

PEMANFAATAN LIMBAH SERAT PINANG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN FILAMENT 3D PRINTING

Gusti Afrianda, Yulfitra, Muhammad Arifin

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan
gustiafrianda1@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi serat pinang sebagai bahan penguat dalam pembuatan filament untuk percetakan 3D menggunakan polylactic acid (PLA). Dengan meningkatnya kebutuhan akan material ramah lingkungan dalam teknologi percetakan 3D, penelitian ini mengkaji pengaruh pencampuran serat pinang dengan PLA (polylactic acid) terhadap sifat mekanik dan thermal dari komposit yang dihasilkan. Metode yang digunakan meliputi analisis mekanis, pengujian mikrostruktur dan differential scanning calorimetry (DSC) untuk mengevaluasi karakteristik material. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat pinang dapat meningkatkan kekuatan material dengan rasio optimal 70% PLA dan 30% serat pinang. Pengujian DSC mengungkapkan karakteristik thermal yang menjanjikan mendukung potensi aplikasi dalam industri. Pengujian menggunakan differential scanning calorimetry (DSC) menunjukkan data karakteristik thermal dari campuran. Hasil pengujian DSC mencatat peak pada suhu 341,42 °C, onset pada 338,78 °C, dan endset pada 345,68 °C, dengan nilai heat sebesar 4,92 MJ dan 0,65 J/g.

Kata-Kata Kunci: Serat Pinang, polylactic Acid (PLA), Differential Scanning Calorimetry (DSC)

I. Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya kesadaran terhadap lingkungan, perancang dan insinyur produk menjadi lebih sadar akan konsekuensi penggunaan sumber daya yang tidak terbarukan atau tidak dapat terurai secara hayati. Akibatnya, ada telah terjadi pergeseran teknologi inovatif menuju bersifat *nonbiodegradable* pemanfaatan *biopolymer* dibandingkan plastik konvensional, yang sebagian besar [1]. Proses membuat objek pada tiga dimensi atau berbagai bentuk apapun dari model digital. Pada umumnya material dari 3D Printing sendiri biasanya menggunakan filament PLA (*Polylactic Acid*) sendiri memiliki kelebihan dan kekurangan dimana kelebihan dari PLA (*Polylactic Acid*) adalah bahan yang banyak dijumpai di pasaran [2].

PLA (*Polylactic Acid*) Memiliki kelemahan yaitu daya tahan terhadap daya suhu yang tinggi. Pencetakan tiga dimensi telah merevolusi produksi dan fabrikasi objek melalui konstruksi model digital secara bertahap. Teknik ini memungkinkan pembuatan komponen dengan geometri kompleks yang sebelumnya sulit atau tidak mungkin diproduksi menggunakan metode konvensional. Industri diragukan, kedokteran, dan otomotif menggunakan AM untuk prototipe, suku cadang penggunaan akhir, dan peralatan khusus [3]. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekaniknya lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit berpenguat serat alam maupun buatan merupakan jenis komposit yang banyak dikembangkan menjadi bahan pengganti logam. Komposit berpenguat serat banyak di aplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat dan ringan [4].

Serat dari buah pinang banyak mengandung bagian berserat keras yang menutupi bagian

endosperma yang komposisinya 30-45% dari total volume buah. Serat kulit pinang sebagian besar terdiri dari hemiselulosa dan bukan selulosa. Serat buah pinang mengandung 13% sampai 24,6% senyawa lignin, 35% sampai 64,8% hemiselulosa, kandungan abu sebanyak 4,4%, dan sisanya sebanyak 8% sampai 25% kandungan air. Serat berdampingan dengan lapisan dalam yang merupakan kelompok sel yang mengalami lignifikasi secara tidak teratur yang disebut serat keras dan lapisan-lapisan tengah yang mengandung serat lembut [5]. Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer termoset memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut yang disebabkan wujudnya yang cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi sehingga mampu membasahi permukaan serat. Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (filler) dan berbagai ciri-ciri dari matriks [6].

