

**PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI LIMBAH PLASTIK
POLYPROPYLENE DAN *SLUDGE* KERTAS PADA PANEL
KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU
TERHADAP SIFAT MEKANIK**



ISMATHUL DINNY

NIM. 17034108/2017

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

**PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI LIMBAH PLASTIK
POLYPROPYLENE DAN *SLUDGE* KERTAS PADA PANEL
KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU
TERHADAP SIFAT MEKANIK**

SKRIPSI

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



Oleh:

ISMATHUL DINNY

NIM. 17034108/2017

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI LIMBAH PLASTIK *POLYPROPYLENE* DAN *SLUDGE* KERTAS PADA PANEL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU TERHADAP SIFAT MEKANIK

Nama : Ismathul Dinny
NIM : 17034108
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui/
Ketua Jurusan Fisika


Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 196901201993032002

Padang, Februari 2022

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Dra. Yenni Darvina, M.Si
NIP. 196309111989032003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Ismathul Dinny
NIM : 17034108
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI LIMBAH PLASTIK
POLYPROPYLENE DAN SLUDGE KERTAS PADA PANEL
KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU TERHADAP
SIFAT MEKANIK**

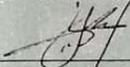
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

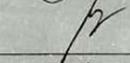
Padang, Februari 2022

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dra. Yenni Darvina, M.Si
Anggota	: Drs. Gusnedi, M. Si
Anggota	: Dr. Riri Jonuarti, S.Pd, M. Si

Tanda Tangan







SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ismathul Dinny

NIM/TM : 17034108/2017

Program Studi : FISIKA

Jurusan : FISIKA

Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul : " Pengaruh Perbandingan Komposisi Limbah Plastik Polypropylena dan Sludge Kertas Pada Panel Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik " adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hokum sesuai dengan hokum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,


METER TEMPEL
1000
B4CA9AJX743288294
Ismathul Dinny
17034108

HALAMAN PERSEMBAHAN

Paling utama sekali, sembah sujud syukur kepada Allah SWT. Atas rahmat dan karunia yang telah Engkau berikan sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini. Dan Engkau telah memberikan kesehatan, kekuatan serta keberanian dalam diri ini untuk melalui semua halangan dan rintangan dalam proses pembuatan skripsi sampai akhirnya terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Saya persembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat saya sayangi:

Papa dan mama saya persembahkan karya kecil ini kepada papa dan mama, karena mereka merawat dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang, yang tak pernah mengeluh dengan kemauan saya yang mungkin belum bisa mewujudkan, tetapi selalu memberikan jalan dan arah yang terbaik agar bisa menjalani dengan dewasa, selalu memberikan dukungan dan semangat terhadap apa yang saya lakukan, sehingga saya berani untuk melakukannya. Terimakasih pa terimakasih ma.

Untuk Agung Pratama Ramadhannu, terimakasih banyak atas bantuannya selama ini baik itu tugas dan hal yang bersangkutan dengan penelitian, maafkan saya yang selalu merepotkan. Terimakasih selalu memberikan semangat, dukungan dan doanya.

Untuk para sahabat Dendy Oktama, Jeremi Novriando, Ririn Febrianti dan Shinta Maharani Putri. Terimakasih banyak atas bantuannya selama ini, yang mengajari banyak hal mengenai skripsi dan membantu mengurus hal-hal lainnya.

Untuk dosen PA sekaligus pembimbing skripsi Ibu Dra. Yenni Darvina, M. Si. Terimakasih bu telah membimbing saya selama kuliah dan telah memberikan saran dan bimbingannya untuk skripsi saya selama ini, Alhamdulillah saya bisa melaksanakan skripsi ini dengan baik bu. Terimakasih banyak bu.

Untuk Bapak Drs. Gusnedi, M. Si dan Ibu Dr. Riri Jonuarti, S. Pd, M. Si selaku dosen penguji tugas akhir saya, terimakasih banyak atas saran dan masukan yang telah Bapak dan Ibu berikan.

Untuk Staff Labor Material Fisika FMIPA UNP, Staff Laboratorium Teknik Mesin ITP, Staff Laboratorium Material dan Metalurgi FT UNP, Staff Workshop Bahan Teknik Sipil UNP dan Staff Laboratorium Manufaktur FT UNP. Terimakasih banyak buat bapak dan abang yang telah bersedia membantu dan membimbing saya selama penelitian dan pengujian

Pengaruh Perbandingan Komposisi Limbah Plastik *Polypropylene* Dan *Sludge* Kertas Pada Panel Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik

Ismathul Dinny

ABSTRAK

Timbunan sampah di Indonesia mengandung 15% sampah plastik. Dari total sampah plastik, hanya 10-15% yang didaur ulang dan 60-70% ditampung di TPA. Sisanya sebesar 15-30% yang belum terkelola akan terbuang ke lingkungan. Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan limbah ini agar tidak merusak ke lingkungan, contohnya pemanfaatan limbah menjadi papan komposit dengan ditambah campuran bahan lain. Papan komposit yang dibuat pada penelitian ini berbahan dasar limbah plastik *polypropylene*, *sludge* kertas dan serat ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh komposisi limbah plastik *polypropylene* dan pengaruh komposisi *sludge* kertas terhadap sifat mekanik panel komposit.

Pembuatan komposit dibuat dengan metode *hand lay up*. Komposisi yang digunakan bervariasi yaitu 60% limbah plastik *polypropylene* : 40% *sludge* kertas, 50% limbah plastik *polypropylene* : 50% *sludge* kertas, 40% limbah plastik *polypropylene* : 60% *sludge* kertas dengan 2% serat ampas tebu. Metode yang dipakai dalam susunan serat yaitu metode acak.

Berdasarkan hasil penelitian pada komposisi limbah plastik *polypropylene* sebesar 60% dan komposisi *sludge* kertas sebesar 40% diperoleh nilai kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan paling tinggi sebesar 11,86 N/mm², 21,54 MPa dan 6,33 HV. Dan pada komposisi limbah plastik *polypropylene* sebesar 40% dan komposisi *sludge* kertas sebesar 60% diperoleh kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan paling rendah sebesar 1,23 N/mm², 9,77 MPa dan 4,53 HV. Dari penelitian ini dapat disimpulkan jika komposisi limbah plastik *polypropylene* yang digunakan semakin banyak maka nilai sifat mekanik semakin tinggi sedangkan jika komposisi *sludge* kertas yang digunakan semakin banyak maka nilai sifat mekanik semakin rendah. Nilai sifat mekanik yang dihasilkan sudah memenuhi SNI.

Kata kunci: Panel Komposit, Limbah *Polypropylene*, *Sludge* Kertas, Ampas Tebu, Sifat Mekanik.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Perbandingan Komposisi Limbah Plastik *Polypropylene* Dan *Sludge* Kertas Pada Panel Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik”**.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (NK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dan merupakan bagian dari penelitian Ibu Dra. Yenni Darvina, M. Si. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih penulis ucapkan kepada:

1. Ibu Dra. Yenni Darvina, M. Si, sebagai penasehat akademik sekaligus pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Gusnedi, M. Si, dan Ibu Dr. Riri Jonuarti, S.Pd, M. Si, sebagai Tim dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si, sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
4. Ibu Syafriani, M. Si, Ph. D, sebagai Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNP.

5. Bapak dan Ibu staf pengajar, administrasi, laboran dan karyawan Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Keluarga Besar Jurusan Fisika, terutama teman-teman kelas Fisika C Angkatan 2017 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman sepenelitian yaitu Jeremi Novriando, Nisa Cantika Fitri, Mella Septiyani P, Deby Kurnia P, dan Kasih Syirpia serta teman-teman dari KBK material yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Maka dari penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Februari 2022



Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat penelitian.....	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Komposit	9
B. Metode Hand Lay-Up.....	16
C. Polimer Matriks Komposit.....	17
D. Polypropylena (PP)	19
E. <i>Sludge</i> Kertas.....	21
F. Serat Alam	23
G. Serat Ampas Tebu	25
H. Panel Komposit	27
I. Sifat Mekanik.....	29
J. Pengaruh Komposisi Bahan terhadap Sifat Mekanik Panel Komposit.....	37
BAB III	41
METODOLOGI PENELITIAN.....	41
A. Jenis Penelitian.....	41
B. Variable Penelitian	41
C. Intrumen Penelitian	42

D.	Pelaksanaan Penelitian	51
E.	Diagram Alir Penelitian	63
BAB IV		66
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		66
A.	Deskripsi data	66
B.	Analisis Data	74
C.	Pembahasan	83
BAB V		89
PENUTUP.....		89
A.	Kesimpulan.....	89
B.	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN.....		99

