

Pengaruh Variasi Massa Serat Pada *Green Composite* Serat Daun Nanas dan Sari Pati Kentang Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas

Komang Dicky Ari Prayudha, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan Ketut Astawa

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Terjadinya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri mengakibatkan meningkatnya permintaan material *green composite*. Material *green composite* dikembangkan untuk mengurangi penggunaan material yang tidak ramah dan berbahaya untuk lingkungan. Perlu adanya upaya menciptakan sebuah inovasi pengembangan komposit ramah lingkungan dengan menggabungkan matriks dan serat berbahan dasar alam. Penelitian ini menggunakan matriks alami yaitu sari pati kentang digabungkan dengan serat daun nanas berukuran 1 cm dengan variasi massa 95% : 5%, 90% : 10%, 85% : 15%. Dalam proses pembuatan matriks sari pati kentang dipanaskan hingga temperatur panas 170°C pada magnetic stirrer 200 rpm, kemudian dicetak menggunakan cetakan berbahan akrilik dan dibuat dengan metode hand lay-up. Dimensi spesimen uji tarik mengikuti ASTM D3039 dan dimensi spesimen uji densitas mengikuti ASTM D792-08. Hasil pengujian kekuatan tarik tertinggi pada variasi fraksi massa 15% serat diperoleh tegangan tarik 4,210 MPa, regangan 0,687% dan modulus elastisitas 0,616 GPa, sedangkan kekuatan tarik terendah pada variasi fraksi massa 5% serat dengan tegangan tarik 1,543 MPa, regangan 0,623% dan modulus elastisitas 0,359 GPa. Hasil pengujian densitas tertinggi didapat pada variasi fraksi massa 5% serat sebesar 1,646 gr/cm³. Sedangkan nilai densitas terendah didapat pada variasi fraksi massa 15% serat sebesar 1,581 gr/cm³.

Kata kunci: Bioplastik, *Green Composite*, Sari Pati Kentang, Serat Daun Nanas, Fraksi Massa, Uji Tarik, Uji Densitas

Abstract

The advancement of science and technology in the industrial world has resulted in an increasing demand for green composite materials. Green composite materials were developed to reduce the use of materials that are unfriendly and harmful to the environment. It is necessary to create an innovation in the development of environmentally friendly composites by combining natural-based matrices and fibers. This research uses a natural matrix, namely potato starch juice combined with 1 cm pineapple leaf fiber with a mass variation of 95% : 5%, 90% : 10%, 85% : 15%. In the process of making the matrix, the potato starch juice was heated to a hot temperature of 170°C on a 200 rpm magnetic stirrer, then molded using acrylic molds and made by hand lay-up method. The dimensions of the tensile test specimens follow ASTM D3039 and the dimensions of the density test specimens follow ASTM D792-08. The highest tensile strength test results in the variation of 15% fiber mass fraction obtained tensile stress 4.210 MPa, strain 0.687% and elastic modulus 0.616 GPa, while the lowest tensile strength in the variation of 5% fiber mass fraction with tensile stress 1.543 MPa, strain 0.623% and elastic modulus 0.359 GPa. The highest density test results were obtained in the 5% fiber mass fraction variation of 1.646 gr/cm³. While the lowest density value is obtained in the variation of 15% fiber mass fraction of 1.581 gr/cm³.

Keywords: Bioplastic, *Green Composite*, Potato Starch, Pineapple Fiber, Mass Fraction, Tensile Test, Density Test

1. Pendahuluan

Plastik memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia dikarenakan harganya yang terjangkau, ringan, serta mudah diproduksi. Penggunaan plastik secara berlebihan dapat menghasilkan sampah dan memberi dampak yang kurang baik bagi lingkungan. Permasalahan utama dari plastik adalah sampah plastik akan sulit hilang atau terurai dari lingkungan, karena sifatnya yang tahan terhadap degradasi dan akhirnya menyebabkan pencemaran.

Total pencemaran plastik yang dihasilkan manusia sekitar 400 juta ton plastik pertahun. Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan dari sampah plastik terhadap lingkungan, maka perlu dilakukan sebuah upaya untuk meminimalisir

pencemaran lingkungan ini dengan memproduksi plastik yang berbahan baku dari alam yang biasa dikenal dengan sebutan bioplastik.

