

Pengaruh Persentase Pati Jagung Pada Komposit LDPE Terhadap Kekuatan Bending Dan Biodegradasi

Imam Mustholih¹⁾, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati²⁾, I Gusti Ngurah Priambadi³⁾

Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Plastik merupakan suatu material yang sering dijumpai di lingkungan sekitar seperti rumah, sekolah, tempat kerja namun plastik sering kali akan menjadi masalah kebersihan karena lamanya penguraian secara mandiri yang dilakukan oleh alam. Penggunaan komposit bertujuan untuk mengatur kapan komposit dapat terurai dengan bantuan bahan alami seperti pati jagung serta dapat mengetahui kekuatan dan efisiensi komposit ini. Penelitian ini menggunakan biji plastik Low Density Polyethylene sebagai matrik serta pati jagung sebagai pengisi, pemanasan LDPE dilakukan pada suhu 115°C, komposit LDPE dan pati jagung menggunakan fraksi volume 95% LDPE : 5% pati jagung 90% LDPE : 10% pati jagung 85% LDPE : 15% pati jagung, penyetakan menggunakan cetakan aluminium dengan acuan ASTM D790-03. Pengujian degradasi dilakukan dengan memotong komposit untuk mencapai ukuran 1cm x 1cm x 1cm dan akan ditanam dalam tanah selama 30 hari data pengujian bending memiliki peningkatan kekuatan pada fraksi 15% pati jagung : 85% LDPE dengan nilai tegangan 19,283 MPa, pada pengujian degradasi Penurunan terbesar terjadi pada fraksi 15%:85% sebesar 2,96%. Pengujian microstruktur memperlihatkan penyebaran pati jagung yang lebih baik dan merata. Dari hasil pengujian yang diperoleh adalah komposit dengan fraksi volume 15% pati jagung : 85% LDPE memiliki peningkatan di bandingkan dengan fraksi volume yang lain

Kata Kunci: pati jagung, low density polyethylen, degradasi, kekuatan bending

Abstract

Plastic is a material that we often encounter in the surrounding environment such as homes, schools, workplaces, but plastic will often become a hygiene problem because of the length of time it takes to decompose independently by nature. The use of composites aims to regulate when the composite can decompose with the help of natural materials such as corn starch and can determine the strength and efficiency of this composite. This study used Low Density Polyethylene plastic seeds as a matrix and corn starch as a filler, LDPE heating was carried out at 115°C, LDPE and corn starch composites used volume fraction 95% LDPE: 5% corn starch 90% LDPE: 10% corn starch 85% LDPE : 15% corn starch implanted using an aluminum mold with reference to ASTM D790-03. Degradation testing was carried out by cutting the composite to reach a size of 1cmx1cmx1cm and would be planted in the soil for 30 days. Bending test data showed an increase in strength in the 15% corn starch fraction: 85% LDPE with a stress value of 19.283 MPa, in the degradation test the largest decrease occurred in the 15%: 85% fraction of 2.96%. Microstructural testing showed a better and more even distribution of corn starch. From the test results obtained are composites with a volume fraction of 15% corn starch: 85% LDPE has an increase compared to other volume fractions

Keywords: corn starch, low density polyethylene, degradation, bending strength

1. Pendahuluan

Plastik merupakan suatu material yang sering kita jumpai di lingkungan sekitar seperti rumah, sekolah, tempat kerja namun plastik sering kali akan menjadi masalah kebersihan karena lamanya penguraian secara mandiri yang dilakukan oleh alam. Plastik telah menjadi bagian integral dari kehidupan kita selama beberapa dekade dalam bentuk yang nyaman dan barang komoditas yang berguna. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup, tumpukan sampah plastik sebesar 10.267 m³/hari pada tahun 2014 dan 10.580 m³/hari pada tahun 2015. Ini merupakan salah satu masalah Indonesia dan perlu dikelola dengan baik. Untuk mengurangi efek negatif tersebut, bisa dilakukan mengombinasikan serat alami dan sintesis. Bahan organik dipilih karena beberapa keunggulannya, antara lain densitas rendah, biaya rendah, keamanan lingkungan, dan sifat mekanik yang tinggi. Dengan

demikian LDPE daur ulang juga dapat membantu pengurangan sampah [1].