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Acuan papan komposit serat alam	15
Tabel 2. Komposisi senyawa kimia limbah padat (<i>sludge</i>) kertas	23
Tabel 3. Jumlah sampel yang akan dibuat dalam pembuatan panel komposit	59
Tabel 4. Hasil Uji Tarik	61
Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan.....	61
Tabel 6. Hasil Pengujian Kekerasan	62
Tabel 7. Hasil pengujian kuat tarik pada komposisi 60% Plastik PP : 40% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	67
Tabel 8. Hasil pengujian kuat tarik pada komposisi 50% Plastik PP : 50% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	67
Tabel 9. Hasil pengujian kuat tarik pada komposisi 40% Plastik PP : 60% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	68
Tabel 10. Hasil pengujian kuat tekan pada komposisi 60% Plastik PP : 40% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	69
Tabel 11. Hasil pengujian kuat tekan pada komposisi 50% Plastik PP : 50% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	70
Tabel 12. Hasil pengujian kuat tekan pada komposisi 40% Plastik PP : 60% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	71
Tabel 13. Hasil pengujian kekerasan pada komposisi 60% Plastik PP : 40% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	72
Tabel 14. Hasil pengujian kekerasan pada komposisi 50% Plastik PP : 50% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	73
Tabel 15. Hasil pengujian kekerasan pada komposisi 40% Plastik PP : 60% <i>Sludge</i> : 2% Serat ampas tebu	74
Tabel 16. Nilai rata-rata tegangan, regangan dan modulus elastisitas	75
Tabel 17. Nilai rata-rata dari gaya tekan dan nilai kuat tekan	77
Tabel 18. Nilai rata-rata kuadrat diameter pijakan dan Nilai Kekerasan.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komposit.....	11
Gambar 2. Proses <i>Hand Lay-Up</i>	17
Gambar 3. Symbol Plastik <i>Polypropylena</i>	20
Gambar 4. Contoh Produk Polypropylene	20
Gambar 5. <i>Sludge</i> primer Indusri pulp dan kertas	21
Gambar 6. Serat ampas tebu	27
Gambar 7. Skema uji Tarik.....	30
Gambar 8. Spesifikasi standar ASTM D638-04	30
Gambar 9. Skema pertambahan panjang benda uji tarik (Marwan, 2016)	31
Gambar 10. Dimensi sampel uji tekan.....	31
Gambar 11. Identasi Vickers.....	34
Gambar 12. Bentuk dan ukuran sampel untuk kekerasan	34
Gambar 13. Timbangan Digital	43
Gambar 14. Spatula.....	43
Gambar 15. Gelas Kimia.....	44
Gambar 16. Kompor	44
Gambar 17. Wajan	44
Gambar 18. Cetakan.....	45
Gambar 19. Alat Kempa Dingin	45
Gambar 20. Thermometer.....	46
Gambar 21. Sisir Kawat.....	46
Gambar 22. Oven	47
Gambar 23. Ayakan	47
Gambar 24. Gergaji Ukir	48
Gambar 25. <i>Universal Testing Machine</i>	48
Gambar 26. <i>ELE Compression Testing Machine</i>	49
Gambar 27. <i>Micro Vickers Hardness Tester</i>	49
Gambar 28. Limbah Plastik PP.....	50
Gambar 29. Serat Ampas Tebu.....	50

Gambar 30. Sludge Kertas	50
Gambar 31. NaOH	51
Gambar 32. Aquadest.....	51
Gambar 33. Sampel pengujian kuat tarik, kuat tekan dan kekerasan	56
Gambar 34. Sampel Uji Tarik.....	56
Gambar 35. Sampel Uji Tekan.....	56
Gambar 36. Sampel Uji Kekerasan.....	57
Gambar 37. Diagram Alir Penelitian Bagian Persiapan Bahan	63
Gambar 38. Diagram Alir Penelitian Bagian Pembuatan Sampel	64
Gambar 39. Diagram Alir Penelitian Bagian Karakterisasi Sampel.....	65
Gambar 40. Hubungan antara tegangan tarik dengan komposisi limbah plastik <i>polypropylene</i>	75
Gambar 41. Hubungan antara tegangan tarik dengan komposisi <i>sludge</i> kertas.....	76
Gambar 42. Hubungan antara kuat tekan dengan komposisi limbah plastik <i>polypropylene</i>	78
Gambar 43. Hubungan antara kuat tekan dengan komposisi <i>sludge</i> kertas.....	79
Gambar 44. Hubungan antara kekerasan dengan komposisi limbah plastik <i>polypropylene</i>	81
Gambar 45. Hubungan antara kekerasan dengan komposisi <i>sludge</i> kertas	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Grafik Tegangan dan Regangan pada Pengujian Tarik	99
2. Pengolahan Data Uji Kuat Tarik.....	105
3. Pengolahan Data Uji Kuat Tekan.....	111
4. Pengolahan Data Uji Kekerasan	114
5. Dokumentasi Penelitian Persiapan Pembuatan Sampel	118
6. Dokumentasi Penelitian Pembuatan Sampel.....	120
7. Dokumentasi Penelitian Pengujian Sampel	123

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Timbunan sampah yang ada di Indonesia mengandung 15% sampah plastik. Dari total sampah plastik, hanya 10-15% yang didaur ulang dan 60-70% ditampung di TPA. Sisanya sebesar 15-30% yang belum terkelola akan terbuang ke lingkungan, yaitu ke sungai, danau, pantai dan laut. Sampah di lautan sudah menjadi masalah utama di dunia, ini dikarenakan tidak adanya wilayah teritori untuk sampah laut. Peningkatan sampah plastik ini terjadi secara signifikan berdasarkan jumlah dan sebarannya (Lina Warlina, 2019). Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan limbah ini agar tidak merusak ke lingkungan, contohnya pemanfaatan limbah menjadi papan komposit dengan ditambah campuran bahan lain.

Papan komposit adalah papan yang dihasilkan dari pengempaan serat kayu atau bahan berligno-selulosa lain dengan ikatan utamanya berasal dari bahan baku yang bersangkutan (lignin) atau bahan lain (perekat) untuk memperoleh sifat khusus. Papan komposit yang berkembang saat ini seperti papan komposit kombinasi partikel dan kertas bekas, papan komposit kombinasi marmer *polyester* dan serat, papan komposit kombinasi limbah lignoselulosa dengan plastik.

Plastik merupakan bahan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari contohnya pemakaian berupa kantong plastik untuk membawa belanjaan, peralatan rumah tangga, otomotif dan lain sebagainya. Plastik terdiri dari beberapa jenis. Jenis yang umum ditemui di Indonesia adalah *Polypropylene* (PP), *Polyethylene* (PE), *Polystyrene* (PS), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Polypropylene (PP) biasa digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya tekstil seperti tali dan karpet, pengemasan, alat tulis, penguas suara dan berbagai tipe wadah. *Polypropylene* lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap, yang lentur, keras dan resisten terhadap lemak. PP dapat didaur ulang kembali seperti garpu, sapu, nampan dan lain-lain. Tetapi kebiasaan sekali pakai membuat dua konsekuensi utama yaitu polusi dan hilangnya sumber daya berharga.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Fajriyanto dan Feris (2006) bahwasanya menunjukkan bahwa sampah plastik dapat dibuat komposit dinding bangunan yang berkualitas. Sedangkan limbah pabrik kertas (*sludge*) mempunyai komponen utama (95%) serat organik yang berupa selulosa yang hampir sama dengan kayu. Oleh karena itu, pencampuran antara limbah plastik dan limbah *sludge* pabrik kertas berpotensi tinggi untuk dibuat menjadi panel atau papan komposit.

Hasil samping dari proses pengolahan limbah yang merupakan limbah padat biasa disebut dengan *sludge*. *Sludge* kertas merupakan limbah sisa yang berupa padatan dari industry pulp dan kertas. Limbah ini biasanya berwarna abu-abu atau hitam dengan komposisi 90% padatan dan 10% air. *Sludge* kertas ini diperoleh dari pengendapan yang terjadi pada IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). *Sludge* akan terus meningkat dengan bertambahnya kebutuhan produksi industry. Sehingga diperlukan penanganan dalam hal pembuangannya dikarenakan peningkatan kebutuhan produksi industry tidak sebanding dengan peningkatan pengelolaan *sludge*.

Menurut Kaltim Post (2006), kapasitas produksi pabrik kertas di Indonesia sebesar 10,4 juta ton pertahun dengan limbah sebanyak 7,7 juta ton pertahun. Untuk *sludge* kertas yang digunakan pada penelitian ini, peneliti mengambil dari PT. Indah Kiat Perawang.

Beberapa bahan berlignoselulosa yang dapat dimodifikasi menjadi papan komposit seperti batang jagung, tandan kosong kelapa sawit dan ampas tebu. Ampas tebu merupakan limbah yang berasal dari proses pemerasan batang tebu. Mikael dkk. (2014) mengatakan bahwa ampas tebu yang dihasilkan dari pengolahan tebu dapat mencapai 40% dari berat tebu. Jadi, apabila pertahunnya dihasilkan 2,5 juta ton tebu maka dihasilkan sekitar 1 juta ton ampas tebu yang harus dioptimalkan. Dengan potensi yang sangat besar ini maka ampas tebu harus dimanfaatkan seoptimal mungkin. Salah satunya seperti menjadi bahan pengisi pembuatan papan komposit.

Ampas tebu mengandung 48 – 52% air dan 2,5 – 6% gula. Limbah ampas tebu biasanya dimanfaatkan untuk bahan bakar. Ampas tebu ini tidak larut dalam air dan terdiri dari 37,65% selulosa, 27,93% pentosan, 22,09% lignin dan 3,01% SiO₂ yang berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan pada papan komposit. Lignin merupakan komponen lignoselulosa yang sulit untuk dipecah. Oleh karena itu, untuk menghilangkan kadar lignin didalam serat dilakukan alkalisasi pada serat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Jonathan Oroh, dkk (2013) yang mengatakan bahwa perlakuan dengan NaOH selama 2 jam terhadap serat dengan perbedaan fraksi volume dengan arah orientasi serat lurus memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan bending komposit.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Fajriyanto dan Feris (2008) komposisi bahan baku optimal untuk mendapatkan kekuatan mekanik tertinggi pada komposisi 60% *sludge*, 40% limbah plastik dan 2% sabut kelapa. Sedangkan untuk pembebanan saat casting optimal pada tekanan pengempaan 2000 bar atau setara dengan $2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Pada penelitian ini juga disebutkan bahwa semakin berat *sludge* kertas maka semakin rendah kuat lentur komposit.

