuatan rekayasa industri seperti *kevlar*, karbon dan *fiberglass*.

2) Komposit serat *hybrid*

Komposit serat *hybrid* adalah komposit dengan serat yang terdiri dari serat sintetis dan serat alam. Tujuan dibuatnya komposit *hybrid* adalah untuk melengkapi sisi terlemah dari salah satu serat yang digunakan.

3) Komposit serat alam

Komposit serat alam adalah komposit dengan serat yang berasal dari hewan atau tumbuh-tumbuhan. Serat alam biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya (Dantes, 2017). Komposit ini memiliki keuntungan antara lain kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah karena bahannya berlimpah dialam (Joshi *et al.*, 2004;

Li *et al.*, 2008; Mukhopadhyay *et al.*, 2009). Karena kelebihan inilah penulis akan membuat komposit dengan bahan serat alam yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yaitu serat sabut kelapa.

D. Serat Sabut Kelapa

Komposit polimer yang diperkuat serat alam berkembang pesat karena ketahanan dan kekuatan yang sangat baik, pengolahan yang sederhana, ketahanan kimia yang baik, biaya rendah, tingkat kepadatan rendah, dan ramah (Matariyanto, 2016). Serat alam yang digunakan terdiri dari :

1. Serat nabati merupakan serat yang paling banyak digunakan, karena jumlahnya di alam berlimpah dan tidak mahal. Contohnya adalah katun, rami goni, sabut kelapa, ampas tebu dan serat selulosa lain yang berasal dari tumbuhan.
2. Serat hewani merupakan jenis yang kurang banyak digunakan tetapi memiliki potensi. Serat yang sering digunakan adalah sutra, dan wol.

Pada gambar dibawah ini adalah sifat mekanik dari beberapa serat alam :

Tabel 1 : Sifat mekanis beberapa serat alam

Material	Density (g/cm ²)	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)	Elongation at failure (%)
B. mori silk	1.3-1.38	650-750	~16	18-20
Spider silk	1.3	1300-2000	~30	28-30
Flax	1.45	500-900	50-70	1.5-4.0
Hemp	1.48	350-800	30-60	1.6-4.0

Kenaf	1.3	400-700	25-50	1.7-2.1
Jute	1.3	300-700	20-50	1.2-3.0
Bamboo	1.4	500-740	30-50	~2
Sisal	1.5	300-500	10-30	2-5
Coconut/coir	1.2	150-180	4-6	20-40
e-glass	2.5	1200-1800	72	~2.5
Carbon	1.4	~4000	235	~2
Kevlar 49	1.44	3600-4100	130	~2.8

(Sumber : Aart, 2008)

Tanaman kelapa (*Cocos Nucifera*) merupakan tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga pohon ini sering disebut pohon kehidupan (*tree of life*) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan kehidupan manusia sehari-hari.



Gambar 10 : Pohon kelapa (<https://bobo.grid.id/read/081749146/seluruh-bagiannya-berguna-tanaman-kelapa-disebut-pohon-ribuan-manfaat-bag-2?page=all>)

Unsur pada kelapa yaitu serabut kelapa diambil setelah pengangkatan daging kelapa dan digunakan dalam industri untuk pembuatan benang dan produk-produk berbasis *coir* seperti karpet dan tikar (Romels *et al.*, 2011). Komposisi dari sabut kelapa dapat terlihat pada tabel 2 berikut ini :

Table 2 : Komposisi sabut kelapa

Parameter	Kadar (%)
α selulosa	26.6
hemiselulosa	27.7
Lignin	29.4
Air	8
Komponen ekstraktif	4.2
Uronat anhidrat	3.5
Nitrogen	0.1
Abu	0.5

(Sumber : Wardhani, *et al* 2004)

Serat kelapa merupakan salah satu serat yang melimpah dan berpotensi sebagai pengganti serat sintetis (Misriadi, 2010). Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif sabut *coco fiber* (Jonathan *et al.*, 2013). Sabut kelapa memiliki beberapa sifat yaitu tahan lama, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air (tidak mudah membusuk), tahan terhadap jamur dan hama (ulfa, 2006).