Bioplastik dipilih menjadi salah satu upaya untuk menanggulangi masalah pencemaran sampah plastik karena dapat terdegradasi dan tidak berbahaya bagi lingkungan juga kesehatan manusia. Pengembangan bioplastik di Indonesia memiliki manfaat yang sangat baik guna mengurangi pencemaran limbah plastik di Indonesia, namun upaya ini masih cenderung sedikit dilakukan melihat dari jumlah produk – produk yang berbahan plastik dibandingkan dengan yang berbahan alam.

Green composite merupakan salah satu opsi untuk mengembangkan komposit dengan bahan – bahan yang berasal dari alam. *Green composite*

merupakan penggabungan matriks dengan serat alami sehingga membentuk bahan komposit yang alami. *Green composite* terbuat dari bahan resin berbasis pati dan serat selulosa yang dapat terurai kembali. Penggunaan serat alam potensial seperti serat daun nanas memiliki kekuatan tarik yang tidak kalah dengan serat sintetis, serta memiliki keunggulan lain seperti harganya yang lebih murah, memiliki bobot yang ringan, dan merupakan bahan alternatif yang memiliki sifat yang ramah lingkungan [1].

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh variasi massa serat pada *green composite* serat daun nanas dan sari pati kentang terhadap kekuatan tarik dan densitas. Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi massa serat pada *green composite* serat daun nanas dan sari pati kentang terhadap kekuatan tarik.
2. Bagaimana pengaruh variasi massa serat pada *green composite* serat daun nanas dan sari pati kentang terhadap densitas.

Pembatasan suatu masalah sangat penting digunakan untuk meminimalisir adanya multitafsir maupun penyimpangan masalah, sehingga dapat memudahkan peneliti dalam mencapai tujuan. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan sari pati kentang sebagai bahan bioplastik.
2. Bahan penguat komposit adalah serat daun nanas.
3. Proses pembuatan komposit dengan teknik *press handlay up*.
4. Proses pengadukan bahan bahan diasumsikan homogen.
5. Parameter lingkungan seperti suhu dan kelembaban diasumsikan homogen.

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Komposit merupakan material yang dianggap multifase karena dibuat dengan tujuan menunjukkan sebuah kombinasi sifat yang baik dari setiap material komponen-komponennya, sehingga terbentuklah material yang baru yang memiliki sifatnya lebih baik dari material pembentuknya [2]. Komposit pada umumnya tersusun atas penguat (serat) dan matriks (resin). Sifat ataupun karakteristik dari komposit ditentukan dari material penyusun komposit, penyusun structural dari penyusun dan interaksi antar penyusun.

2.2. Green Composite

Green composite merupakan penggabungan matriks dengan resin alami sehingga membentuk bahan komposit yang alami [1]. *Green composite* terbuat dari bahan berbasis pati dan serat selulosa yang dapat terurai kembali. Penggunaan serat alam memiliki kekuatan tarik yang tidak kalah

dibandingkan kekuatan tarik serat sintetis, serta memiliki keunggulan lain seperti harganya yang lebih murah, memiliki bobot yang ringan, dan ramah lingkungan [3].

2.3. Pati Kentang

Pati kentang merupakan komponen utama dalam kentang (*solanum tuberosum L*) yang berkontribusi pada kualitas nutrisinya. Pati adalah biopolymer yang memiliki dua jenis glukosa polimer. Keuntungan dari plastik berbasis pati adalah kelimpahan yang sangat tinggi di alam dan biaya yang rendah. Namun, sebagian besar bahan berbasis pati menunjukkan sifat fisik mekanik yang sangat buruk seperti kekuatan tarik rendah, kekakuan tinggi, perpanjangan saat putus dan stabilitas kelembaban yang buruk.

2.4. Serat Daun Nanas

Serat daun nanas atau *pineapple-leaf fibres* merupakan salah satu sumber daya alam potensial yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Jenis serat ini telah banyak dibudidayakan di Indonesia, terutama pulau Jawa dan Sumatera. Bentuknya menyerupai pedang dengan runcing di ujungnya berwarna hijau-kehitaman dan tepi daun berduri dengan panjang berkisar antara 55 sampai 75 cm [4].

Karakteristik mekanik serat daun nanas yang di variasikan penambahannya, terjadi kenaikan kekuatan tarik seiring bertambahnya serat daun nanas dan orientasi serat searah. Pada penambahan serat 10% mendapatkan kekuatan tarik 16,03 Mpa, pada 20% mendapatkan 23,19 Mpa, pada 30% mendapatkan 27.39 Mpa, pada 40% mendapatkan 33,57 Mpa. Penurunan kekuatan tarik juga terjadi apabila orientasi serat pendek acak. Penambahan serat 10% mendapat nilai 16,24 Mpa, pada 20% mendapat 14,32 Mpa, pada 30% mendapat 11,50 Mpa, dan 40% mendapat 8,12 Mpa.