Berdasarkan beberapa referensi jurnal, pembuatan komposit dengan perbandingan komposisi limbah plastik *polypropylene* dan *sludge* kertas berpenguat serat ampas tebu belum dilakukan. Maka peneliti ingin membuat komposit dengan limbah plastik PP (*Polypropylene*) yang akan dicampur dengan *sludge* kertas dan serat ampas tebu dengan memvariasikan komposisi limbah plastik dan *sludge* kertas. Pada penelitian ini, peneliti mengambil variasi

komposisi *sludge* kertas yang lebih kecil dibandingkan penelitian sebelumnya untuk di variasikan.

Sampel komposit yang telah dibuat nantinya akan diuji sifat mekaniknya. Sifat mekanik merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat pengaruh atau respon suatu material terhadap pembebanan. Pengujian ini sebagai penentuan kekuatan atau ketahanan dari suatu bahan. Pengujian sifat mekanik papan komposit yaitu uji tarik, uji tekan dan kekerasan. Papan komposit ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan pengganti kayu.

Oleh karena itu, inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Perbandingan Komposisi Limbah Plastik *Polypropylene* Dan *Sludge* Kertas Pada Panel Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Mekanik”.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan penguraian latar belakang tersebut dan mengingat luasnya cakupan penelitian ini, maka peneliti akan membuat batasan untuk permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik *polypropylene* (PP), *sludge* kertas dan serat ampas tebu dengan panjang 3 cm.
2. Variasi komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan panel komposit pada penelitian ini adalah 60% plastik PP : 40% *sludge*, 50% plastik PP : 50% *sludge*, 40% plastik PP : 60% *sludge* dengan 2% serat ampas tebu.

3. Komposisi serat ampas tebu yang digunakan adalah 2% dari jumlah keseluruhan limbah plastik *polypropylene* dan *sludge* kertas.
4. Konsentrasi NaOH pada perendaman serat ampas tebu yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 5%.
5. Penekanan panel komposit dilakukan menggunakan alat kempa dengan tekanan sebesar $2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ selama 20 menit.
6. Pengujian sifat mekanik panel komposit hanya berupa uji tekan, uji tarik dan uji kekerasan.
7. Alat yang digunakan dalam uji tekan adalah *ELE Compression Testing Machine*, dalam pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine* dan pada pengujian kekerasan menggunakan *Micro Vickers Hardness Tester*.
8. Standar yang dipakai untuk acuan panel komposit ini adalah SNI-03-2105-2006. Sedangkan untuk pengujian sifat mekanik pada uji tarik menggunakan standar ASTM D638-04, untuk pengujian kuat tekan menggunakan standar SNI 2049:2015 dan untuk pengujian kekerasan menggunakan standar ASTM E384-17.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh komposisi limbah plastik *polypropylene* yang digunakan pada komposisi bahan terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan panel komposit?
2. Bagaimana pengaruh komposisi *sludge* kertas yang digunakan pada komposisi bahan terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan panel komposit?
3. Apakah nilai kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan pada panel komposit dengan berbahan dasar limbah plastik *polypropylene*, *sludge* kertas dan penguat serat ampas tebu yang dihasilkan dengan berbagai komposisi bahan ini sudah memenuhi SNI?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui bagaimana pengaruh komposisi limbah plastik *polypropylene* yang digunakan pada komposisi bahan terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan panel komposit.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh komposisi *sludge* kertas yang digunakan pada komposisi bahan terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan panel komposit.
3. Mengetahui apakah nilai kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan pada panel komposit dengan berbahan dasar limbah plastik *polypropylene*, *sludge* kertas dan penguat serat ampas tebu yang dihasilkan dengan berbagai komposisi bahan ini sudah memenuhi SNI.

E. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, merupakan syarat dalam menyelesaikan Program Studi Fisika S1 dan merupakan pengembangan diri dalam bidang kajian Fisika.
2. Kelompok Bidang Kajian Fisika Material dan Biofisika, merupakan pengetahuan untuk pembuatan papan komposit dengan variasi komposisi limbah plastik *polypropylene* (PP) dan *sludge* kertas yang berpenguat serat ampas tebu.
3. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian material dan biofisika.
4. Peneliti lain, sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya yang mengembangkan pembuatan komposit dengan limbah dan serat alam.
5. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan serta pendalaman ilmu mengenai pembuatan panel komposit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit adalah penggabungan antara dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk makroskopik, yang dibuat dari berbagai kombinasi atau penggabungan dari serat dan matriks yang menghasilkan sebuah material baru dan memiliki sifat berbeda dengan material penyusunnya. (Jones, 1999).

Penggabungan ada dua macam, yaitu :

1. Gabungan Makro :
 - a. Dapat dibedakan secara visual
 - b. Dapat dipisahkan secara fisis dan mekanis
 - c. Penggabungan ini dilakukan secara fisis dan mekanis
2. Gabungan Mikro :
 - a. Tidak dapat dipisahkan secara visual
 - b. Sulit dipisahkan, tetapi dapat dilakukan secara kimia
 - c. Penggabungan ini dilakukan secara kimia

Karena bahan komposit adalah penggabungan secara makro, dapat didefinisikan sebagai suatu system material yang disusun dari campuran dua atau lebih unsur utamanya yang secara makro berbeda dari bentuk atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan. (Schwartz, 1984).

Sifat material komposit dapat ditentukan oleh beberapa factor, yaitu :

1. Material pembentuk

Peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat komposisi material komposit adalah sifat intrinsic material pembentuk.

2. Susunan structural komponen

Factor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan adalah bentuk, orientasi dan ukuran tiap komponen penyusun struktur dan pendistribusiannya.

3. Interaksi antar komponen

Karena komposit adalah pencampuran atau kombinasi komponen yang berbeda bahan maupun bentuknya, maka sifat yang diperoleh dari kombinasi juga akan berbeda.

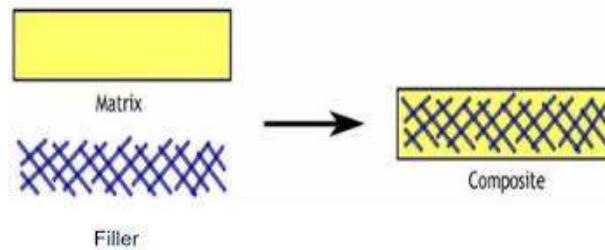
Komponen utama penyusun material komposit ada dua, yaitu :

1. Matriks

Matriks berfungsi sebagai pengikat atau perekat sekaligus pelindung untuk filler (pengisi) dari kerusakan luar. Dalam struktur komposit, matriks dapat berasal dari bahan logam, polimer ataupun keramik.

2. Pengisi (filler)

Pengisi (filler) berfungsi untuk penguat dari matriks. Pengisi yang biasa digunakan adalah carbon, glassm silicon karbida dll.



Gambar 1. Komposit

Menurut Gibson (1994), struktur komposit berdasarkan matriksnya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Polymer Matrix Composite (PMC)

Bahan ini disebut polimer berpenguat serat (fiber reinforced polymers or plastik – FRP) merupakan bahan komposit yang paling banyak digunakan.

Bahan ini menggunakan suatu polimer berdasarkan resin untuk matriksnya dan suatu jenis serat untuk penguatnya seperti kaca, aramid dan karbon.

Komposit ini bersifat:

- a. Biaya pembuatan lebih rendah
- b. Dapat dibuat dengan produksi massal
- c. Tahan simpan
- d. Siklus pabrikasi dapat dipersingkat
- e. Kemampuan mengikuti bentuk
- f. Lebih ringan dibandingkan dengan logam

Keuntungan dari PMC:

- a. Ringan

- b. Specific stiffness tinggi
- c. Specific strength tinggi

Pengaplikasian PMC, yaitu sebagai berikut:

- a. Matrik berbasis poliester dengan serat gelas
 - 1) Alat-alat rumah tangga
 - 2) Panel pintu kendaraan
 - 3) Lemari perkantoran
 - 4) Peralatan elektronika
 - b. Matrik berbasis termoplastik dengan serat gelas seperti kotak air radiator
 - c. Matrik berbasis termoset dengan serat carbon
 - 1) Rotor helicopter
 - 2) Komponen ruang angkasa
 - 3) Rantai pesawat terbang
2. Metal Matrix Composite (MMC)

Bahan ini dikembangkan pada industry otomotif yang menggunakan suatu logam berupa kuningan sebagai matriks dan penguat dengan silicon karbida sebagai seratnya.

3. Ceramix Matrix Composite (CMC)

Bahan ini menggunakan matriks seperti keramik dan diperkuat serat pendek atau serabut-serabut yang terbuat dari baron nitride atau silicon karbida,

biasanya digunakan pada lingkungan yang memiliki temperatur sangat tinggi.

Pada penelitian ini menggunakan jenis polymer matrik composite (PMC) dikarenakan bahan pada penelitian menggunakan limbah plastik *polypropylene* sebagai matrik dan serat ampas tebu sebagai serat dengan *sludge* kertas sebagai pengisi.

Menurut Jones (1999), komposit dapat dibagi menjadi tiga macam berdasarkan bentuk penguatnya (serat), yaitu :

1. Komposit serat (Fiber Composite)

Komposit serat ialah komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai penopang kekuatan dari komposit, yang menyebabkan tinggi rendahnya kekuatan komposit bergantung pada serat yang digunakan, karena tegangan yang diberikan pada komposit awalnya diterima oleh matriks kemudian diteruskan kepada serat, sehingga serat dapat menahan beban sampai beban maksimum. Maka dari itu, serat harus memiliki tegangan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi dibandingkan matrik penyusun komposit. Dalam pemilihan serat atau penguat penyusun pada komposit hendaklah mempertimbangkan beberapa hal, salah satunya adalah harga. Ini merupakan hal penting karena dapat dipertimbangkan untuk pemakaian skala produksi besar.