Produk plastik biasanya stabil secara kimiawi, tahan terhadap korosi, tahan air, tahan lama dan ringan. Ironisnya, fitur yang sama yang membuat mereka ideal sebagai bahan baku untuk berbagai macam produk juga bertanggung jawab untuk masalah lingkungan yang dikutip oleh banyak pemerhati lingkungan [2]. Penggunaan komposit bertujuan untuk mengatur kapan plastik dapat terurai dengan bantuan bahan alami seperti pati jagung serta dapat mengetahui kekuatan dan efisiensi komposit ini. Penggunaan pati jagung yang bernama latin Zea Mays(L) ditujukan untuk menggantikan bahan aditif kimia bernama oxium sebagai campuran dalam pembuatan kantong plastik di ranah industri dan untuk memanfaatkan sumber daya alam Indonesia mengingat produksi jagung di Indonesia sangat melimpah, selain itu dampak lain dari oxium adalah

pelebaran plastik yang tidak maksimal membentuk partikel-partikel plastik yang jika terbang atau bercampur dengan debu akan membahayakan kesehatan.

Beberapa batasan yang ditetapkan pada penelitian kali ini meliputi:

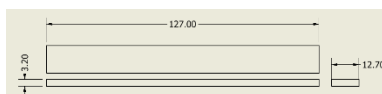
Pada penelitian ini dilakukan pembatasan agar tidak terjadi pembahasan yang melebar dari tujuan yang telah ditentukan. Adapun batasan tersebut sebagai berikut:

1. Konsentrasi pati jagung yang di gunakan adalah
 - a. Menggunakan 95% matrik LDPE : 5% pati jagung
 - b. Menggunakan 90% matrik LDPE : 10% pati jagung
 - c. Menggunakan 85% matrik LDPE : 15% pati jagung
2. Pengujian degradasi di lakukan selama 30 hari
3. Jenis pati jagung yang digunakan adalah pati jagung *Zea Mays (L)*
4. Jenis pengujian yang digunakan adalah uji impact (ASTM D790-03), uji degradasi dan uji mikrostruktur

2. Dasar Teori

2.1. Kekuatan Bending

Tegangan pada titik bending terbesar yang dapat diterima karena pemberian beban luar tanpa mengalami perubahan yang besar atau kegagalan merupakan kekuatan bending. Dengan ASTM D790-03 :



Gambar 1. Ukuran spesimen uji bending

Tegangan Bending

Tegangan pada bending merupakan sebuah gaya yang diberikan dari luar sehingga material mengalami reaksi yang menyebabkan terjadinya deformasi. Rumus tegangan bending pada (ASTM D790-03) adalah sebagai berikut :

$$\sigma L = \frac{3PxL}{2b \times d^2} \quad (1)$$

Keterangan :

- σL = Tegangan bending (MPa)
- P = Beban (N)
- L = Panjang span (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- d = Tebal benda uji (mm)

Regangan bending

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang spesimen dikurangi awal spesimen lalu dibagi dengan panjang spesimen awal. Untuk dapat mengetahui regangan suatu material maka rumus

regangan bending (ASTM D790-03) adalah sebagai berikut :

$$\epsilon L = \frac{6\delta d}{L^2} \quad (2)$$

Keterangan :

- ϵL = Regangan bending (mm/mm)
- δ = Defleksi benda uji (mm)
- L = Panjang span (mm)
- d = Tebal benda uji (mm)

Modulus elastisitas

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara perbandingan antara tegangan dan regangan dalam deformasi yang elastis.

Menggunakan rumus sebagai berikut

$$EL = \frac{L^3 m}{4bd^3} \quad (3)$$

Keterangan :

- EL = Modulus elastisitas bending (MPa)
- L = Support span (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- d = Tebal benda uji (mm)
- m = Tangen garis lurus pada load deflection curve (N/mm)

2.2 Biodegradasi

Metode yang di lakukan adalah dengan mengubur dalam tanah sehingga alam dapat mendegradasi komposit dalam kurun waktu 30 hari. Setiap minggu sekali sampel dapat diambil lalu di bersihkan menggunakan kuas agar menghilangkan kotoran yang ada pada benda uji, setelah dibersihkan langkah selanjutnya adalah penimbangan.

