

ANALISA MICROSKOPIK HASIL EKSTRUDER MATERIAL KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS

Ricardo Fransiskus Damanik, Din Aswan Amran Ritonga

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan

ricardofransiskusdamanik@gmail.com;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat daun nanas sebagai bahan penguat dalam pembuatan material komposit berbasis bioplastik PLA (Polylactic Acid) melalui proses ekstrusi. Pemilihan serat daun nanas didasarkan pada kandungan selulosa yang tinggi ($\pm 70\%$) sehingga berpotensi meningkatkan sifat mekanis komposit sekaligus mengurangi limbah pertanian. Proses penelitian meliputi persiapan serat melalui perendaman, perlakuan NaOH, pengeringan, dan penghalusan, dilanjutkan pencampuran dengan PLA pada perbandingan 15:1 menggunakan mesin molding plastik. Karakterisasi dilakukan menggunakan Differential Scanning Calorimetry (DSC) dan Foto mikroskope. Hasil DSC menunjukkan dua puncak endotermik utama pada suhu $108,60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta H = 3,16\text{ J/g}$) dan $151,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\Delta H = 3,11\text{ J/g}$), serta dua puncak eksotermik minor pada suhu $254,06\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $268,14\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang menandakan awal degradasi termal. Nilai entalpi leleh yang rendah mengindikasikan kristalinitas komposit sangat rendah (hampir amorf). Hasil pengamatan SEM memperlihatkan distribusi serat yang tidak sepenuhnya homogen, dengan sebagian serat tertanam baik dan sebagian lain terekspos di permukaan matriks. Secara keseluruhan, penambahan serat daun nanas pada PLA berhasil menghasilkan material komposit yang ramah lingkungan dan berpotensi diaplikasikan pada produk teknik, meskipun optimalisasi proses pencampuran dan perlakuan serat masih diperlukan untuk peningkatan kinerja.

Kata-Kata kunci: Serat, Daun Nanas, Komposit, DSC, Mikroskopik

I. Pendahuluan

Kemajuan teknologi dalam dunia industri mendorong permintaan terhadap perkembangan material komposit. Perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru, terutama industri alat transportasi seperti pesawat terbang, perkapalan dan mobil merupakan contoh industri yang sekarang mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berdensitas rendah, tahan terhadap korosi, kuat, tahan terhadap keausan dan fatigueserta ekonomis sebagai bahan baku industrinya.[1]

Hal ini mendorong pengembangan teknologi pembuatan material komposit berkembang lebih pesat untuk menjawab permintaan pasar. Di Indonesia sendiri penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang pembuatan berbagai macam material komposit untuk memenuhi bermacam-macam tujuan/kebutuhan telah banyak dilakukan baik dari kalangan pendidikan maupun Perindustrian. Penelitian ini cukup beralasan karena ketersediaan bahan baku serat penguat yang melimpah baik dari serat penguat komposit organik (serat bambu, serat nanas, serat tebu, pisang, dan ijuk) maupun serat penguat anorganik kebutuhan/permintaan hasil olahan material komposit yang cukup tinggi dipasaran.

Salah satu serat alam yang banyak ditemui di Indonesia adalah serat daun nanas kegiatan pasca panen terutama pemanfaatan produk sampingannya belum berjalan dengan optimal

Banyaknya potensi penghasil nanas di Indonesia sebagai alternatif pertanian yang dapat menjadi sumber penghasilan di Indonesia tetapi dari banyaknya buah yang di hasilkan belum dapat di manffatkan seluruhnya oleh Masyarakat sekitar. Buah Nanas (*Nanas comosus*) adalah sejenis tumbuhan Amerika tropis yang berasal dari Brazil, argentina dan peru. Kandungan dari buah nanas yaitu 81,72% udara, 20,87% serat kasar, 17,53 karbohidrat, 4,41% protein, 0,02% lemak, 1,66% serat basah, dan reduksi gula 13,65%.