(a)

(b)

Gambar 11: (a) Kelapa (b) Serat sabut kelapa
(Sumber : Dokumentasi penulis)

Struktur dari lignin adalah kompleks, tidak beraturan, acak, dan penyusunan utamanya dari senyawa aromatik yang mana menambahkan elastisitas matrik selulosa dan hemiselulosa. Akibat dari kekomplekan inilah lignin merupakan komponen lignoselulosa yang sulit untuk dipecah. Hal ini dikarenakan struktur kristal pada lignin lebih tinggi daripada selulosa dan hemiselulosa. Berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin maka wetability serat oleh matriks akan semakin baik. Sehingga kekuatan antarmuka akan meningkat serta akan meningkatkan kekasaran permukaan mechanical interlocking yang lebih baik.

Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghilangkan serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antarmuka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, *wetability* serat oleh matrik akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat (Maryanti *et al.*, 2011).

Natrium hidroksida (NaOH) adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Fitriyani A. L (2014:12) mengatakan natrium hidroksida (NaOH)

murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pellet, serpihan, butiran maupun larutan jenuh 50%.



Gambar 12 : NaOH

Penggunaan natrium hidroksida (NaOH) bertujuan untuk mengubah permukaan fiber menjadi kasar, sehingga meningkatkan kelekatan mekanis dan juga menyebabkan semakin banyaknya jumlah selulosa yang semakin terekspos. Hal ini dapat meningkatkan jumlah tempat yang memungkinkan terjadinya reaksi adhesi yang berguna untuk meningkatkan kelekatan antara fiber dan matrik. Berdasarkan penelitian amin dan samsudi (2012) perlakuan alkali NaOH dilakukan pada serat dengan tujuan untuk meningkatkan gaya ikatan serat dengan matrik. Lama perlakuan alkali NaOH sangat berpengaruh pada tingkatan kekuatan fractur pada spesimen, karena semakin lama waktu yang digunakan dalam perlakuan alkali justru akan membuat serat menjadi rusak dan rapuh. Berdasarkan penelitian yang dilakukan perlakuan alkali NaOH sebaiknya tidak dilakukan lebih dari satu jam.

E. *Sludge*

Sludge merupakan limbah buangan padat sisa dari produksi industri kertas. Biasanya sludge berwarna hijau, abu-abu atau hitam. Limbah padat yang dihasilkan

dari industri kertas berasal dari beberapa unit proses yang umumnya berasal dari proses penyaringan bubur pulp dan proses pengolahan air limbah (IPAL). Setiap unit proses pada produksi *pulp* dan kertas menghasilkan limbah cair yang komponen utamanya berupa serat dan senyawa organik maupun anorganik (Syamsudin *et al.*, 2007).

Sludge didalam pembuatan komposit berperan sebagai perekat yang tujuan penambahannya adalah untuk menambah nilai kerapatan dari papan komposit serta untuk menambah nilai kekuatan mekanik dari papan komposit. Sehingga diharapkan *sludge* kertas ini memiliki peran yang sama seperti semen. Berikut ini adalah kandungan senyawa yang berada didalam *sludge* kertas dari hasil tes yang telah dilakukan dilaboratorium penelitian dan konsultasi industri (BPKI) sebagai gambaran awal bahwa *sludge* memiliki kandungan mirip semen.

Tabel 3 : Komposisi Senyawa kimia limbah padat kertas

Komposisi Kimia	Kadar dalam sludge (%)
Silikon Dioksida (SiO_2)	2.35
Aluminium Oksida (Al_2O_3)	7.70
Besi Oksida (Fe_2O_3)	1.68
Kalsium Oksida (CaO)	56.38
Magnesium Oksida (MgO)	3.62
Sulfur Trioksida (SO_3)	11.26
Timbal Dioksida (TiO_2)	0.14
Karbon Dioksida (CO_2)	0.75

Air (H ₂ O)	16.11
------------------------	-------

(Sumber : Laboratorium penelitian dan konsultasi industri (BPKI) Surabaya, 2005 (Norman Ray *et al.*, 2009)

Dari daftar unsur-unsur diatas yang berfungsi sama dengan semen yaitu SiO₂, CaO, Al₂O₃, dan Fe₂O₃. Unsur yang lain hanya menjadi unsur sampingan.

F. Sifat Fisika

Sifat fisika adalah sifat yang diperlihatkan suatu bahan tanpa mengubah komposisinya. Suatu proses perubahan fisis dari suatu bahan dengan identitas dasar tak berubah disebut dengan perubahan fisika (Petrucchi, 2011:4). Sifat fisika yang ada dalam penelitian ini adalah daya serap air, kekerasan (*stress*) dan kuat tarik (*strain*).