2.3 Uji mikrostruktur

Pengamatan foto mikro merupakan teknik yang digunakan untuk mempelajari morfologi permukaan suatu sampel bahan yang akan diamati. mikrostruktur dapat menghasilkan gambar permukaan komposit pada perbesaran yang diinginkan. Pengamatan mikroskopis komposit dapat mengungkapkan bentuk permukaan komposit, mode kegagalan permukaan komposit, porositas / rongga, dan kepadatan. Proses pengamatan mikro dilakukan di laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Spesimen

Komposisi berat bahan pada proses pembuatan spesimen, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel komposisi Bahan

fraksi volume (pati)	volume matriks (cm ³)	volume pati (cm ³)	volume total (cm ³)	berat matriks (gr)	berat pati (gr)
5% (S1)	239,4	12,6	252	225,03	18,9
10%(S2)	226,8	25,2	252	213,19	37,8
15%(S3)	214,2	37,8	252	201,35	56,7

Proses pembuatan yang pertama adalah dengan menyiapkan semua bahan yang berupa plastik LDPE dan pati jagung, lalu menghitung berapa massa yang di butuhkan untuk dapat memenuhi cetakan yang dibuat dengan memperhatikan fraksi yang sudah di tentukan diawal peleburan menggunakan api pada LDPE menggunakan suhu 115⁰C sampai LDPE mencair. Setelah meleleh tunggu sampai suhu stabil selama 10 menit lalu campurkan pati jagung dan aduk secara merata dan usahakan tidak terlalu lama sebelum LDPE mengeras. Tuangkan campuran LDPE dan pati jagung kedalam cetakan yang sudah di lapiisi alumunium foil agar tidak lengket dengan cetakan. Tunggu sampai spesimen mengering. Setelah spesimen kering ambil dari cetakan dengan hati-hati agar spesimen tidak rusak.

3.2 Pengujian bending

pengujian komposit pati jagung/matriks LDPE yang dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ASTM D790-03 [3] dimana pengujian dilakukan dengan alat uji mekanik Tensilon RTG 1250.ujung penekan akan menekan spesimen dengan penambahan defleksi sebesar 0,02 mm sampai spesimen mengalami deformasi.



Gambar 2. Proses pengujian bending

3.3 Uji Degradasi

Pengujian degradasi dilakukan dengan menguburkan spesimen berukuran panjang 1cm, lebar 1cm dan tebal 1cm selama 30 hari dengan pengecekan atau pengukuran pengurangan massa dengan menggunakan timbangan dan dibersihkan menggunakan kuas setiap 7 hari sekali. Pengujian di tujukan untuk mengetahui laju degradasi suatu komposit yang disebabkan oleh alam.

4. Hasil Dan Pembahasan

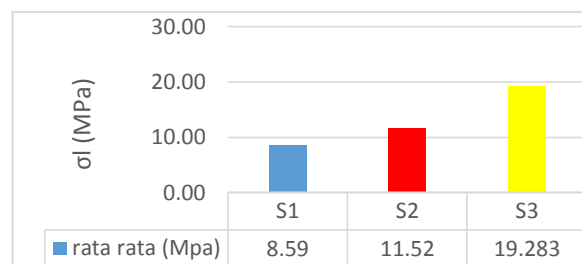
4.1. Hasil uji bending

Tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan ialah kekuatan bending. Kekuatan bending bergantung pada jenis bahan dan pembebanan.

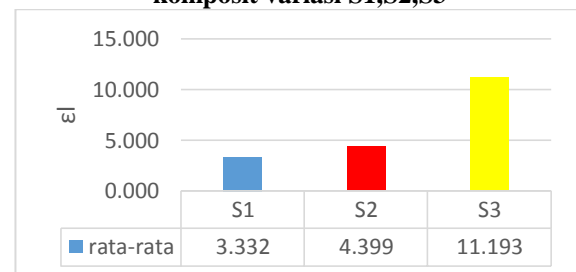


Gambar 3. Spesimen uji bending

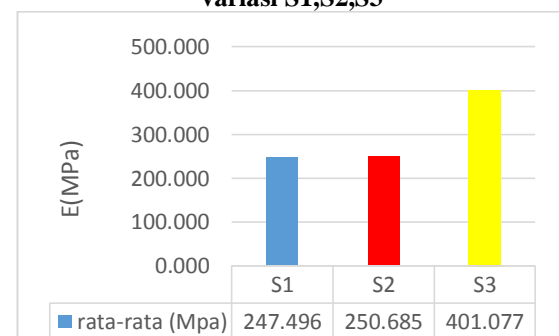
Sebagai hasil pengujian bending, bagian atas benda uji mengalami kompresi dan bagian bawah akan terjadi tegangan tarik. tes dilakukan berulang, kemudian data dari hasil setiap uji dirata-ratakan. Data hasil uji bending dapat dilihat pada gambar 4 gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 4. Diagram rata-rata tegangan bending komposit variasi S1,S2,S3