Nanas merupakan buah yang sebenarnya seluruh bagian dapat di dimanfaatkan mulai dari buahnya yang dapat di olah menjadi berbagai jenis makanan dan minuman, kulit dan bonggolnya dapat di olah menjadi bahan baku bioethanol sedangkan daunnya biasanya hanya di jadikan kompos untuk tananman atau pun di olah menjadi tali.

Daun nanas merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan dari pertanian nanas, yaitu sekitar 90% setiap kali panen. Daun nanas mengandung 69,5-71,5% selulosa dan 4,4-4,7% lignin. Kandungan selulosa yang besar ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat dalam pembuatan bahan komposit[2]

Dalam pembuatan komposit dengan menggunakan serat alam, serat terlebih dahulu melalui proses treatment (pengolahan), seperti scouring (pencucian) dan bleaching (pemutihan) untuk meningkatkan sifat mekanis komposit. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor utama yang memengaruhi peningkatan sifat mekanik komposit serat alam adalah dengan melakukan proses treatment (pengolahan) serat dan menentukan fraksi volume serat. [3]

Sebelumnya sudah dilakukan pengujian menggunakan serat biji pinang yang mengandung kandungan selulosa yang lebih sedikit di bandingkan serat daun nanas sehingga di harapkan dengan selulosa yang lebih tinggi dapat mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Pentingnya penelitian ini terletak pada kemampuannya untuk membuat inovasi baru dalam pembuatan material komposit baru berbahan dasar serat alam yang lebih ramah lingkungan dari pada menggunakan bahan penguat sintetis. Melalui pengujian sifat mekanik, kami berharap dapat mengevaluasi secara komprehensif performa material komposit berbasis serat daun nanas dan memberikan panduan bagi para praktisi dan peneliti di bidang material komposit.

II. Tinjauan Pustaka

Material komposit adalah material yang terbentuk dari pencampuran dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik yang berbeda beda. Dengan pencampuran ini akan menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material penyusunnya.[4] Proses pembuatannya melalui proses pencampuran yang heterogen, sehingga kita dapat merencanakan kekuatan material yang kita inginkan dengan menyesuaikan komposisi material yang digunakan. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Kekuatan tarik dari komposit serat karbon lebih tinggi daripada semua paduan logam. 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.

Pemanfaatan nanas biasanya hanya pada buahnya saja sedangkan daun nanas belum banyak di manfaatkan. Pada saat panen, tanaman nanas harus di ganti dengan tanaman nanas yang baru sedangkan daunnya hanya dibuang sebagai limbah. Tanaman nanas akan di bongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk di tanami dengan tanaman baru sehingga mengakibatkan limbah daun nanas semakin bertambah dan biasanya daun nanas hanya di gunakan sebagai pupuk. Padahal tanaman nanas dapat menghasilkan 70 – 80 lembar daun atau 3 – 5 kg daun nanas dengan kadar air 85%. Setelah panen bagian yang menjadi limbah terdiri dari : 90 % daun 9% tunas batang dan 1% batang.

Komposisi atau kandungan kimia daun nanas dapat di lihat di table di bawah ini :

Komposisi kimia serat daun nanas Nilai (%)

Selulosa	69,5 – 71,5
----------	-------------

Pentosan	17,0 – 17,8
Lignin	4,4 – 4,7
Pektin	1,0 – 1,2
Lemak dan Wax	3,0 – 3,3
Abu	0,7 – 0,8
Zat lain (protein, asam organik, dll)	4,5 – 5,3

Selulosa merupakan polimer alam paling melimpah, biokompatibel, dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tidak beracun, serta dapat di perbarui. Selulosa sangat bermanfaat dalam pembuatan komposit dikarenakan serat selulosa karena dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit, selulosa memiliki densitas rendah, sehingga dapat membuat material komposit yang ringan tetapi tetap kuat, selulosa adalah bahan alami dan dapat terurai secara hayati, selulosa juga dapat meningkatkan sifat mekanis komposit secara keseluruhan seperti modulus elastisitas dan ketangguhannya.