1. Daya serap air

Daya serap air adalah salah satu sifat fisika yang menunjukkan kemampuan dari papan komposit untuk menyerap air setelah direndam didalam air selama 2 jam dan 24 jam (Luthfi Hakim & Fauzi, 2005). Pengujian ini penting dilakukan untuk mengetahui ketahanan papan komposit terhadap air terutama jika penggunaannya untuk keperluan eksterior dimana papan mengalami kontak langsung dengan udara luar (Lestari dan Kartika 2012 dalam Dara Fegy Pratiwi, 2015).

Pengaruh tingginya kerapatan papan komposit cenderung menurunkan daya serap air dari papan komposit. Semakin tinggi kerapatan papan partikel menyebabkan air akan sulit untuk masuk kedalam rongga-rongga yang ada didalam papan, karena memiliki pori yang lebih sedikit (dara Feby Pratiwi, 2015).

Menurut Putra (2011:13) dalam Muldatulnia (2016) daya serap air dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Daya serap air (gr)} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

w_1 = massa sampel sebelum perendaman (gr)

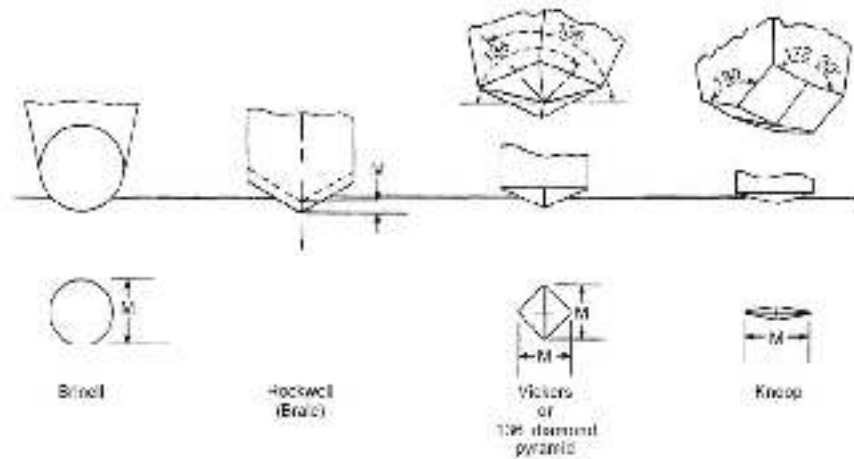
w_2 = massa sampel setelah perendaman (gr)

2. Kekerasan (*stress*)

Kekerasan secara luas diartikan sebagai ketahanan suatu permukaan terhadap indentasi atau penetrasi (O'Brien 2002; Sakaguchi & Powers, 2012). Kekerasan tergantung pada plastisitas, regangan, ketangguhan, serta viskositas. Kekerasan permukaan suatu bahan dapat diukur dengan berbagai cara antara lain berdasarkan ketahanan terhadap indentasi, abrasi, penetrasi dan berdasarkan ketahanan terhadap *elastic rebounds* (Anusavice, 2003; Van Noort, 2007). Uji yang dipilih bergantung pada bahan yang dibuat. Uji kekerasan *Knoop* dan *Vickers* diklasifikasikan kedalam *microhardness test*, sedangkan *Brinell* dan *Rockwell* merupakan *macrohardness test* (Anusavice, 2003).

Lekukan berbentuk simetris diukur di bawah mikroskop untuk kedalaman, area atau lebar lekukan, karena lekukan ini terlalu kecil untuk dilihat dengan mata. Apabila beban tetap diterapkan pada indenter standar, dimensi lekukan akan bervariasi dengan resistensi terhadap penetrasi dari bahan yang diuji. Jadi, beban ringan digunakan untuk bahan yang lebih lunak (Sakaguchi & Powers, 2012; McCabe & Walls, 2008). Berbagai uji kekerasan berbeda dalam bahan indenter,

geometri dan beban. Indentor dapat dibuat dari baja, *tungsten carbide* atau berlian dan dibentuk dari 1 sampai dengan 3000 kilogram. Pilihan uji kekerasan tergantung pada bahan, kekerasan yang diharapkan dan tingkat lokalisasinya (Craig & Power, 2002).