Berdasarkan seratnya komposit dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

- a. Continuous Fiber Composite (Komposit diperkuat serat continue)
- b. Woven Fiber Composite (Komposit diperkuat serat anyaman)

c. Chopped Fiber Composite (Komposit diperkuat serat pendek atau acak)

d. Hybrid Composite (Komposit diperkuat serat continue dan serat acak)

2. Komposit partikel (Particulate Composite)

Komposit partikel ialah komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya dengan pendistribusian secara merata dalam matriks.

3. Komposit laminat (Laminated Composite)

Komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus disebut komposit laminat.

Pada penelitian ini, komposit yang dibuat tergolong pada komposit serat. Karena komposit yang dibuat terdiri dari limbah plastik *polypropylene* sebagai matrik dan *sludge* kertas sebagai pengisi dan serat ampas tebu sebagai penguat. Komposit yang dibuat tergolong pada bagian Chopped Fiber Composite (komposit diperkuat serat pendek/acak) karena pada penelitian ini serat tidak bisa disusun (komposit berlapis).

Menurut Safitri (2017), komposit dapat dibagi menjadi tiga berdasarkan asal seratnya, yaitu :

1. Komposit serat sintetis

Komposit ini merupakan komposit dengan serat buatan yang berasal dari pembuatan rekayasa industry seperti kevlar, karbon dan fiberglass.

2. Komposit serat alam

Komposit ini merupakan komposit dengan serat alami seperti serat yang berasal dari hewan atau tumbuh-tumbuhan.

3. Komposit serat hybrid

Komposit serat hybrid merupakan komposit dengan serat gabungan antara serat sintetis dengan serat alam. Tujuan pembuatan komposit ini untuk melengkapi sisi terlemah dari salah satu serat yang digunakan. Inilah alasan penulis membuat komposit yang tergolong pada komposit serat hybrid.

Berikut beberapa acuan dalam pembuatan papan komposit:

Tabel 1. Acuan papan komposit

No.	Sifat fisik dan mekanik papan komposit	SNI 03-2105-2006
1.	Kerapatan (gr/cm^3)	0,5 – 0,9
2.	Kadar air (%)	< 14
3.	Pengembangan tebal (%)	Maks 12
4.	MOR (kgf/cm^2)	Min 80
5.	MOE (kgf/cm^2)	Min 15000
6.	Kuat rekat internal (IB)	Min 1,5
7.	Kuat impak (kgf/cm^2)	Min 30

(Sumber : Rangkuti, 2011)

Kelebihan dan kekurangan komposit :

1. Kelebihan

Terdapat beberapa kelebihan material komposit dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan ini dapat dilihat pada sifat-sifat mekanikal dan fisikal, mudah dalam proses pembentukan dan biaya.

Seperti yang dijabarkan dibawah ini (Sari dkk, 2011) :

a. Sifat-sifat mekanik dan fisik

Gabungan antara matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi jika dibandingkan dengan papan partikel, hal ini sangat berperan penting dalam penentuan sifat-sifat mekanik komposit.

b. Mudah dibentuk

Dalam menghasilkan suatu produk, material komposit yang mudah dibentuk merupakan kriteria sangat penting dalam penggunaan suatu bahan. Ini berkaitan dengan produktivitas dan mutu suatu produk.

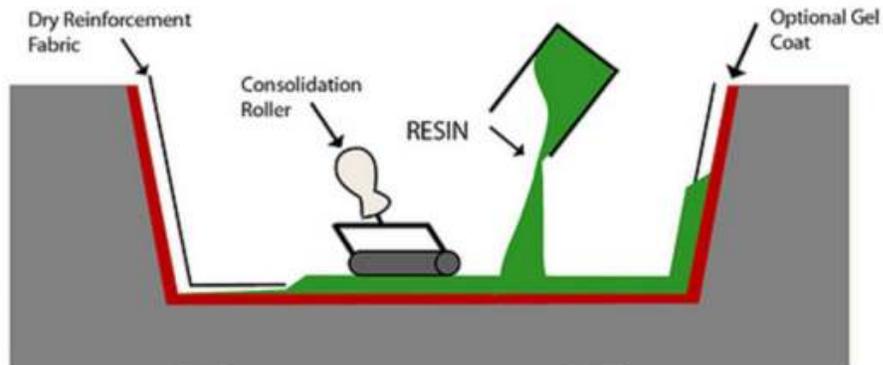
2. Kekurangan

a. Dibandingkan dengan metal, komposit ini tidak tahan terhadap beban shock (kejut) seperti benda dijatuhkan secara tiba-tiba pada bahan dan beban crash (tabrak) seperti benda yang saling ditabrakkan secara bersamaan.

b. Kelurusan serat didalam matriks sering diperhitungkan. Karena kelurusan serat atau susunan serat sangat mempengaruhi nilai mekanik dari komposit.

B. Metode Hand Lay-Up

Proses *Hand Lay-Up* adalah proses laminasi serat secara manual, ini merupakan metode pertama dalam pembuatan komposit. Metode *Hand Lay-Up* digunakan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus (Gibson, 1994).



Gambar 2. Proses *Hand Lay-Up*

(Sumber : Gibson, 1994)

Keunggulan metode *Hand Lay-Up*:

1. Harga murah dan peralatan sedikit
2. Kemudahan dalam bentuk dan desain produk
3. Komposisi serat dan variasi ketebalan dapat diatur dengan mudah

Kelemahan Metode *Hand Lay-Up*:

1. Distribusi matriks yang tidak merata
2. Ketebalan yang tidak konsisten
3. Lebih boros matriks

C. Polimer Matriks Komposit

Jenis komposit ini menggunakan matriks berbahan polimer. Sifat-sifat penguat, sifat-sifat polimer, rasio penguat terhadap polimer dalam komposit

(fraksi volume penguat), geometri dan orientasi penguat pada komposit dapat menentukan sifat dari komposit polimer.

Ada beberapa sifat yang dimiliki komposit polimer yaitu biaya pembuatan lebih rendah, dapat dibuat dengan produksi massal, ketangguhan baik, tahan simpan, siklus pabrikan dapat dipersingkat, kemampuan mengikuti bentuk dan lebih ringan.

Bahan dengan berat molekul (M_r) lebih dari 10.000 disebut bahan polimer. Adapun keunggulan dari bahan polimer ini adalah memiliki kemampuan cetak yang baik. Bahan dapat dicetak dengan penyuntikan, penekanan, dan ekstruksi pada temperatur rendah. Bahan polimer digunakan untuk matriks pada komposit, beberapa polimer yang sering dipakai, yaitu (Purwanto, 2008) :

1. *Thermoplastik*

Thermoplastik merupakan plastik yang bisa dilunakkan berulang kali menggunakan panas. *Thermoplastik* adalah polimer yang menjadi keras jika didinginkan dan meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan memiliki sifat dapat balik (*reversible*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras jika didinginkan. Contoh dari *thermoplastik* yaitu :

- a. *Polistirena*, seperti penggaris, sol sepatu dan gantungan baju.
- b. *Polivinil Chloride (PVC)*, seperti pipa air, pipa plastik, ubin plastik dan kulit sintetis.
- c. *Polietilen (PE)*, seperti mainan, botol plastik, ember, kantong plastik, jas hujan, drum, isolasi kabel.

- d. *Polipropilena* (PP), seperti tali, serat, kursi plastik, pembungkus tekstil, komponen mesin cuci, bak air.

2. *Thermoset*

Thermoset ini berbanding terbalik dengan *thermoplastik*, dimana jenis ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Jika pengerasan sudah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali, meskipun dengan pemanasan yang tinggi melainkan hal ini dapat membentuk arang dan terurai. Beberapa contoh plastik *thermoset* seperti epoksi, *polyester*, plenol, resin amino, resin furan dll.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bahan polimer *thermoplastik* dikarenakan bahan ini memiliki sifat reversible. Penelitian ini menggunakan limbah plastik *polypropylene* berwarna hitam seperti ember.

D. Polypropylene (PP)

PP termasuk kepada polimer jenis *thermoplastik*. PP terbentuk dari gabungan beberapa molekul-molekul kecil yang disebut monomer yang akan menjadi makro molekul. Proses pembuatan menggunakan energi panas dan katalisator sebagai pemisah ikatan suatu molekul agar dapat terjadi ikatan dengan molekul lain yang sejenis (Billmeyer, 1994).

Polypropylene memiliki permukaan yang tidak rata, tidak berbau dan seringkali lebih kaku dibandingkan dengan beberapa plastik yang lain dan bisa dibuat translusen (bening) tapi tidak setransparan *polistirena*, akrilik maupun plastik tertentu lainnya. Bisa juga dibuat buram dan berwarna-warni melalui

penggunaan pigmen. Plastik jenis ini memiliki sifat yang licin sehingga banyak jenis lem yang tidak dapat melekat pada permukaannya, biasanya digunakan proses pengelasan untuk menggabungkan bahan tersebut. PP didaur ulang dengan symbol seperti gambar dibawah :



Gambar 3. Symbol Plastik *Polypropylene*

Beberapa contoh produk *polypropylene* :



Gambar 4. Contoh Produk Polypropylene

Polypropylene merupakan monomer C_3H_6 (hidrokarbon murni), seperti lem paraffin. Karakter khusus dari plastik *polypropylene* yaitu :

- 1) *Density* : $0,855 \text{ g/cm}^3$
- 2) *Titik lebur* : 160°C (320°F)
- 3) *Tensile strength* : $19,7 - 80 \text{ MPa}$
- 4) *Compression strength* : $2700 - 3600 \text{ psi}$
- 5) *Flexural strength* : 40 MPa

- 6) *Elongation* : 100%
- 7) *Melting point* : 130 - 137°C
- 8) *Water absorption* : 0,01%

E. *Sludge* Kertas

Sludge adalah limbah padat dari produksi industri pulp dan kertas yang berwarna hitam atau abu-abu. Komposisi dari *sludge* ini adalah 90% padatan dan 10% air yang diperoleh dari proses pengendapan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). *Sludge* yang dihasilkan dari IPAL masih mengandung bahan organik dan anorganik. Karakteristik air limbah dan system pengolahan seperti proses fisika, kimia atau biologi yang terjadi di IPAL akan sangat mempengaruhi jumlah dan karakteristik lumpur (*sludge*). Berikut merupakan gambar dari *sludge* primer industri pulp dan kertas :



Gambar 5. *Sludge* primer Industri pulp dan kertas
(Sumber : <https://www.google.com/search>)

Sludge kertas menghasilkan pith yang berupa bahan dari proses depething plant yaitu pemisahan secara mekanik yang terdiri dari bahan serat dan bahan bukan serat (Hastutik dkk, 2006). Jumlah *sludge* pabrik pulp dan kertas kurang lebih sepertiga dari jumlah seluruh limbah yang ada (Anonim, 2004).