2.5. Hand Lay-up

Hand lay-up merupakan metode pembentukan terbuka untuk pembuatan bahan komposit. Ini adalah metode paling sederhana dan tertua dan dapat dipertimbangkan dalam metode laminasi yang cocok terutama untuk komponen besar. Bahan penguat seperti kaca, polimer atau serat karbon ditempatkan secara manual ke dalam cetakan terbuka setelah menuangkan resin, yang dalam hal ini, dapat menjadi suspensi geopolimer. Secara manual, menggunakan sekop atau roller, suspensi tersebar di seluruh cetakan, merendam serat.

Selanjutnya, rol digunakan untuk menggulung komposit basah untuk memastikan interaksi yang ditingkatkan antara tulangan dan matriks, untuk memfasilitasi distribusi resin yang seragam, dan untuk mendapatkan ketebalan yang diperlukan. Akhirnya, laminasi dibiarkan sembuh dalam kondisi atmosfer standar. Umumnya, proses ini dibagi menjadi empat langkah : persiapan

cetakan, pelapisan gel, *lay-up*, dan pengawetan. *Curing* adalah proses pengerasan komposit resin yang diperkuat serat tanpa panas eksternal.

2.6. Uji Tarik

Uji tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, tegangan, dan regangan dari suatu material. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap peningkatan beban dan pertambahan panjang secara terus menerus serta menggunakan ASTM D 3039.

2.7. Uji Densitas

Uji densitas bertujuan untuk membantu menentukan karakteristik suatu material apakah akan mengapung atau tenggelam pada fluida. Pengujian dan perhitungan densitas pada penelitian ini mengacu pada standar ASTM D 792-08.

3. Metode-penelitian

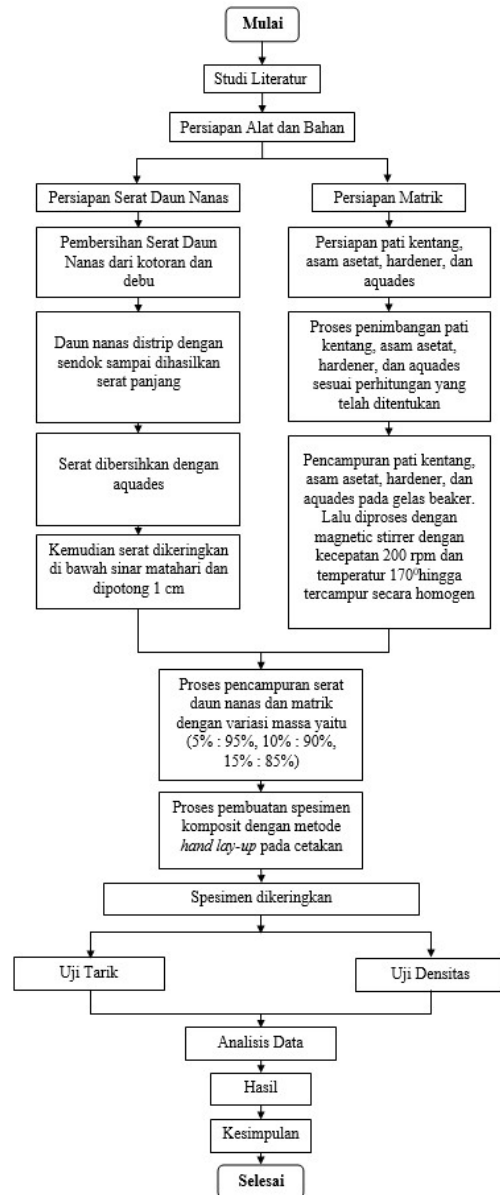
3.1. Alat Penelitian

1. Alat uji : Alat Uji Tarik dengan ASTM D 3039 dan Alat Uji Densitas dengan ASTM D 792-08.
2. Alat cetak yang terbuat dari bahan akrilik berbentuk persegi.
3. Alat ukur, terdiri dari penggaris, timbangan digital, gelas beaker 50 mL dan 500 mL.
4. Alat bantu, terdiri dari batang pengaduk, blender, Nesco Lab MS-H280-Pro Magnetic Stirrer, pengupas kulit kentang, pisau, Aluminium Foil, saringan, sendok, wadah, minyak atau wax.
5. Alat pembersih berupa lap dan tissue.