Gambar 13 : Skema Uji Kekerasan *Brinell*, *Rockwell*, *Vickers*, dan *Knoop*.

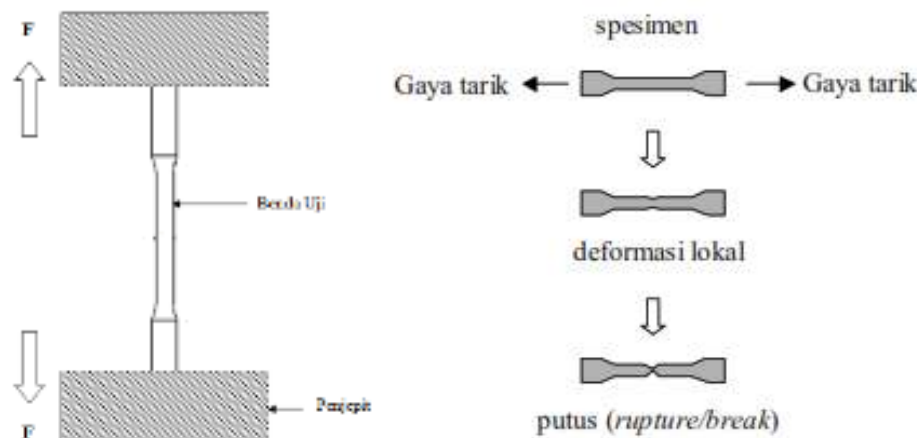
Bentuk ujung indentor (baris atas) dan cekungan indentasi yang terlihat pada permukaan bahan (baris bawah). Dimensi M yang terukur yang terlihat pada masing-masing pengujian, digunakan untuk menghitung kekerasan. Uji *Brinell* menggunakan bola baja. Uji *Rockwell* alat pembuat indentasi intan berbentuk piramida. Sedangkan uji *vickers* menggunakan intan berbentuk piramida. Uji *Knoop*-menggunakan intan berbentuk piramida dengan alas jajaran genjang (Anusavice, 2003).

Vickers Hardness Test ini menggunakan indentor yang berbentuk persegi berlian piramida dengan sudut 136° . Indentor ini menghasilkan lekukan persegi.

Kekerasan berlian piramida dihitung dengan membagi beban yang diterapkan oleh luas permukaan lekukan (O'Brien, 2002; McCabe & Walls, 2008).

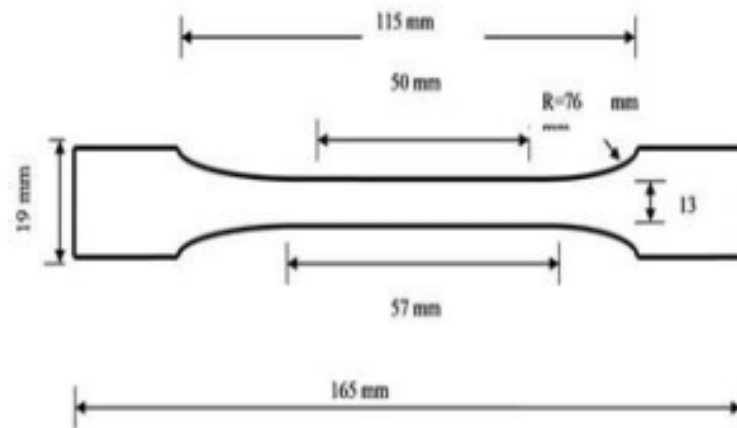
3. Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas

Menurut Silalahi (2016) pengujian adalah suatu uji yang diberikan kepada material yang mendapat beban tarik perlahan-lahan sampai material tersebut putus. Saat pengujian berlangsung penambahan beban dilakukan secara perlahan sehingga terjadi penambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Sampai akhirnya benda uji tersebut mencapai titik *prototinality* atau titik maximum ketahanan dan memperoleh sifat-sifat mekanik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu material dapat dilakukan dengan pengujian tarik terhadap material komposit tersebut.