Limbah padat yang dihasilkan industry kertas berasal dari beberapa unit proses yang umumnya dari proses penyaringan bubur pulp (reject screen) dan proses pengolahan air limbah (IPAL). *Sludge* kertas termasuk kategori B3 yang mengandung logam berat seperti Cd, Cr, Cu, Pb, Ag dan Zn yang sangat membahayakan (Adiprima, 2006). Setiap unit proses pada produksi pulp dan kertas menghasilkan limbah cair dengan komponen utamanya serat dan senyawa organik kompleks lignin. Penanganan yang dilakukan berupa pengolahan primer yang bertujuan untuk membuang bahan-bahan padatan yang mengendap atau mengapung. Pengolahan primer ini dapat menghilangkan sebagian BOD dan padatan tersuspensi serta sebagian komponen organik. Selanjutnya dilakukan pengolahan proses biologi lumpur aktif dengan suplai oksigen dan udara juga penambahan nutrisi. Dari pengolahan limbah cair dihasilkan lumpur sebagai limbah padat dan air limbah terolah yang telah memenuhi baku mutu persyaratan pembuangan air limbah ke lingkungan. Penambahan *sludge* kertas kedalam material komposit akan meningkatkan kekuatan mekanis dari komposit tersebut (Syamsudin, 2007).

Berikut merupakan komposisi kandungan senyawa *sludge* kertas hasil tes Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri.

Tabel 2. Komposisi senyawa kimia limbah padat (*sludge*) kertas

Komposisi Kimia	Kadar (%)
CaO	56,38
Al ₂ O ₃	7,70
Fe ₂ O ₃	1,68
MgO	3,62
SiO ₂	2,35
CO ₂	0,75
H ₂ O	16,11

(Sumber : Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri (LPKI) Surabaya, 2005)

Buangan *sludge* merupakan masalah besar bagi industry pulp dan kertas. Adanya *sludge* membuat perusahaan mengeluarkan biaya lebih untuk memasukkannya ke dalam landfill, sampai saat ini penanganan *sludge* kertas dilakukan dengan penumpukan pada landfill. Jika keadaan ini dibiarkan terus-menerus, maka semakin lama pabrik akan kekurangan lahan untuk penimbunan limbah sehingga terjadinya pencemaran lingkungan. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk menangani masalah tersebut, salah satunya dengan menjadikan *sludge* kertas sebagai bahan pengisi pembuatan panel komposit.

F. Serat Alam

Serat alam salah satu alternative pengisi untuk berbagai komposit polimer dikarenakan keunggulannya dibandingkan serat sintetis. Kandungan kimia serat alam adalah 60 – 65% selulosa, 5 – 10% lignin, 6 – 8% hemiselulosa dan 10 – 15% kadar air (Lokantara dkk., 2010). Beberapa keunggulan serat

alam antara lain mudah didapatkan, mudah diproses, densitasnya rendah, ramah lingkungan dan dapat diuraikan secara biologi. Pemanfaatan serat alam sebagai pengisi komposit sudah diaplikasikan secara komersial diberbagai bidang seperti bidang otomotif dan konstruksi. Komposit dengan serat alami ini berkembang secara pesat dikarenakan ketahanan dan kekuatan yang sangat baik, pengolahan yang sederhana, ketahanan kimia yang baik, biaya rendah, tingkat kepadatan rendah dan ramah lingkungan (Wang dkk., 2003; Mastariyanto, 2016).

Serat alam dapat digolongkan kedalam beberapa pengelompokkan, diantaranya :

1. Serat tumbuhan

Serat tumbuhan tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Contoh dari serat ini yaitu katun dan kain ramie, sabut kelapa, serat pinang, ampas tebu, ijuk, batang pisang dll. Serat tumbuhan banyak digunakan sebagai bahan pembuat kertas dan tekstil.

2. Serat kayu

Serat kayu berasal dari tumbuhan berkayu. Contoh dari serat ini yaitu pohon kelapa, pinang dll.

3. Serat hewan

Serat hewan tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat ini yaitu serat laba-laba (sutra) dan bulu domba (wol).

4. Serat mineral

Serat mineral terbuat dari asbeston. Asbeston adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.

5. Serat sintetis

Serat sintetis atau juga disebut serat buatan berasal dari bahan petrokimia. Tetapi adapula serat sintetis yang dibuat dari selulosa alami seperti rayon. Serat sintetis ini terbagi menjadi dua, yaitu serat mineral dan serat polimer. Contoh dari serat mineral yaitu serat kaca (fiberglass) yang dibuat dari kuarsa, serat logam yang dibuat dari logam yang duktil seperti tembaga, emas atau perak dan serat karbon.

G. Serat Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula yang termasuk dalam jenis rumput-rumputan. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Sejak ditanam sampai panen tanaman ini berumur kurang lebih satu tahun. Tanaman tebu memiliki ciri-ciri seperti batang pohon berdiri lurus dan kokoh, pada batang ini terdiri dari ruas-ruas dan setiap ruas dibatasi dengan buku-buku, setiap buku-buku akan ditemukan mata tunas untuk tumbuhnya daun. Besar batang pohon tebu berkisar antara 3 – 4 cm dengan tinggi bisa mencapai antara 2 sampai 5 meter. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Sumatra (Syaiful, 2008). Ampas tebu merupakan hasil samping dari proses ekstraksi. Sebagian besarnya mengandung *ligno-cellulose*. Panjang serat ampas tebu berkisar antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu

ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan buatan. Ampas tebu mengandung air sebesar 48% sampai 52%, gula rata-rata 47,7%. Serat ampas tebu ini tidak dapat larut dalam air dan terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Syaiful, 2008). Lignin merupakan komponen *lignoselulosa* yang sulit untuk dipecah. Oleh karena itu, untuk menghilangkan kadar lignin didalam serat dilakukan alkalisasi pada serat.

Perlakuan alkali pada serat adalah proses modifikasi permukaan serat dengan cara perendaman serat kedalam basa alkali. Proses alkalisasi ini bertujuan untuk mengurangi komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin dan pektin. Berkurangnya komponen lignin dan hemiselulosa, akan menghasilkan struktur permukaan serat yang lebih baik dan lebih mudah dibasahi oleh resin, sehingga *mechanical interlocking* yang dihasilkan lebih baik (Shabiri, 2014).

Limbah dari penggilingan tebu digolongkan menjadi tiga macam, yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Yang termasuk dalam limbah padat ini adalah ampas tebu (*Sugar cane bagasse*) yang berbentuk serat dari hasil penggilingan dan abu ampas tebu dari sisa pembakaran. Sedangkan limbah cair berupa air bekas kondensor, air cucian dan tetes tebu. Untuk limbah gas berupa asap cerobong dan bau dari sisa ampas tebu.

Menurut J Anton Winoto (Teknik Kimia UI), dalam proses produksi di Pabrik Gula, gula yang dimanfaatkan hanya 5%, ampas tebu 90% dan selebihnya tetes tebu (*molasse*) dan air. Selama ini dari 90% pemanfaatan ampas tebu (*sugar cane bagasse*) yang dihasilkan masih terbatas untuk :

makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, pulp, *particle board* dan bahan bakar untuk boiler di PG.

Selanjutnya agar limbah dari proses tersebut tidak menimbulkan dampak negative, maka perlu diadakan pengelolaan yang lebih baik dengan memanfaatkan kembali limbah tersebut. Untuk itu, dalam penelitian ini akan membahas tentang penggunaan ampas tebu sebagai penguat dalam pembuatan panel komposit.



Gambar 6. Serat ampas tebu
(Sumber : <https://www.google.com/search>)

H. Panel Komposit

Panel biasanya disebut juga dengan papan berfungsi untuk sekat, menaruh asesoris, menulis, pengaman dan penahan dari factor luar baik didalam atau diluar rumah atau kantor. Umumnya bahan panel terbuat dari kayu alam, kayu olahan, serbuk/sampah kayu (panel partikel), plat logam dan plastik. Dimensi panel lebih tebal dari plat, bahkan memang terbuat dari beberapa lapis plat yang digabungkan menjadi satu. Panel yang dikembangkan akhir-akhir ini terbuat dari bahan bekas atau limbah yang digabungkan menjasi satu-kesatuan dan diikat menggunakan perekat disebut panel komposit. Ada beberapa kekurangan dan kelebihan panel komposit pada penggunaannya.

Kelemahannya adalah partikel sangat rentan terhadap ekspansi dan perubahan warna akibat kelembaban, terutama jika tidak ditutupi cat. Karena hal ini panel komposit sangat jarang digunakan diluar ruangan atau tempat yang memiliki tingkat kelembaban tinggi (Nurhidayat, 2015).