Pemilihan serat daun nanas ini di dasarkan oleh data di atas bahwasannya serat daun nanas memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga dapat menjadi bahan penguat yang baik bagi komposit yang akan dapat meningkatkan kekuatan, elastisitas, berat dan dapat di urai secara hayati.

Selulosa adalah polisakarida (karbonhidrat kompleks) yang terdiri dari rantai panjang molekul glukosa dan merupakan komponen utama dinding sel tumbuhan. Selulosa ini adalah bahan struktur utama yang memberi kekuatan dan kekakuan pada tumbuhan. Selulosa memiliki banyak manfaat dalam pembuatan material komposit, terutama sebagai bahan penguat dalam matriks karena sifat mekaniknya yang baik, ketersediaan yang melimpah di alam serta sifat ramah lingkungan.

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.

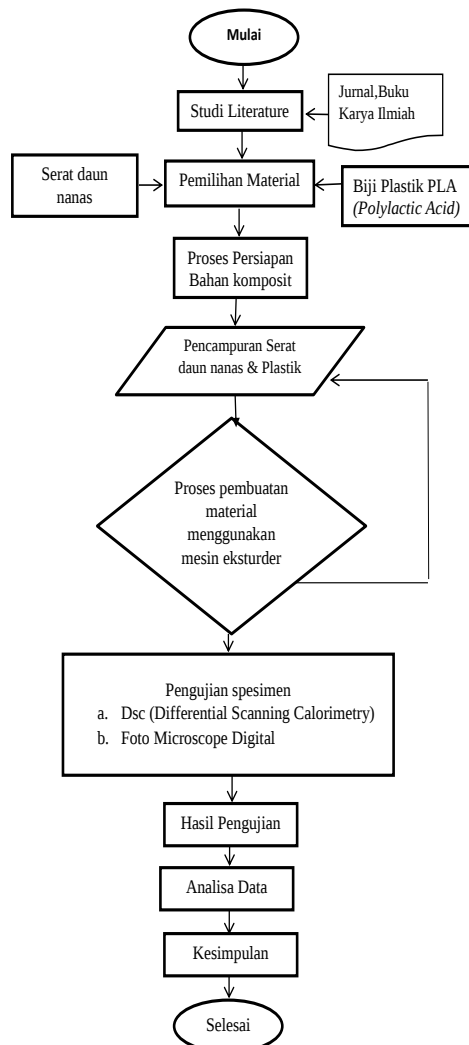
Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah urutan atau tingkat proses sistem dan menjalankan tugas atau fungsi. Algoritma ini dibuat untuk menemukan. Berikut merupakan algoritma sistem pada perancangan pembuatan material komposit

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

1. Membaca beberapa referensi dari jurnal ataupun buku ilmiah.
2. Pemilihan material guna memastikan material untuk dilakukan pengujian telah sesuai.
3. Proses persiapan bahan komposit
4. Pencampuran biji plastik dengan serat daun nanas
5. Proses pembuatan material menggunakan mesin ekstruder

6. Pengujian spesimen dengan dcs (*differential scanning calorimetry*)
7. Pengujian spesimen dengan foto micro



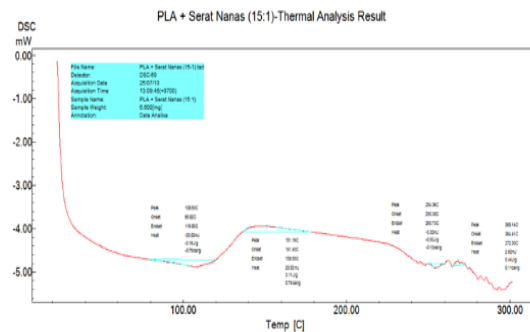
Analisa data dalam hal ini adalah dengan Gambar 1. Algoritma sistem

Gambar 1. Algoritma sistem

III. Hasil dan Pembahasan

Pengujian DSC (*Differential 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.