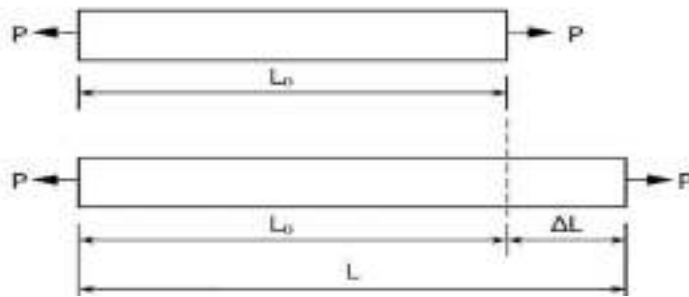
Gambar 15 : Skema uji tarik (Azhari, 2009)

Menurut Samlawi, *et al* (2017) pengujian tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap *stress* (tegangan) tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut.



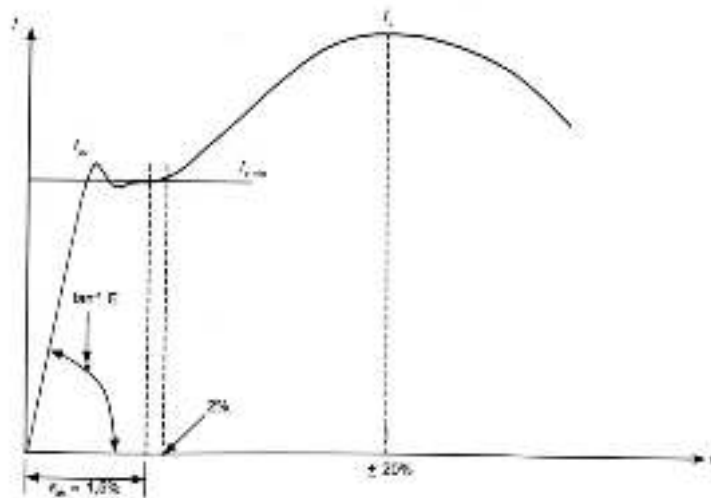
Gambar 16 : Spesifikasi standar ASTM D 638–04.

Desain spesimen uji tarik komposit serat ampas tebu menggunakan standar ASTM D638 tipe 4. Spesifikasi ukuran ASTM D638 tipe 4 adalah panjang (p) sampel = 115 mm, lebar (l) = 19 mm, tebal (t) = 3 mm. Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu material untuk menahan beban tarik. Hal ini diukur dari beban/gaya maksimum berbanding terbalik dengan luas penampang bahan uji, dan memiliki satuan Mega Pascal (MPa) atau N/atau Kgf/atau Psi. Menurut Femiana (2010) dengan adanya bahan berupa *filler* yang bercampur dengan matrik maka proses deformasi yang terjadi pada spesimen dapat diminimalisir oleh bahan filler, jarak antara bagian polimer yang strukturnya iristalin (berbentuk seperti *lamellar*) akan diperpendek oleh bahan tadi. Nilai kekuatan tarik maksimum ditentukan dari beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal.

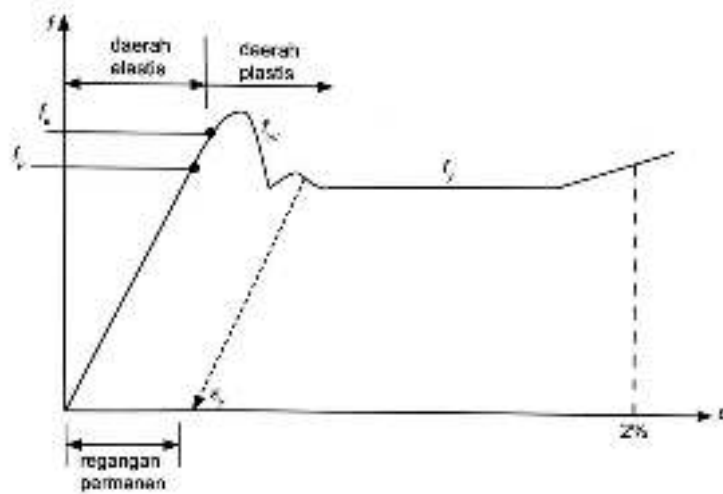


Gambar 17 : Skema pertambahan panjang benda uji tarik (Marwan, 2016)

Tegangan atau *stress* didefinisikan sebagai kemampuan bahan uji untuk menerima gaya tarik tanpa mengalami kerusakan dan dinyatakan sebagai *stress* maksimal sebelum bahan uji putus. Regangan atau *strain* adalah perubahan pada ukuran benda karena gaya dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula. Dan modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan.