3.2. Bahan Penelitian

1. Kentang Kuning
2. Serat Daun Nanas
3. Asam Asetat
4. Hardener
5. Gliserol
6. Aquades
7. Alkohol

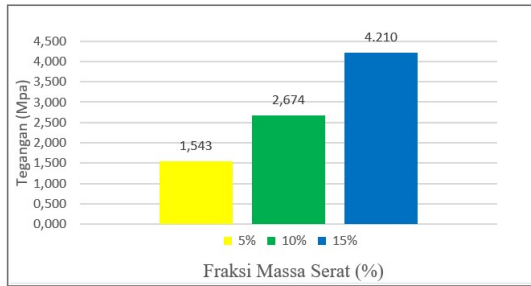
3.3. Diagram alir penelitian



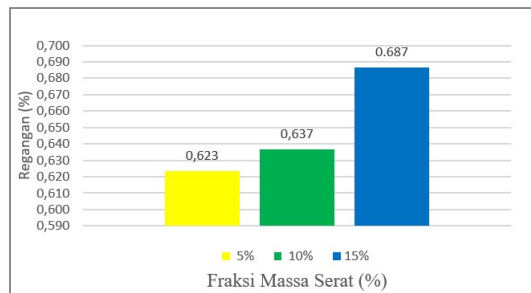
Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

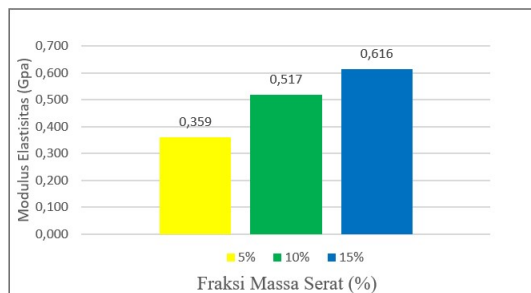
4.1. Hasil Uji Tarik



Gambar 2. Diagram Tegangan tarik



Gambar 3. Diagram Regangan Tarik



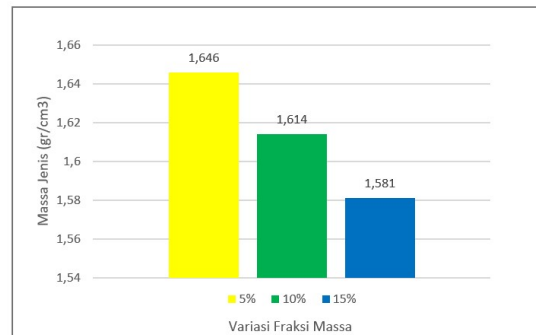
Gambar 4. Diagram Modulus Elastisitas

Berdasarkan data yang didapatkan pada gambar 1, 2, dan 3, menunjukkan hasil tegangan tarik yang didapatkan pengujian dari perbandingan 5%, 10% dan 15% yaitu dengan rata-rata untuk setiap variasi. Diperoleh tegangan tarik tertinggi pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 4.210 MPa, variasi 10% serat daun nanas sebesar 2.674 MPa, dan variasi 5% serat daun nanas memiliki nilai tegangan tarik terendah sebesar 1.543 MPa. Hasil pengujian regangan tertinggi diperoleh pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 0.687%, variasi 10% serat daun nanas sebesar 0.637%, dan variasi 5% serat daun nanas memperoleh regangan tarik terendah sebesar 0.623%. Hasil pengujian modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 0.616 GPa, variasi 10% serat daun nanas sebesar 0.517 GPa, dan variasi 5% serat daun nanas memperoleh modulus elastisitas terendah sebesar 0.359 GPa.

Dari data pengujian mekanik yang telah diperoleh, nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas tarik meningkat dengan menambahkan serat. Hal tersebut disebabkan serat pada matriks mampu menyerap energi dalam jumlah besar yang terdistribusi secara merata, sehingga menghasilkan ikatan antara serat dengan matriks saat terkena beban tarik. Semakin banyak serat yang ditambahkan, maka semakin meningkat kekuatan tarik spesimen tersebut. Pembebanan yang terjadi tidak hanya diterima oleh matriks melainkan diberikan juga ke serat sehingga kekuatan tarik menjadi lebih maksimal.

