

Analisis Sifat Fisis dan Higroskopis Komposit Paduan HDPE-FF

Regita Cahyani¹⁾, Reza Setyawan²⁾, Nanang Burhan³⁾, Ismadi⁴⁾.

^{1,2,3)}Prodi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

⁴⁾Laboratorium Terpadu Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor

¹⁾regita3131@gmail.com, ²⁾reza.setiawan@ft.unsika.ac.id,

³⁾nanang.burhan@ft.unsika.ac.id, ⁴⁾ismadi@brin.go.id

Abstrak

Komposit dapat dibuat dari berbagai bahan paduan untuk dapat menghasilkan material yang memiliki karakteristik unggul dengan mereduksi sifat-sifat yang kurang diperlukan. Dipilihnya CFF sebagai fiber dikarenakan jumlahnya yang kian meningkat seiring meningkatnya jumlah konsumsi ayam di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bulu ayam (CFF) terhadap karakteristik fisis dan higroskopis komposit paduan HDPE-CFF. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen menggunakan prinsip fraksi volume. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan massa jenis, jumlah kadar air, dan nilai daya serap air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa massa jenis terbesar didapat dari komposit dengan kode spesimen A yaitu 0,104 gr/cm³. Komposit dengan kadar air terendah didapatkan dalam spesimen B dengan kandungan air 0,00%. Untuk komposit dengan kemampuan menyerap air paling sedikit terdapat pada spesimen dengan kode A yang memiliki nilai daya serap air hanya 0,01%. Karakter fisis suatu komposit dan sifat higroskopis erat kaitannya dengan tingkat homogenitas bahan paduan, homogen atau tidaknya suatu bahan paduan komposit bergantung salah satunya pada gaya *adhesif* (tarik menarik) yang dimiliki suatu material.

Kata Kunci: Komposit, HDPE, CFF, Fisis, Higroskopis

Abstract

Composites can be made from various alloy materials to produce materials that have superior characteristics by reducing less necessary properties. CFF was chosen as fiber because the amount is increasing along with the increasing number of chicken consumption in Indonesia. This research aims to determine the effect of adding chicken feather fiber (CFF) on the physical and hygroscopic characteristics of HDPE-CFF alloy composites. This research uses an experimental method using the principle of volume fraction. Tests were carried out to obtain density, total water content, and water absorption capacity values. The results of this research show that the largest density was obtained from the composite with specimen code A, namely 0.104 gr/cm³. The composite with the lowest water content was obtained in specimen B with a water content of 0.00%. The composite with the lowest water absorbing capacity is found in the specimen with code A which has a water absorption value of only 0.01%. The physical character of a composite and its hygroscopic properties are closely related to the level of homogeneity of the alloy material. Whether a composite alloy material is

homogeneous or not depends, among other things, on the adhesive force (attraction) of a material.

Keywords: Composite, HDPE, CFF, Physical and Hygroscopic

1. PENDAHULUAN

Tuntutan yang kian mendesak dalam bidang industri untuk mengikuti dan berkompetisi di pasaran membuat para peneliti banyak melakukan penelitian dalam bidang komposit. Karena sebagaimana diketahui, komposit dapat dibuat dari berbagai bahan paduan yang dapat menghasilkan material dengan karakteristik lebih unggul dengan mereduksi sifat-sifat yang kurang diperlukan [1]. Tujuan dibuatnya komposit tidak lain adalah untuk menunjang kebutuhan dan persaingan pasar yang kian meningkat. Komposit dibuat untuk “merekayasa” karakteristik, bentuk, dan sifat suatu material. Dengan kata lain komposit menjadi salah satu metode untuk mendapatkan mutu material yang diinginkan dan mereduksi karakteristik bahan paduannya dengan cara menambahkan bahan lain sesuai standar pengaplikasiannya. Komposit kerap dibuat dari material-material yang mudah untuk didapatkan karena ketersediannya yang berlimpah.

Bulu ayam atau *Chicken feather fiber* (CFF) merupakan jenis *biofiber* yang didapat dari bagian terluar *aves*/unggas. Selain ketersediannya yang melimpah dan terus akan bertambah seiring dengan meningkatnya angka konsumsi daging ayam. Bulu ayam memiliki sifat mekanis yang cukup tinggi dengan massa jenis yang sangat ringan. Kekuatan tarik serat bulu ayam berkisar 41-130 Mpa dengan kecepatan *crosshead* 1,3 mm/menit. Energi fraktur polimer dengan penguat serat bulu ayam mencapai 94-187 MPa [2]. Banyak peneliti yang telah melakukan eksperimen untuk menggabungkan serat bulu ayam (CFF) dengan material lain jenis polimer[3-6].