Gambar 18 : Kurva hubungan *stress* dan *strain*
(Sumber: Setiawan, 2008)



Gambar 19 : Kurva hubungan *stress* dan *strain* yang diperbesar
(Sumber: Setiawan, 2008)

Titik-titik penting dalam kurva tegangan-regangan antara lain adalah f_p (batas proporsional), f_e (batas elastis), f_{yu} - f_{yd} (tegangan leleh atas atau bawah), f_u (tegangan putus), e_{sh} (regangan saat mulai terjadi efek *strain-hardening* (penguatan regangan)), e_u (regangan saat tercapainya tegangan putus).

Titik-titik penting ini membagi kurva *stress* dan *strain* menjadi beberapa daerah sebagai berikut:

- 1) Daerah linear antara 0 dan f_p , dalam daerah ini berlaku Hukum *Hooke*, kemiringan dari bagian kurva yang lurus ini disebut sebagai Modulus Elastisitas atau Modulus *Young*, $E = (f/e)$.
- 2) Daerah elastis antara 0 dan f_e , pada daerah ini jika beban dihilangkan maka benda uji akan kembali ke bentuk semula atau dikatakan bahwa benda uji tersebut masih bersifat elastis.
- 3) Daerah plastis yang dibatasi oleh *strain* antara 2% hingga 1,2-1,5%, pada bagian ini *strain* mengalami kenaikan akibat tegangan konstan sebesar f_y .

Daerah ini dapat menunjukkan pula tingkat daktilitas dari material baja tersebut. Pada baja mutu tinggi terdapat pula daerah plastis, namun pada daerah ini tegangan masih mengalami kenaikan. Karena itu baja jenis ini tidak mempunyai daerah plastis yang benar-benar datar sehingga tak dapat dipakai dalam analisa plastis.

- 4) Daerah penguatan regangan (*strain-hardening*) antara e_{sh} dan e_u . Untuk regangan lebih besar dari 15 hingga 20 kali regangan elastis maksimum, tegangan kembali mengalami kenaikan namun dengan kemiringan yang lebih kecil daripada kemiringan daerah elastis. Daerah ini dinamakan daerah penguatan regangan (*strain-hardening*), yang berlanjut hingga mencapai tegangan putus. Kemiringan daerah ini dinamakan modulus penguatan regangan (E_{st}).

Hasil dari pengujian tarik didapatkan data panjang awal, panjang akhir, luas penampang dan gaya kuat tarik. Nilai regangan dari sampel dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (2)$$

Kuat tarik dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{\max}}{A_0} \dots \dots \dots (3)$$

Modulus elastisitas dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (4)$$

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap daya serap air dari papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* adalah pada variasi serat 0% atau tanpa penambahan serat memiliki nilai daya serap air optimal yaitu sebesar 0.0099 gr. Hal ini sangat baik untuk nilai daya serap air pada papan komposit diluar ruangan yang berhubungan langsung dengan air. Karena papan komposit ini memiliki nilai daya serap air yang rendah dengan variasi 0%.
2. Pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kekerasan dari papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* yaitu berat serat yang bertambah dalam pembuatan papan komposit maka kekerasan pada papan komposit juga akan bertambah. Didapatkan hasil dari pembuatan papan komposit dengan jumlah serat 3% sebesar 88.91 MPa. Dengan nilai kekerasan yang bertambah setiap penambahan berat serat maka hal ini sangat baik untuk penggunaan serat yang sangat besar. Sehingga pemanfaatan serat dapat dilakukan secara optimal..
3. Pengaruh massa serat sabut kelapa terhadap kuat tarik dan modulus elastisitas dari papan komposit dengan menggunakan matriks *polypropylene* (PP) dan *sludge* adalah terdapat kondisi optimum kuat tarik (*strain*) ada pada sampel dengan

jumlah serat 2 % sebesar 9.15 MPa. Sedangkan untuk modulus elastisitas dari papan komposit juga memiliki kondisi optimum yaitu dengan jumlah serat 2% sebesar 3823.104 MPa.

B. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk menambah jumlah serat. Pemilihan plastik sebagai matriks perlu diperhatikan jenis yang tepat. Karena dari pengempul terkadang jenis plastik sudah tercampur dengan yang lain. Karena hal itu dapat mempengaruhi proses pelelehan plastik.