II. Tinjauan Pustaka

Pemanfaatan bahan komposit ini dilatarbelakangi seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi saat ini banyaknya pohon pinang yang ada di lingkungan sekitar. Sehingga menjadi daya tarik tersendiri untuk memanfaatkan serat kulit biji pinang menjadi sebagai bahan campuran untuk filament 3D printing. Hal ini dipengaruhi karena tidak dimanfaatkan limbah kulit buah pinang, sangat mudah ditemui disekitar daerah pedesaan dan perkampungan. Pinang (*Areca catechu*) adalah tanaman yang sekeluarga dengan kelapa. Salah satu jenis tumbuhan monokotil ini tergolong palempaleman. Secara rinci, sistematika pinang diuraikan seperti, divisi (*Plantae*), Kelas (*Monokotil*), ordo

(*Arecales*), famili (*Arecaceae* atau *Palmae*), Genus (*Areca*), Spesies (*Areca catechu*).[7]

Dalam perkembangannya, serat yang digunakan tidak hanya serat sintetis (*fiber glass*) tetapi juga serat alami (*natural fiber*). Menurut Komposit serat alam memiliki keunggulan lain bila dibandingkan dengan serat lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami, harganya pun lebih murah dibandingkan serat gelas.[8]

Plastik adalah bahan yang terbuat dari senyawa sintetik atau semi-sintetik yang memiliki sifat mudah dibentuk. Material yang satu ini juga terkenal sangat rendah biaya, serbaguna, juga tahan air. Atas beberapa keunggulannya tersebut plastik digunakan pada banyak produk dari berbagai sektor. Termasuk sektor *Additive Manufacturing (AM)*, atau industri 3D printing. Bagian da yang berencana untuk membuat model atau prototipe 3D printing menggunakan bahan plastik, penting untuk diketahui bahwa setiap plastik akan membutuhkan parameter pencetakan 3D yang berbeda selama proses pembentukannya [9]. Teknologi pencetakan 3D, atau yang lebih dikenal sebagai *3D printing*, telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Dari awalnya hanya digunakan untuk *prototyping* dalam industri manufaktur, kini *3D printing* telah menjadi sebuah revolusi dalam cara kita membuat berbagai macam barang, mulai dari mainan hingga bagian pesawat terbang [10].

III. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu ilmu pengetahuan yang memuat berbagai cara kerja didalam melaksanakan penelitian dari awal hingga akhir. Metodologi penelitian juga merupakan suatu tahapan-tahapan pemecahan masalah yang dibuat sebagai kerangka berpikir dalam melaksanakan penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan sistematika pelaksanaan penelitian secara lebih jelas dan terarah.

Algoritma Sistem

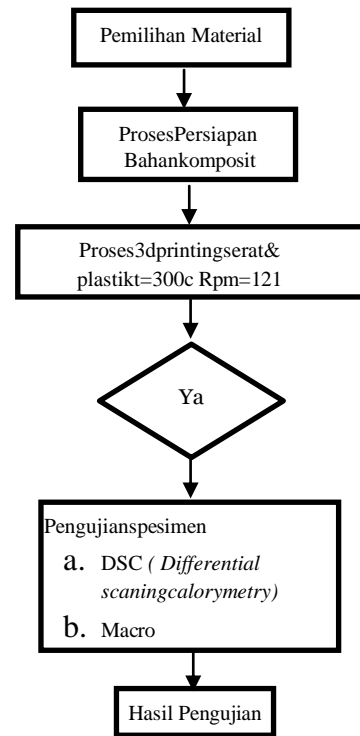
Algoritma sistem adalah urutan atau tingkat proses sistem dan menjalankan tugas atau fungsi. Algoritma ini dibuat untuk menemukan. Berikut merupakan algoritma sistem pada perancangan alat yang akan dibangun:

Tahapan-tahapan algoritma system pada rancangan akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pemilihan serat kulit buah pinang yang sudah dikumpulkan.
2. Pemilihan material guna memastikan material untuk dilakukan pengujian telah sesuai.
3. Menggunakan jenis plastic PLA (Polylactic Acid).
4. Proses persiapan bahan komposit

5. Proses 3 d printing serat & plastik t=300 c Rpm=121 yang sudah ditentukan
6. pengujianspesimen dcs(*differential scanning calorimetry*) dan Macro

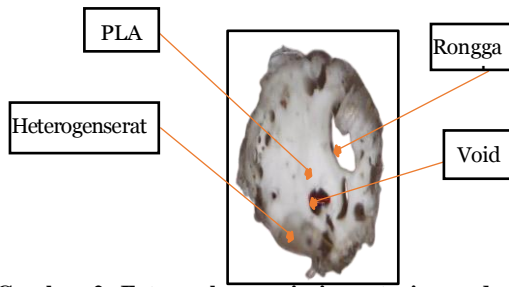
Analisa data dalam hal ini adalah dengan menggunakan teknik analisis kuantitatif deksriktif, yaitu teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau menyampaikan hasil penelitian dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Algoritma system

IV. Hasil dan Pembahasan

Ada pengamatan Foto Digital USB Microscope spesimen serat pinang dan biji plastik PLA (*polylactic acid*) di cetak dengan ukuran panjang 46 mm lebar 14 mm agar dapat di letakan pada stage blok carbon tip. Pengamatan struktur mikro ini dilakukan pada specimen dengan variasi serat 63gr dan Pla 143gr. disini saya melakukan foto micro menggunakan alat macro 1/100 untuk mengetahui serat pinang dan PLA (*polylactic acid*) menyatu di dalam spesimen yang di lakukan karena di akibatkan proses penekanan, dan terlihat jugak beberapa void yang terdapat pada spesimen dengan varia serat pinang dan PLA (*polylactic acid*).