Gambar 5. rata-rata regangan bending komposit variasi S1,S2,S3



Gambar 6. Diagram rata-rata modulus elastisitas bending variasi S1,S2,S3

Semakin besar fraksi volume dalam komposit maka kekuatan tarik semakin meningkat begitu pula kekuatan bending dari sebuah komposit [4]. Penambahan partikel yang sesuai dengan batas dari komposisinya dapat meningkatkan kekuatan bending suatu komposit [5].

Berdasarkan grafik tegangan menunjukkan bahwa komposit dengan variasi S3 memiliki kenaikan tegangan bending dengan nilai tegangan

rata-ratanya 19,283 MPa. Sedangkan untuk komposit variasi S1 memiliki tegangan terendah dengan nilai rata-ratanya 8,80 MPa. Nilai kekuatan tegangan bending dipengaruhi oleh adanya penambahan jumlah pati jagung dalam komposit, sehingga ikatan antara LDPE dan serbuk menjadi lebih kuat.

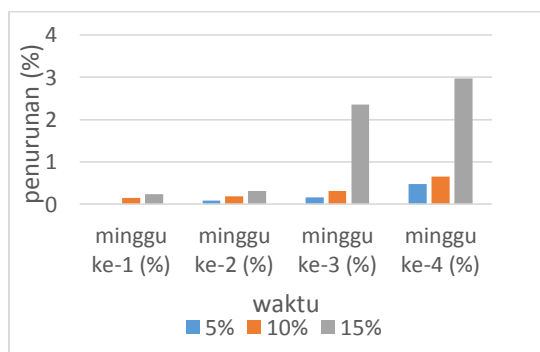
Berdasarkan grafik regangan bending menunjukkan bahwa komposit dengan variasi S3 memiliki kenaikan nilai regangan bending yang yaitu 11,193. Sedangkan untuk variasi S1 memiliki nilai rata-ratanya 3,332. Untuk variasi S2 memiliki nilai rata-rata yaitu 4,339. Berdasarkan data yang diambil regangan antara fraksi volume komposit mengalami peningkatan yang tidak terlalu signifikan menurut persentasi pati jagung yang ada dalam komposit

Pada grafik modulus elastisitas diatas didapatkan nilai modulus mengalami peningkatan pada komposit dengan variasi S3 sebesar 372,849 MPa. Untuk variasi S1 memiliki nilai modulus sebesar 247,496 MPa. Pada variasi S2 mendapatkan hasil nilai modulus 250,685 MPa. Peningkatan terjadi secara signifikan pada komposit variasi S3.

Dengan demikian data pengujian bending memiliki peningkatan tegangan, regangan serta modulus elastisitas pada variasi S3

4.2. Hasil uji degradasi

Pengujian degradasi di lakukan untuk memperoleh hasil penurunan massa dari komposit yang di lakukan selama 30 hari, Hasil uji biodegradasi dikarakterisasi berdasarkan persen kehilangan berat. Dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. diagram uji degradasi selama 30 hari

Pada minggu pertama penanaman komposit terlihat pada variasi S1 tidak mengalami penurunan massa sedangkan pada variasi S2 dan variasi S3 sudah mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan sebesar 0,15% dan 0,24%. Pada minggu ke-2 penurunan terjadi disetiap variasi dengan nilai 0,08% pada variasi S1, 0,18% di variasi S2 dan 0,31% pada variasi S3. Pada minggu ke-3 penurunan secara besar terjadi pada variasi komposit S3 pada minggu terakhir penurunan massa yang terjadi pada komposit sebesar 0,48% pada variasi S1, 0,65% pada variasi S2 dan 2,96% pada variasi S3. Penurunan terbanyak terjadi pada variasi S3, hal ini dapat di perkuat dengan pernyataan yang menyatakan bahwa

semakin banyak konsentrasi pati dan semakin lama waktu penguburan maka persen kehilangan massa yang dihasilkan semakin tinggi [5]. Hal ini disebabkan semakin lama waktu penguburan maka semakin banyak pati yang didegradasi oleh mikroorganismenya yang terdapat dalam tanah.