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



Data hasil Pengujian DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) dari spesimen yang di uji dapat terlihat melalui tabel di atas, dan di dapat beberapa titik transisi termal antara lain: Transisi gelas (T_g) Transisi gelas menunjukkan perubahan material dari keadaan keras menjadi lunak, dimana dari grafik di atas transisi gelas dari spesimen berada di suhu 60 – 70 °C. Pelelehan awal & kristalisasi dingin Fenomena ini menunjukkan *cold cristallitation*, yaitu proses kristalisasi ulang Pla selama pemanasan, dimana dari grafik di atas *cold cristallitation* dari spesimen berada di Onset 151,40 °C, Peak 161,90 °C, Endset 166,55 °C $\Delta H = 3,71$ J/g. Melting Temperature adalah puncak pelelehan utama spesimen di tandai dengan puncak endotermik, dimana dari grafik di atas Melting Temperature dari spesimen berada di Onset 166,55 °C, Peak 168,00 °C, Endset 169,90 °C, $\Delta H = 2,70$ J/g. Degradasi awal/transisi lanjutan Proses ini menunjukkan awal degradasi termal spesimen, dimana dari grafik di atas degradasi awal dari spesimen berada di Peak 254,90 °C dengan $\Delta H = 12,63$ J/g. Degradasi utama ini merupakan tanda dekomposisi termal material (PLA dan serat nanas mulai terurai), dimana dari grafik di atas degradasi utama dari spesimen berada di onset 284,14 °C, Peak 284,14 °C, Endset 287,20 °C, $\Delta H = 0,11$ J/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 di mana 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. Pengamatan Foto Digital USB Microscope

Mikroskop digital USB adalah alat yang menggunakan sensor digital untuk menangkap dan menampilkan gambar objek kecil pada layar komputer. Fungsinya adalah untuk memperbesar dan menganalisis objek yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang, seperti dalam bidang penelitian, pendidikan, dan industri. Mikroskop digital USB memungkinkan perbesaran gambar hingga tingkat yang sangat tinggi, memungkinkan

pengguna untuk melihat detail yang sangat kecil pada objek.



Gambar 2. Foto microscope digital

Dari Gambar 2 di atas ada beberapa kesimpulan yang dapat kita perhatikan diantaranya:

- Terlihat serat-serat halus memanjang yang menjadi penguat dalam komposit.
- Serat tampak sebagian tertanam dalam matriks, sebagian lain terekspos di permukaan.
- Matriks polimer berwarna putih terlihat mengisi celah di antara serat.

Beberapa serat tampak terikat cukup baik dalam matriks, namun ada yang terlihat longgar atau terlepas. Hal ini dapat mengindikasikan ikatan antarmuka yang bervariasi, mungkin akibat distribusi serat yang tidak seragam atau kurangnya perlakuan permukaan (surface treatment).

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Penambahan serat daun nanas pada PLA dengan perbandingan 15:1 berhasil menghasilkan material komposit yang ramah lingkungan, ringan, dan memiliki sifat mekanik serta termal yang dapat dianalisis menggunakan metode DSC
- Hasil pengujian DSC PLA + serat nanas (15:1) memiliki Tg sekitar 60–70 °C → masih sesuai dengan karakter PLA murni. Cold crystallization terjadi sekitar 150–165 °C → hal ini menunjukkan bahwa campuran memiliki struktur semi-kristalin yang masih bisa membentuk fase kristal saat dipanaskan. Pelelehan utama PLA (Tm) terjadi pada 168 °C → konsisten dengan PLA murni, artinya penambahan serat nanas tidak terlalu menggeser Tm. Degradasi termal mulai nyata setelah 250 °C dan mencapai puncak sekitar 284 °C, menunjukkan batas ketahanan panas material. Nilai entalpi (ΔH) menunjukkan energi yang diperlukan untuk transisi, semakin besar nilainya menandakan proses yang lebih signifikan.

- Hasil pengamatan mikroskop digital memperlihatkan adanya serat-serat nanas yang sebagian tertanam baik dalam matriks, namun sebagian lain longgar atau terekspos di permukaan, menunjukkan variasi kualitas ikatan antarmuka serat–matriks.
- Secara umum, pemanfaatan serat daun nanas berpotensi meningkatkan nilai tambah limbah pertanian menjadi produk komposit berbasis bioplastik yang lebih ramah lingkungan, meskipun optimalisasi proses pencampuran dan perlakuan serat masih diperlukan untuk peningkatan kinerja.