Papan komposit ini banyak diaplikasikan pada perabot rumah tangga dalam bentuk panil datar televisi dan dinding belakang cabinet radio, dasar laci, penahan debu, pintu geser, dinding belakang tujuan pemakaian umum dan daun meja. Papan komposit ini dapat digunakan sebagai bahan pengganti kayu. Dengan bahan dasar yang memanfaatkan limbah ini tentu harganya lebih terjangkau jika dibandingkan dengan kayu atau bahan perabotan dan bangunan lainnya.

Ada beberapa keuntungan papan komposit ini bagi pengguna tertentu seperti kerangka dinding bangunan dan kerangka lantai. Terdapat juga beberapa kelemahan salah satunya seperti kemampuan menahan paku.

Menurut Maloney (1993) dalam Rizka Hasni (2008), papan komposit dapat dibagi menjadi beberapa golongan berdasarkan kerapatannya yaitu :

1. Papan komposit berkerapatan rendah (*Low Density Compositeboard*) yaitu papan komposit yang memiliki kerapatan dibawah $0,4 \text{ gr/cm}^3$.
2. Papan komposit berkerapatan sedang (*Medium Density Compositeboard*) yaitu papan komposit yang memiliki kerapatan antara $0,4 - 0,9 \text{ gr/cm}^3$.
3. Papan komposit berkerapatan tinggi (*High Density Compositeboard*) yaitu papan komposit yang memiliki kerapatan lebih dari $0,9 \text{ gr/cm}^3$.

Papan komposit yang dibuat pada penelitian ini tergolong pada papan komposit berkerapatan sedang.

I. Sifat Mekanik

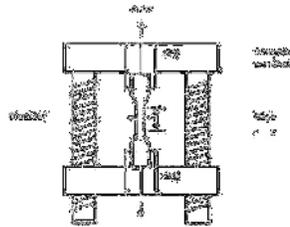
Sifat mekanik adalah kemampuan bahan untuk menerima pembebanan atau menahan beban yang diterimanya baik beban statis ataupun dinamis. Sifat mekanik menggambarkan hubungan antara respon bahan atau deformasi dengan beban atau gaya yang diberikan. Sifat mekanik dapat ditentukan melalui pengujian destruktif dari sampel material pada kondisi pembebanan terkontrol. Data yang digunakan adalah data hasil pengujian standar seperti yang telah dipublikasi oleh *American standart of mechanical engineer* (ASTM).

Pada penelitian ini sifat mekanik yang diuji berupa kuat tarik untuk mengetahui kelenturan bahan, kuat tekan untuk mengetahui kekuatan bahan dalam pembebanan dan kekerasan, karena dilihat dari fungsi papan komposit ini nantinya seperti sebagai pintu geser, dinding belakang dan perabotan rumah tangga lainnya.

1. Pengujian Tarik

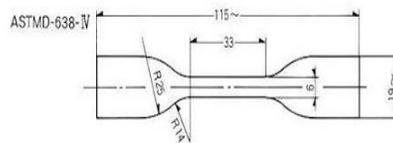
Pengujian Tarik (*tensile test*) merupakan pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik hingga putus. Tujuannya adalah untuk mengetahui sifat-sifat kekuatan tarik dari komposit yang diuji. Pertambahan panjang yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Regangan adalah perbandingan antara

pertambahan panjang dengan panjang mula-mula, ini merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang biasanya dinyatakan dalam persen.



Gambar 7. Skema uji Tarik

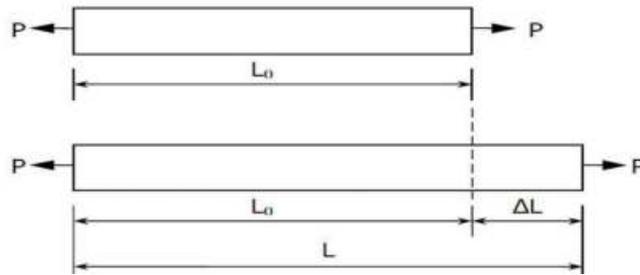
Desain specimen uji tarik komposit serat ampas tebu menggunakan standar ASTM D638 tipe 4.



Gambar 8. Spesifikasi standar ASTM D638-04

Spesifikasi ukuran ASTM D638 tipe 4 sebagai berikut :

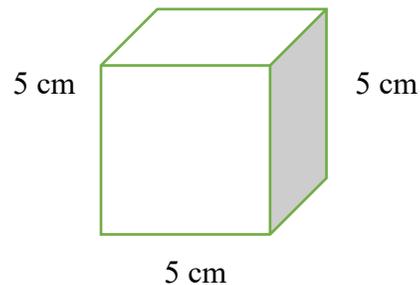
- a. Panjang (p) sampel = 115 mm
- b. Lebar (l) = 19 mm
- c. Tebal (t) = 3 mm
- d. Lebar dalam = 6 mm
- e. Panjang dalam = 33 mm



Gambar 9. Skema pertambahan panjang benda uji tarik (Marwan, 2016)

2. Pengujian kuat tekan

Pengujian dilakukan pada sampel uji berbentuk kubus dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm sesuai dengan SNI 2049:2015. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat ELE *Compression Testing Machine*. Pada pengujian ini akan didapatkan nilai kekuatan tekan. Kekuatan tekan merupakan nilai kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh area penampang terkecil sampel selama pengujian.



Gambar 10. Dimensi sampel uji tekan

(Sumber : Standar Uji SNI 2049:2015)

3. Pengujian kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan bahan terhadap penetrasi pada permukaannya. Kekerasan suatu bahan menyatakan kemampuan material

tersebut untuk menahan deformasi plastis. Kekerasan diukur dengan memberikan beban menggunakan indentor kedalam permukaan material tersebut. Indentor umumnya berbentuk peluru/bola, piramida atau kerucut, dibuat dari material yang lebih keras dibanding material yang diuji. Contohnya baja yang dikeraskan, karbit tungsten atau intan yang biasanya digunakan untuk indenters.

Ada beberapa macam metode pengujian kekerasan yang dipergunakan, disesuaikan dengan bahan, kekerasan, ukuran dll.

a. Uji Kekerasan Brinnell

Uji kekerasan brinnell merupakan pembentukan lekukan pada permukaan logam dengan menggunakan bola baja berdiameter 10 mm dan diberi beban 3000 kg. Untuk logam lunak menggunakan beban 500 kg, untuk bahan yang sangat keras digunakan karbida tungsten dengan tujuan memperkecil terjadinya distorsi indentor. Pembebanan diterapkan selama 30 detik, diameter lekukan diukur dengan mikroskop daya rendah setelah beban dihilangkan. Kemudian dicari harga rata-rata dari 2 buah pengukuran diameter pada jejak yang berarah tegak lurus. Permukaan dimana lekukan akan dibuat relative halus, bebas dari debu atau kerak.

b. Uji Kekerasan Rockwell

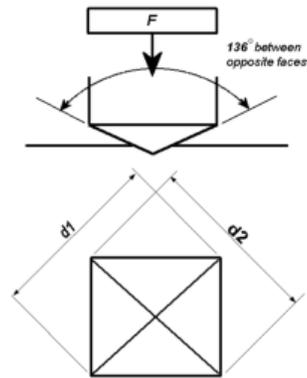
Uji kekerasan rockwell mampu membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkeras dan ukuran lekukannya kecil, sehingga bagian yang mendapat perlakuan panas yang lengkap dapat

diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan. Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Pengujian kekerasan rockwell dilakukan dengan cara menekan permukaan sampel (benda uji) dengan suatu indentor. Penekanan indentor kedalam sampel dilakukan dengan menerapkan beban minor (beban pendahuluan), lalu ditambah dengan beban mayor (beban utama), kemudian beban utama dilepaskan sedangkan beban pendahuluan tetap dipertahankan.

c. Uji Kekerasan Vickers

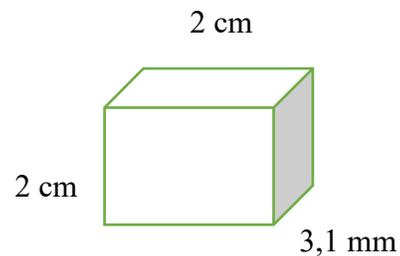
Uji kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar dengan sudut 136° . Nilai kekerasan Vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan atau luas bekas injakan piramida. Kekerasan dihitung dengan mengukur diagonal d_1 dan d_2 dari jejak yang ditinggalkan. Beban yang digunakan pada pengujian ini yaitu 25 gram.

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis uji kekerasan Vickers. Untuk prosedur pengujian vickers ini menggunakan standar ASTM E384-17.



Gambar 11. Identasi Vickers
(Sumber : Gordonengland, 2014)

Untuk ukuran sampel yang digunakan pada pengujian menggunakan standar ASTM E 92.



Gambar 12. Bentuk dan ukuran sampel untuk kekerasan
(Sumber : Standart ASTM E 92)

Keuntungan pengujian Vickers :

- a. Pengukuran kekerasan yang memiliki ketelitian tinggi
- b. Dengan bekas tekanan yang kecil maka sampel uji mengalami kerusakan lebih sedikit
- c. Kekerasan benda yang sangat amat tipis dapat diukur dengan memilih gaya kecil.

Kerugian pengujian Vickers :

- a. Dengan bekas tekanan yang kecil kekerasan rata-rata bahan yang tidak homogen tidak dapat ditentukan.

Dari uraian diatas terlihat bahwa pengujian kekerasan Vickers bisa digunakan pada penelitian ini. Dengan bekas tekanan yang kecil sehingga tidak membuat sampel rusak. Ketelitian yang tinggi sangat diperlukan pada penelitian ini, dikarenakan sampel yang dibuat terdiri dari campuran limbah plastik *polypropylene*, *sludge* kertas dan serat ampas tebu yang membuat sampel memiliki nilai kekerasan yang rendah atau sampel bersifat lunak jika dibandingkan dengan logam.