4.3 Hasil uji microstructure

Uji microstructure dilakukan untuk mengamati morfologi pada biokomposit berpenguat pati jagung dengan LDPE sebagai matriknya. Perbesaran yang digunakan adalah 5x. Uji microstructure dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. pengamatan dapat dilihat pada gambar 8 gambar 9 dan gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 8. foto micro komposit variasi S1 dengan pembesaran 5x



Gambar 9. foto micro komposit variasi S2 dengan pembesaran 5x



Gambar 10. foto micro komposit variasi S3 dengan pembesaran 5x

Pengujian struktur mikro serat memiliki banyak void pada bagian spesimen karena banyaknya serat sehingga membuat udara terperangkap oleh serat dan membuat kekuatan bending suatu spesimen akan berkurang [7]. Pada gambar 8 dengan variasi S1

dapat dilihat banyaknya matrix flow atau jumlah matrix yang banyak sehingga penyebaran kekuatan serta kecepatan degradasinya kecil. Sedangkan untuk variasi S2 penyebaran partikel pati jagung lebih banyak dibandingkan variasi S1, dengan demikian dapat membantu menyebarkan tegangan serta mempercepat pengikisan oleh alam. Pada variasi S3 sesuai gambar 10 dapat dilihat untuk penyebaran dan jumlah pati jagung yang lebih bagus serta merata dapat meningkatkan kekuatan bendungnya lebih bagus dari fraksi yang lain, selain itu dengan jumlah pati jagung yang banyak dapat mempercepat degradasi dari komposit.

5. Simpulan

Berdasarkan penelitian karakteristik mekanik komposit LDPE dengan pati jagung sebagai penguatnya dengan variasi fraksi volume maka dapat disimpulkan. Pada pengujian bending didapatkan nilai tegangan bending, regangan bending, dan modulus elastisitas. Nilai pada tegangan bending mengalami peningkatan pada komposit variasi S3 dengan nilai rata-rata 19,283 MPa. Nilai tegangan bending terendah berada pada variasi S1 dengan nilai rata-rata 8,59 MPa. Regangan bending mengalami peningkatan nilai rata-rata pada variasi S3 dengan nilai 11,193 dan nilai terendah pada variasi S1 dengan nilai 3,332. Nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan terdapat pada variasi S3 dengan nilai rata-rata 401,077 MPa dan nilai terendah pada variasi S1 dengan nilai rata-rata 247,496 MPa. Dengan demikian dapat disimpulkan komposit dengan variasi S3 memiliki peningkatan nilai kekuatan bending. Dari pengujian degradasi didapat bahwa semakin tinggi fraksi volume maka semakin cepat juga mengalami degradasi, hal ini dapat dilihat dari penurunan massa komposit setelah ditanam pada media tanah. Pada variasi S3 dengan penurunan pada minggu terakhir sebesar 2,96%. Hasil uji foto micro menunjukkan bahwa komposit variasi S3 memiliki penyebaran pati jagung lebih baik dibandingkan dengan variasi S1 dan variasi S2, sehingga pada variasi S3 memiliki peningkatan kekuatan bending.

Daftar Pustaka

- [1] A. G. Pedroso and D. S. Rosa, 2005, *Mechanical, thermal and morphological characterization of recycled LDPE/corn starch blends*, *Carbohydr. Polym.*, vol. 59, no. 1, pp. 1–9, 2005, doi: 10.1016/j.carbpol.2004.08.018.
- [2] E. Richards and Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme. 2009, *Degradable plastics*, SPREP.

- [3] ASTM, D. (2014). ASTM D-790. *Standard Test Method for Bending Properties of Plastics*, ASTM Int.
- [4] Sudiarsa, I. G., Nindhia, T. G. T., & Surata, I. W' 2018, *Pengaruh Fraksi Berat Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Polyester*, *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 7(2), 109–114.
- [5] I Kadek Hendra Dinata, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, 2020, *Pengaruh Penambahan Lem Pvac 20% Pada Biocomposite Serbuk Kayu/Lem Pvac/Getah Pinus Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik*, Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Udayana. Bali.
- [6] Susilawati, Irfan Mustafa, D. M, 2011, *Biodegradable Plastics From A Mixture Of Low Density Polyethylene (LDPE) And Cassava Starch With The Addition Of Acrylic Acid*, In *Jurnal Natural* (Vol. 11, Issue 2), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh.
- [7] I Gede Widiartha, Nasmi Herlina Sari, Sujita, 2012, *Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*, *Dinamika Teknik Mesin*, Volume 2 No.2