Gambar 2. Foto makro variasi serat pinang dan biji plastik PLA

Pada Gambar 2 hasil foto makro struktur pada spesimen dengan variasi serat pinang dan PLA (*polylactic acid*).pengujian ini di lakukan di Laboratium Teknik Mesin Universitas Harapan Medan.Hasil penyatuan serat pada gambar di atas menunjukkan campuran variasi perbandingan antara serat pinang dan PLA (*polylactic acid*).hasil penyatuan serat ini dengan komposisi Biji plastik sebanyak 143 gr dan berat serat pinang sebesar 63 gr .dengan skala perbandingan 70 % : 30%.

4.1 Pengujian DSC (*Diffrental Scanning Calorimetry*)

DSC (*Diffrental Scanning Calorimetry*) juga dapat digunakan untuk mengamati perubahan fisik yang lebih halus, seperti transisi kaca. Hal ini banyak digunakan dalam pengaturan industri sebagai instrumen pengendalian kualitas karena penerapannya dalam mengevaluasi kemurnian sampel dan untuk mempelajari kemurnian polimer.

$$A=P \times L$$

Dimana :

$$A=\text{Luas penampang } \text{gmm}^2$$

$$P= \text{Panjang (mm)}$$

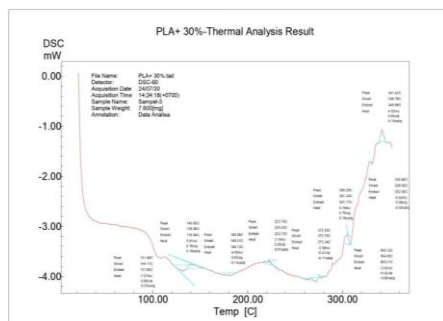
$$L=\text{Lebar (mm)}$$

Dari rumus di atas luas penampang specimen serat piang & PLA (*Polylactic acid*) uji DSC (*Diffrental Scanning Calorimetry*) adalah sebagai berikut :

$$A=P \times l$$

$$A= 46 \times 14 = 644 \text{mm}^2$$

Tabel 1. Hasil Pengujian DSC (*Diffrental Scanning Calorimetry*)



Data hasil Pengujian DSC (*Diffrental Scanning Calorimetry*) ada 9 hasil data dari specimen yang diuji dengan pengujian DSC (*Diffrental Scanning*

Calorimetry) yang paling tinggi adalah hasil akhir sebagai berikut:

Peak :341 ,42 °C

Onset :338,78 °C

Endset:345,68°C

Heat: 4,92 mj

0,65j/g

V 0.15cal/g

Puncak (Peak): Puncak pada grafik menunjukkan transisi termal, seperti titik lebur atau transisi kaca. Misalnya, puncak tertinggi pada grafik menunjukkan suhu di mana material mulai meleleh atau mengalami perubahan fase.

Onset adalah suhu dimana perubahan pertama kali terdeteksi. Ini adalah titik awal dari transisi termal.

Endset adalah suhu di mana transisi berakhir. Ini memberikan rentang suhu dimana perubahan terjadi.

Heat Flow: Grafik DSC biasanya menunjukkan aliran panas (heat flow) terhadap suhu. Perubahan dalam aliran panas dapat menunjukkan apakah material menyerap atau melepaskan panas.

4.2 Hasil Perhitungan

Setelah dilakukannya pengujian diatas serat pinang dan PLA yang di satukan dengan menggunakan alat mesin Moulding plastik untuk mendapatkan paduan bahan PLA 70 Serat pinang 30 sebagai berikut :