Factor yang bisa menyebabkan turunnya kekuatan komposit adalah sebagai berikut :

1. Adanya udara terperangkap dalam komposit.

Hal ini dikarenakan semakin besar fraksi volum serat penguat pada komposit, semakin banyak pula udara yang terperangkap dalam komposit tersebut.

2. Orientasi serat yang tidak searah (acak)

Mengakibatkan beban yang diterima tidak dapat didistribusikan secara merata oleh matrik pengikat, sehingga menyebabkan hanya sebagian serat yang ikut menahan beban bersama dengan matrik pengikat.

3. Kurang kuatnya ikatan antara matrik pengikat dengan serat penguat

Menyebabkan lepasnya ikatan antara serat dengan matrik atau yang disebut dengan *debonding*.

4. Distribusi serat yang kurang merata

Mengakibatkan kekuatan komposit yang dihasilkan juga tidak merata pada tiap titiknya.

Selain yang diuraikan diatas, kemungkinan juga ada factor lain yang menyebabkan hasil pengujian menyimpang. Factor tersebut antara lain:

1. Proses pembuatan sampel benda uji

Proses pembuatan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan metode *hand lay-up* sederhana, menyebabkan hasil cetakan kurang sempurna jika dibandingkan hasil proses *fabrikasi*.

2. Factor pengujian dan pengambilan data

Factor ini adalah factor teknis yang sulit dilakukan dalam pengujian yang disebabkan beberapa hal, yaitu:

- a. Kurang hati-hati saat pemasangan sampel uji ke dalam mesin uji yang dapat mengakibatkan kerusakan awal pada sampel pengujian yang tidak terdeteksi sebelum beban diberikan.
- b. Pemasangan sampel uji saat pengujian tarik yang tidak lurus dengan arah penarikan pada mesin uji tarik sehingga menimbulkan momen lengkung pada sampel pengujian. Hal ini akan menyebabkan patahan pada daerah dekat pemegang sampel.

Sedangkan menurut teori kegagalan maksimum, kerusakan komposit dapat terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu: kerusakan yang diakibatkan tegangan tarik, kerusakan ikatan serat matrik yang diakibatkan oleh tegangan geser dan kerusakan ikatan serat yang diakibatkan oleh tegangan tarik.

Dalam material komposit kekuatan tekan yang dihasilkan lebih tinggi dari pada kekuatan tarik. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, sampel akan patah. Hal tersebut akan mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit (Wiwi Aprilia, 2013).

J. Pengaruh Komposisi Bahan terhadap Sifat Mekanik Panel Komposit

Secara sederhana komposit adalah gabungan dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi atau penguat dan matriks sebagai bahan pengikat serat-serat tersebut (Wiwi Aprilia, dkk, 2013). Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan) (Mochammad Naruddin, dkk, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Fajriyanto dan Feris (2008) tentang Panel Dinding Bangunan Ramah Lingkungan Dari Komposit Limbah Pabrik Kertas (*Sludge*), Sabut Kelapa Dan Sampah Plastik: Pengaruh Komposisi Bahan Dan Beban Pengempaan Terhadap Kuat Lentur (*Bending*) menyimpulkan bahwa komposisi bahan baku yang optimal untuk memperoleh kekuatan mekanik tertinggi dihasilkan pada komposisi 60% *sludge* kertas : 40% sampah plastik : 2% sabut kelapa.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Umi Fathanah (2011) tentang Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan *Maleic Anhydride* (MAH) sebagai *Compatibilizer* menyimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik papan komposit menurun dengan berkurangnya jumlah matriks. Komposisi matriks yang rendah menyebabkan lemahnya interaksi antar bahan, berkurangnya adhesi papan, transfer antar fase rendah, akibatnya kekompakan antar bahan semakin rendah pada papan komposit. Hal ini menyebabkan kemampuan bahan untuk menahan beban maksimum yang lebih tinggi akan semakin rendah.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Vincent Wijaya, 2021) tentang Pengaruh Komposisi Pengisi dan Tekanan terhadap Pembuatan Komposit Poliester dengan Pengisi Limbah Fly Ash mengatakan bahwa pada penambahan komposisi *fly ash* sebesar 40%, nilai kekuatan tarik komposit mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan terlalu banyak *fly ash* yang ditambahkan membuat ikatan antara resin polyester dengan partikel *fly ash* menjadi kurang baik dari sebelumnya. Ini juga didukung oleh penelitian (Sudirman dkk., 2012) yang mengatakan bahwa penurunan nilai kekuatan tarik disebabkan oleh distribusi pengisi yang tidak homogen didalam matriks yang mengakibatkan kurangnya interaksi antara matriks dengan pengisi. Kemungkinan lainnya dikarenakan viskositas campuran yang semakin tinggi pada konsentrasi pengisi yang tinggi sehingga menyebabkan proses pencampuran yang tidak sempurna.

Pada penelitian (Vincent Wijaya, 2021) juga disebutkan bahwa pada penambahan komposisi partikel *fly ash* sebesar 40%, nilai kerapatan komposit juga mengalami penurunan. Ini dikarenakan terlalu banyaknya rongga-rongga pada matriks yang telah terisi dengan partikel pengisi. Sehingga partikel pengisi yang berlebih akan berikatan kurang baik dengan matriks yang menyebabkan ikatan antara resin polyester dengan partikel *fly ash* menjadi kurang baik dari sebelumnya. Hal ini juga dikuatkan oleh penelitian sebelumnya oleh (Sudirman dkk., 2012), diketahui pada komposisi pengisi partikel yang semakin besar, maka kontak antara partikel dengan partikel semakin besar yang menyebabkan komposit menjadi kurang kuat terhadap pembebanan karena ketidakmampuan pengisi mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks polimer yang berujung pada menurunnya sifat mekanik dari komposit.

Berdasarkan acuan pada SNI 03-2105-2006, kekuatan tarik minimum yang direkomendasikan untuk jenis komposit berupa bahan komposit biasa dan dekoratif adalah sebesar $3,1 \text{ kgf/cm}^2$ atau sama dengan $0,304 \text{ N/mm}^2$ (Riris dan Henok, 2015). Untuk nilai kuat tekan papan partikel yang ditetapkan minimal sebesar 6 kg/cm^2 atau sama dengan $0,588 \text{ MPa}$ (Fadillah Ulfah, dkk, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Suroto, 2010) tentang Pengaruh Ukuran Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Limbah Rotan, dijelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat dan semakin panjang ukuran potongan partikel maka kekerasan papan partikel semakin tinggi. Seperti halnya kerapatan. Hal ini didukung dengan penelitian

yang dilakukan oleh Memed dan Sutigno (1998), Razali dan Sulastiningsih (1991) serta Memed, Sulastiningsih dan Sutigno (1992) dalam (Sulastiningsih dkk., 2006) yang menyebutkan bahwa jumlah perekat yang banyak akan meningkatkan ikatan antar partikel, dengan meningkatnya ikatan partikel maka sifat papan pun semakin keras, sehingga papan partikel yang dihasilkan lebih tahan terhadap air dan lebih stabil.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pengaruh komposisi limbah plastik *polypropylene* yang digunakan pada komposisi bahan terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan pada panel komposit adalah jika semakin besar komposisi limbah plastik *polypropylene* pada komposisi bahan maka semakin tinggi sifat mekanik pada panel komposit. Dan jika semakin kecil komposisi limbah plastik *polypropylene* pada komposisi bahan maka semakin menurun sifat mekanik pada panel komposit. Didapatkan komposisi bahan optimal untuk mendapatkan nilai mekanik tertinggi pada komposisi 60% limbah plastik *polypropylene*, 40% *sludge* kertas dan 2% serat ampas tebu.
2. Pengaruh komposisi *sludge* kertas terhadap kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan pada panel komposit adalah jika semakin besar komposisi *sludge* kertas pada komposisi bahan maka semakin rendah sifat mekanik pada panel komposit. Dan jika semakin kecil komposisi *sludge* kertas pada komposisi bahan maka semakin tinggi sifat mekanik pada panel komposit. Didapatkan komposisi bahan optimal untuk mendapatkan nilai mekanik tertinggi pada komposisi 60% limbah plastik *polypropylene*, 40% *sludge* kertas dan 2% serat ampas tebu.
3. Nilai kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan panel komposit dengan berbahan dasar limbah plastik *polypropylene*, *sludge* kertas dan penguat

serat ampas tebu yang dihasilkan dengan berbagai komposisi bahan ini semuanya sudah memenuhi SNI 03-2105-2006 kecuali untuk kekerasan. Papan komposit ini dapat dimanfaatkan sebagai alternative dari papan. Untuk hasil terbaik didapatkan pada komposisi 60% limbah plastik *polypropylene*, 40% *sludge* kertas dan 2% serat ampas tebu.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya jika menggunakan metode pembuatan yang sama diharapkan memakai wajan yang anti lengket dan memakai sarung tangan anti panas agar pada saat pengadukan bahan tangan tidak terkena panas. Kemudian penelitian lanjutan dari penelitian ini, diharapkan agar tidak memakai metode susunan serat acak, agar adanya keteraturan dalam pembuatan panel komposit. Pada tahap pemotongan sampel uji, diharapkan memakai metode yang lain dikarenakan pada metode pemotongan menggunakan gergaji ukir ini akan banyak sampel yang patah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiprima. 2006. *Karakteristik Limbah Sludge Pabrik Kertas*. Surabaya: Laporan Penelitian.
- Amin M dan Samsudin Raharjo. 2012. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rambut Manusia*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Anonym. 2004. *ASTM D 6110 Standar Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastik*. ASTM Internasional. United States.
- Aprilia, Wiwi, Yenni Darvina dan Ratnawulan. 2013. *Sifat Mekanis Komposit Berpenguat Bilah Bambu dengan Matriks Polyester Akibat Variasi Susunan*. Padang. Pillar Of Physics.
- ASTM D-638 dan ASTM D-695. 1990. *Standard and Literature References for Composite Materials*. American Society for Testing Materials. Philadelphia: PA.
- ASTM D 790-02. *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. E 384. *Standard test method for knop and vikors hardness of material*. American Society for Testing and Materials. Conshohocken: Philadelphia.