4.2 Saran

Disarankan sebagai berikut:

- Dilakukan perbandingan pengujian selain dari 15:1 misal mencoba rasio 15:5 dan lain sebagainya.
- Untuk pengujian selanjutnya perlu dilakukan dengan material lain sebagai pembandingnya.
- Untuk pengujian selanjutnya digunakan foto mikroskope yang lebih jelas.
- Untuk penelitian selanjutnya di lakukan pengujian tambahannya untuk memaksimalkan analisa thermalnya.

Daftar Pustaka

- [1] S. M. Malik, 2025, *Analisis Kekuatan Dan Ketahanan Material Pada Mesin Industri Berbasis Material Komposit*, J. Multidisiplin Saintek, vol. 6, no. 5, pp. 1–4.
- [2] Y. Putri, L. Santosa, and E. Y. Adiman, 2023, *Kajian Penggunaan Serat Selulosa Alami Dari Daun Nanas (Serat Nanas) Sebagai Bahan Stabilizer Campuran Beraspal SMA*, J. Infrastruct. Constr. Technol., vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.56208/jictech.1.1.1-9.
- [3] R. A. kusuma Wardani, 2018, *Pemanfaatan Daun Nanas Sebagai Bahan Baku Papan Serat Dengan Perekat Organik*, Evolution (N. Y)., pp. 1–14..
- [4] M. Firdaus, 2024, *Pembuatan Papan Komposit Berbasis Serat Pelelepah Pinang (Filler) Dan Bahan Plastik Matriks Polypropylene (PP)*, Skripsi, Tek. Mater. Univ. Malikussaleh, p. [Online]. Available: <https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/858/>
- [5] Z. Zulkifli, H. Hermansyah, and S. Mulyanto, 2018, *Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxy terhadap Variasi Fraksi Volume Serat*, JTT (Jurnal Teknol. Terpadu), vol. 6, no. 2, p. 90, doi: 10.32487/jtt.v6i2.459.

- [6] J. R. Material and M. Energi, 2023, *Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang*, J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 6, no. 1, pp. 30–40, doi: 10.30596/rmme.v6i1.13599.
- [7] I. Mulyadi, 2019, *Isolasi Dan Karakteristik Selulosa*, J. Saintika Unpam, vol. 1, no. 2, pp. 177–182, 2019.
- [8] E. S. Muhammad Ravi Bachtiar Saputra, 2020, *Biodegradable Plastic Use Starch With Adding Zno Catalysts And Glyserol Stabilizers*, Pentana, vol. 01, no. 1, pp. 41–51.
- [9] R. Ridwan, T. Rihayat, A. Ilmi, and N. Aidy, 2022, *Pengaruh Sifat Material Dan Termal Komposit Pla (Poly Lactid Acid)/Coconut Fiber (Sabut Kelapa) Dengan Modifikasi Perendaman NaOH*, J. Sains dan Teknol. Reaksi, vol. 20, no. 02, pp. 1–9, 2022, doi: 10.30811/jstr.v20i02.3390.
- [10] Hanafi, I. Sujana, and R. A. Wicaksono, 2022, *Rancang Bangun Alat Ekstruder Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene Dan Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing*, J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin, vol. 3, no. 1, pp. 20–26.
- [11] E. C. Mentari, 2023, *Analisis Metode Differential Scanning Calorimetry Terhadap Sifat Thermal Produk Pencangkakan Anhidra Maleat Pada Karet Alam Siklis*, Jimtani, vol. 3, no. November, pp. 632–638, [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimtani>
- [12] C. A. Hidayat et al., 2023, *Mikroskop Digital, Otomatis, dan Portabel berbasis Raspberry Pi dengan Catu Daya DC*, Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones., vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2023, doi: 10.18196/mt.v5i1.18009.