$$\text{Maka } 30\% = \frac{30}{100} = 0,3$$

$$70\% = \frac{70}{100} = 0,7$$

$$\text{Berat serat} = \text{Berat keseluruhan} \times 0,3$$

$$= 210 \text{ gram} \times 0,3$$

$$= 63 \text{ gram pada serat}$$

$$\text{Berat PLA} = \text{Berat keseluruhan} \times 0,7$$

$$= 210 \text{ gram} \times 0,7$$

$$= 147 \text{ gram pada biji plastik}$$

$$\text{Total} = \frac{147}{100} : \frac{63}{100}$$

$$= 70\% : 30\%$$

Penjelasan total berat serat dan biji plastik PLA(*polylactic acid*) karna mesin molding plastik tidak mampu di atas 210 gr dalam pembuatan pencetakan tidak bisa sekali gus. Karena bisa membuat kemacetan terhadap screw mesin molding plastik.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan serat pinang ke dalam campuran PLA terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik material. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit yang dihasilkan memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan PLA yang dicetak tanpa serat pinang.
2. Campuran yang digunakan adalah 70% PLA dan 30% serat pinang, dengan total berat komposit sebesar 210 gram. Dari perhitungan, berat serat pinang adalah 63 gram dan berat PLA adalah 147 gram, sesuai dengan rasio yang ditentukan.
3. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran serat pinang dan PLA memiliki karakteristik yang menjanjikan untuk aplikasi dalam pencetakan 3D, dengan potensi untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan material di mana pada saat Pengujian menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) menunjukkan data karakteristik thermal dari campuran serat pinang dan PLA. Hasil pengujian DSC mencatat peak pada suhu 341,42°C, onset pada 338,78 °C, dan endset pada 345,68 °C, dengan nilai heat sebesar 4,92 MJ dan 0,65 J/g.
4. Berdasarkan hasil pegujian yang dilakukan ,penulis menyarankan sebagai berikut:Untuk Peneliti selanjutnya perlu dilakukan perbandingan bahan serat dan PLA misalnya, mencoba rasio yang berbeda (misalnya 60:40 atau 50:50).

5.2 Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya perlu dilakukan pengujian dengan material lain sebagai perbandingan.
2. Untuk peneliti selanjutnya harus –harus meningkatkan messlebih rendah material yang digunakan agar menjadi halus tidak terjadi kemacetan dinozel 3D printing

Daftar Pustaka

- [1] A. Wibowo, 2022, *Model Bisnis Ramah Lingkungan (Green Business)*, Penerbit Yayasan Prima Agus Tek., vol. 8, no. 1, pp. 1–120.
- [2] A.A.Wibowo, 2024, *Ketelitian Geometri Produk Komposit menggunakan Cetakan Hasil 3D Printing Fused Deposition Modeling (FDM) dikombinasi CNC Milling*, Universitas Islam Indonesia.
- [3] S. E. Nurul Hidayat *et al.*, 2024, *Eksplorasi Proses Manufaktur Untuk Masa Depan Teknologi dan Produksi*. Batam: Cendikia Mulia Mandiri.
- [4] L. Marackova, O. Zmeskal, P. Mencik, R. Prikryl, and J. Vacula, 2023, *Thermal Properties Of Pla With Conductive Admixtures For Photo-Electric Applications, Prepared By 3d Printing*, in AIP Conference Proceedings, vol. 2894, no. 1, pp. 1–10, doi: 10.1063/5.0163727.
- [5] R. H. B. Setiarto, 2020, *Teknologi pengemasan pangan antimikroba yang ramah lingkungan*. Bogor: Guepedia.
- [6] A. Kassab, D. Al Nabhani, P. Mohanty, C. Pannier, and G. Y. A. 1, 2023, *Memajukan Daur Ulang Plastik: Tantangan Dan Peluang Dalam Integrasi Percetakan 3d Dan Daur Ulang Terdistribusi Untuk Ekonomi Sirkular*, Polim., vol. 15, no. 19, p. 3881, 2023, doi: 10.3390/polym15193881.
- [7] R. A. Ilyas *et al.*, 2021, *Polylactic Acid (Pla) Biocomposite: Processing, Additive Manufacturing And Advanced Applications*, Polymers (Basel)., vol. 13, no. 8, p.1326,2021, doi: 10.3390/polym13081326.
- [8] A.Fiqri,H.Yudo,andU.Budiarto, 2017, *Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (Smooth Cayenne) dan Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact*, J. Tek. Perkapalan, vol. 5, no. 2, pp. 408–420, 2017.
- [9] A. M. Okputra, 2020, *Analisis Mutu Fisik Pinang (Areca catechu L.) Varietas Thailand dengan Lama Pengerinan yang Berbeda*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2020.
- [10] R. Kartini, H. Darmasetiawan, A. K. Karo, and S. Sudirman, 2018, *Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*, J. Sains Mater. Indones., vol. 3, no. 3, pp. 30–38, 2018, doi: 10.17146/jsmi.2002.3.3.5069.
- [11] R. D. Wibowo, 2014, *Sifat Fisis Dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Di Treatment Menggunakan kmno4*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.