- ASTM E92 – 82. *Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*, American Society for Testing Methods. Section 27
- Billmeyer, W. F. 1994. *Textbook of Polymer Science 3rd Edition*. John Wiley dan Son. New York
- Budi, M Nur Rahman, Berli P Kambiel. 2011. *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester*. Semesta Teknik
- Budha Maryanti, A. As'ad Sonief, Slamet Wahyudi. 2011. *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa Poliester terhadap Kekuatan Tarik*.
- Catur Purmono, dkk. 2019. *Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% Dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2 Jam, 4 Jam Dan 6 Jam Terhadap Sifat Tarik Serat Pelepah Pisang Kapok*. Magelang: Teknik Mesin Universitas Tidar Magelang.
- Fajriyanto dan Firdaus, F. 2008. *Panel Dinding Bangunan Ramah Lingkungan Dari Komposit Limbah Pabrik Kertas (SLUDGE), Serat Kulit Kayu Waru Dan Sampah Plastik : Pengaruh Komposisi Bahan Dan Beban Pengempaan Terhadap Kuat Lentur (Bending)*. Prosiding Seminar Nasional TEKNOIN 2008 ISBN: 978-979-3980-15-7. Bidang Teknik Mesin. Pusat Penelitian Sain dan Teknologi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Fajriyanto dan Feris. 2006. *Karakteristik Mekanik dan Fisik Panel Dinding Partisi Tahan Air Dari Komposit Sabut Kelapa (Coco Fiber) Dan Sampah Plastik (Thermoplastiks)*. Jurnal Logika Vol 03 No 2 Juli 2006.

- Fathanah, Umi. 2011. *Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan Maleic Anhydride (MAH) sebagai Compatibilizer*. Banda Aceh. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 8
- Fitriyani, A. L. 2014. *Proses Transesterifikasi Minyak Curah Dengan Metode Distilasi Reaktif Untuk Produksi Biodiesel Berdasarkan Rasio Umpan*. Tugas Akhir Diploma III Teknik Kimia. UNDIP.
- Gibson. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Gordon England Company. *Vickers Hardness Test*. Available at <http://www.gordonengland.co.uk/hardness/vicker.htm>.
- Handani, Sri. 2009. *Pengaruh Panjang Serat Sabut Kelapa terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton*. Padang: Universitas Andalas Vol. 1
- Hardiani, H. dan S. Sugesty. 2009. *Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Sigaret untuk Bahan Baku Bata Beton*. Berita Selulosa. Vol. 44 No.2.
- Hasni, Rizka. 2008. *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik dan Sekam*. Bogor: IPB.
- Hastutik, W., Aprianto, H. B. Nasution. 2006. *Pengaruh Limbah Padat Pabrik Kertas terhadap Hasil Tanaman Bawang Merah*. Surakarta: Fakultas Pertanian. Universitas Tunas Pembangunan. www. Pkm.dikti.net [17 April 2009].
- Hidayani, T. R. 2018. *Analisis Sifat Fisika dari Komposit Panel Dinding dengan Matriks Limbah Plastik Polipropilena dan Pengisi Sabut Kelapa – Sludge*

Kertas. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-7.

I.M.Sulastiningsih, Novitasari, Agus Turoso, (2006). *Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat Papan Partikel Bambu*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol.24 No.1. Hal 5. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Jones, R. M. 1999. *Mechanics Of Composite Materials Second Edition*. Blacksburg: Taylor & Francis.

Jonathan P. 2013. *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit dari Serat Sabut Kelapa*. Manado: Jurnal Universitas Sam Ratulangi.

Kaltim Post, 2006. *Investor Tak Lirik Industri Kertas hingga Tahun 2015*. Kaltim Post, Rabu, 22 Februari 2006.

Laintarawan, I Putu, dkk. 2009. *Buku Ajar Mekanika Bahan*. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia.

Lokantara, I. P. 2010. *Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa*. Bali: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Udayana.

Manihuruk, Riris dan Henok Siagian. 2015. *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Bermatriks Poliester Tak Jenuh dengan Filler Serat Batang Pisang*. Medan. Jurnal Einstein.

Marwan Muhammad. 2016. *Ketaguhan Impact Fracture Komposit High Density Polyethylene Berpenguat Serat Enceng Gondok*. Semarang: Universitas Muhammadiyah

- Mastariyanto Perdana, R. P. Y., 2016. *Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekuatan Lentur Green Composite Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan*, Jurnal Ipteks Terapan, 4, pp. 269–275. Doi: <http://dx.doi.org/10.22216/jit.2015.v9i4.409> Abstract.
- Mikael, I. Hartono, R. Sucipto, T. 2014. *Kualitas Papan Partikel Dari Campuran Ampas Tebu dan Partikel Mahoni Dengan Berbagai Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida*, Jurnal Kehutanan USU, 5, 1-8.
- Mis Ariska AJ Rambe, Dkk. 2016. *Pemanfaatan Limbah Serat Ampas Tebu (Saccharum Offianarum) Sebagai Bahan Baku Genteng Elastis*. Sumatera Utara: Jurnal Teknologi Kimia Unimal.
- Nurhidayat. 2015. *Kajian Pengaruh Media Perendaman Terhadap Ketangguhan Impak Komposit HDPE Limbah Cantula sebagai Bahan Panel Ramah Lingkungan*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Nuruddin, Mochammad, dkk. 2018. *Desain Komposisi Bahan Komposit yang Optimal Berbahan Baku Utama Limbah Ampas Serat Tebu (Bagasse)*. Gresik. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Pardede, D., 2014. *Analisa Kajian Tegangan Beton dengan Campuran Serat Ampas Tebu*. Medan: Universitas Sumatera Utara,.
- Purwanto. 2008. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Putera, H.D.R. 2012. *Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) dengan Variasi Pelarut*. Depok: Universitas Indonesia.

- Rangkuti, Freddy. 2011. *SWOT Balanced Scorecard*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Risky. W, Akhiruddin, Sudiatai. 2013. *Pembuatan Dan Karakterisasi Plafon Dari Serbuk Ampas Tebu Dengan Perekat Polyester*. Medan: Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Saefudin, Arif. 2007. *Pemanfaatan Kayu Sebagai Bahan Struktur Bangunan*. Jakarta: Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil FT. UNJ
- Sari, N. H dan Sinarep. 2011. *Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy dengan Penguatan Serat Nilan*. Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin. 1(1):1-6.
- Safitri, Shofia Dewi. 2017. *Komposit Serat Kelapa – Epoxy sebagai Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schwartz, M. M. 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: Mc Graw Hill Book Co.
- Shabiri, dkk. 2014. *Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu*. Sumatera Utara: Jurnal Teknik Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Sijabat K. 2007. *Pembuatan Keramik Paduan Cordicrit Sebagai Bahan Refraktori dan Karakteristiknya*. Tesis, USU Medan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2006. *Papan Partikel (SNI) No. 03-2105-2006*. Pusat Standarisasi Industri, Departemen Perindustrian. Jakarta.

- Sudirman, M. Anggaravidya, E. Budianto, dan I. Gunawan. 2012. *Synthesis and Characterization of Polyester-Based Nanocomposite*. *Procedia Chemistry* 4: 107-113.
- Suroto, 2010. *Diversifikasi Produk Papan Partikel dari Limbah Serutan Rotan Industri Perajin Rotan*. Laporan Penelitian. Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru
- Susilawati Herlina, dkk. 2017. *Kajian Ketangguhan Impan terhadap Komposit Sabut Kelapa Limbah Plastik Variasi Fraksi Volume Sabut Kelapa sebagai Bahan Core Ramah Lingkungan*. Semarang: Universitas PGRI Semarang.
- Syaiful. 2008. *Ampas Tebu*. <http://bioindustri.blogspot.com/2008/04/ampas-tebu.html>.
- Syamsudin. 2007. *Pemanfaatan Campuran Limbah Padat Dengan Lindi Hitam Dan Industry Pulp Dan Kertas Sebagai Bahan Biobriket*. Bandung: Majalah Ilmiah
- Ulfah, Fadillah, Syakbaniah dan Yenni Darvina. 2015. *Pengaruh Variasi Komposisi Serat Tandan Kosong Sawit (TKS) dan Serbuk Kayu terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanis Papan Partikel*. Padang. *Pillar Of Physics*.
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S., 2003. *Flax Fiber-Reinforced Thermoplastik Composites*, *Journal The Society for Eng. In Agricultural, Food, and Biological Systems*, *Dep. Of Agricultural and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan., Canada*
- Warlina, Lina. 2019. *Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mitigasi Bencana Lingkungan*. Seminar Nasional FST Universitas Terbuka 2019.

Wijaya, Vincent. 2021. *Pengaruh Komposisi Pengisi Dan Tekanan Terhadap Pembuatan Komposit Polyester Dengan Pengisi Limbah Fly Ash*. Medan: Universitas Sumatera Utara

Wiranda Wike dan M.H.Harahap. 2015. *Pengaruh Perendaman Filler Serat Ampas Tebu dengan Variasi Konsentrasi NaOH terhadap Sifat Mekanik Komposit Resin Polyester*. Medan: Universitas Negeri Medan.