Hasil pengujian dibandingkan dengan hasil pengujian tarik peneliti sebelumnya dengan matriks pati kentang dan serat bambu dengan variasi matriks : serat bambu yang hampir sama, yaitu 95% : 5%, 92,5% : 7,5%, dan 90% : 10%. Hasil rata-rata tegangan, regangan dan modulus elastisitas yang dihasilkan relatif sama yaitu semakin bertambah serat, hasilnya akan semakin besar. Hasil tegangan tertinggi pada variasi 10% serat bambu sebesar 2,930 MPa, regangan terbesar pada variasi 10% serat bambu sebesar 1,297%, dan modulus elastisitas terbesar pada variasi 10% serat bambu sebesar 0,679 GPa [4].

4.2. Hasil Uji Densitas



Gambar 5. Diagram Densitas

Berdasarkan gambar diagram 4.5 menunjukkan hasil pengujian densitas yang didapatkan pengujian dari perbandingan serat 5%, 10%, 15% dengan rata-rata setiap fraksi massa, diperoleh densitas tertinggi pada variasi 5% serat daun nanas sebesar 1,646 gr/cm³, variasi 10% serat daun nanas sebesar 1.614 gr/cm³, dan variasi 15% serat daun nanas mendapatkan densitas paling rendah sebesar 1,581 gr/cm³. Berdasarkan data yang diperoleh, penurunan nilai densitas disebabkan oleh penambahan variasi serat dan nilai densitas serat daun nanas lebih kecil dibandingkan nilai densitas matriks yang digunakan, sehingga penambahan variasi serat menyebabkan air yang masuk atau terserap oleh matriks akan lebih sedikit. Seperti penelitian Endriatno (2015), semakin bertambah serat maka nilai densitas matriks akan menurun [5].

Hasil pengujian densitas dibandingkan dengan data hasil pengujian peneliti sebelumnya

dengan matriks pati kentang dan serat bambu dengan variasi matriks : serat bambu yaitu 95% : 5%, 92,5% : 7,5%, dan 90% : 10%. Hasil pengujian yang diperoleh relatif sama yaitu semakin sedikit persentase serat, hasil densitas semakin besar. Hasil densitas tertinggi pada variasi 5% serat bambu sebesar 1,252 gr/cm³ dan hasil densitas terendah pada variasi 10% serat bambu sebesar 1,179 gr/cm³ [5].

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan dan laksanakan terhadap pengaruh variasi fraksi massa matriks sari pati kentang dengan penguat serat daun nanas terhadap kekuatan tarik dan densitas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengaruh perbandingan dengan variasi serat 5%, 10% dan 15% pada proses pengujian tarik adalah semakin bertambahnya serat daun nanas yang diberikan maka nilai kekuatan tarik juga meningkat. Penelitian ini mendapatkan tegangan tertinggi pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 4,210 MPa, regangan tertinggi pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 0,687% dan modulus elastisitas tertinggi pada variasi 15% serat daun nanas 0,616 GPa. Nilai maksimum atau variasi serat terbaik yaitu pada variasi 15% serat daun nanas.
2. Pengaruh perbandingan dengan variasi serat 5%, 10% dan 15% pada proses pengujian densitas adalah semakin bertambahnya serat daun nanas maka nilai densitas akan semakin menurun. Penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata densitas tertinggi pada variasi fraksi massa 5% serat daun nanas sebesar 1,646 gr/cm³ dan nilai densitas terendah diperoleh variasi 15% serat daun nanas sebesar 1,581 gr/cm³

- [5] Endriatno, N. (2015). *Analisa Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Densitas Dan Kekuatan Tarik Serat Pelepeh Pisang-Epoksi*. Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 6(2).
- [6] Nopriantina, N. (2013). *Pengaruh Ketebalan Serat Pelapah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-serat Alam*. Jurnal Fisika Unand, 2(3)
- [7] Radhiyatullah, A., Indriani, N., Hendra, M., & Ginting, S. (2015). *Pengaruh Berat Pati dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang*. In Jurnal Teknik Kimia USU (Vol. 4, Issue 3).

	<p>Komang Dicky Ari Prayudha menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.</p>	

Daftar Pustaka

- [1] Setyanto, R. H. (2012). *Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya*. Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, 11(1).
- [2] Callister, W. D. (2000). *Fundamentals Of Materials Science and Engineering* (Vol. 471660817). Wiley London.
- [3] Johanes, N. (2024). *Pengaruh Penambahan Serat Bambu Pada Matriks Sari Pati Kentang Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas Green Composite*. 1(1).
- [4] Hidayat, P. (2008). *Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil*. Teknoin, 13(2).