Dalam penelitian ini, peneliti akan menggabungkan serat bulu ayam dengan HDPE *recycle* sebagai matriksnya. Jenis HDPE yang digunakan dalam penelitian ini merupakan HDPE *recycle* hasil dari pengolahan limbah plastik. HDPE merupakan plastik jenis termoplastik yang dibuat dari proses pemanasan minyak bumi [7]. Dengan karakteristiknya yang keras, buram, kuat, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi, membuat HDPE dapat didaur ulang menjadi bijih plastik [8]. HDPE

juga merupakan plastik dengan harga yang sangat ekonomis sehingga ketersediannya banyak di pasaran. Maka dengan berbagai kelebihan, diharapkan kedua bahan paduan ini dapat menghasilkan material dengan kualitas yang baik.

Kualitas sebuah material dapat dilihat dari berbagai aspek, diantaranya dapat dilihat dari sifat fisis dan ketahanannya dalam berinteraksi dengan air. Untuk itu dalam penelitian ini, akan mencari tahu apakah penambahan serat bulu ayam (*Chicken feather fiber*) dapat berpengaruh terhadap sifat fisis dan higroskopis komposit paduan HDPE-CFF.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Terpadu (ILAB) Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk BRIN (Badan Riset dan Inoveasi Nasional), KST Soekarno, Cibinong. Komposit ini dibuat dari HDPE-*recycle* berpenguat serat bulu ayam (CFF). Pembuatan komposit ini menggunakan prinsip fraksi volume dengan komposisi paduan seperti ditunjukkan tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komposisi komposit HDPE-CFF

Komposisi Paduan	Kode	CFF (%)	HDPE (%)
20:80	A	20%	80%
	B		
40:60	C	40%	60%
	D		

a. Menghitung Volume Cetakan

Untuk mendapatkan volume cetakan, dapat diukur panjang, lebar, dan tinggi cetakan yang digunakan. Selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$V = p \times l \times t$$

Keterangan:

- V: volume (cm³)
- l: lebar (cm)
- p: panjang (cm)
- t: tinggi (cm)

b. Menghitung Massa Jenis

Untuk menghitung massa jenis sebuah bahan, maka perlu diketahui terlebih dahulu berat dan volumenya. Massa jenis dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

- ρ : massa jenis (gr/cm^3)
- m : massa (gr)
- V : volume (cm^3)

c. Menghitung Massa yang Diperlukan

Untuk menghitung berat setiap komposisi yang diperlukan setiap paduan, maka perlu diketahui volume bahan terlebih dahulu. Misalkan untuk mengetahui berapa volume CFF yang diperlukan untuk mengisi cetakan komposit 20:80 (20% CFF : 80% HDPE) maka dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$V_{\text{CFF}} = \frac{20}{100} \times V_{\text{mold}}$$

Keterangan:

- V_{CFF} : volume CFF yang dibutuhkan (cm^3)
- V_{mold} : volume cetakan (cm^3)

Setelah mendapatkan nilai volume CFF yang diperlukan dalam satu cetakan, maka dihitung massa CFF yang diperlukan untuk mengisi cetakan komposit menggunakan persamaan di bawah ini:

$$m_{\text{CFF}} = \rho_{\text{CFF}} \times V_{\text{CFF}}$$

Keterangan:

- m_{CFF} : massa CFF yang dibutuhkan (gr)
- ρ_{CFF} : massa jenis CFF (gr/cm^3)
- V_{CFF} : volume CFF yang dibutuhkan

Hal yang sama juga dilakukan untuk mencari massa HDPE yang dibutuhkan, berikut adalah persamaan untuk menghitung volume HDPE yang diperlukan:

$$\text{HDPE (cm}^3\text{)} = \frac{10}{100} \times V_{\text{mold (cm}^3\text{)}}$$

Setelah mengetahui volume HDPE, maka dapat dihitung massa HDPE yang diperlukan untuk satu sampel komposit dengan konsentrasi 20:80 menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$m_{HDPE} = \rho_{hdpe} \left(\frac{gr}{cm^3} \right) \times HDPE \left(cm^3 \right)$$

Perhitungan di atas juga dilakukan untuk setiap sampel komposit dengan konsentrasi yang telah tertera pada tabel 1.

d. Proses Pembuatan Komposit

Setelah proses preparasi bahan selesai, setiap komposisi sampel akan mengalami proses *kneading* dalam mesin *rheomix* supaya kedua bahan dapat tercampur merata. Setelah proses *kneading* selesai, langkah selanjutnya adalah memasukkan sampel ke dalam mesin kempa panas agar membentuk lempengan seperti gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Bentuk akhir komposit

e. Menghitung Kadar Air Komposit

Untuk menghitung kadar air komposit, dapat menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$KA = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100\%$$

Keterangan:

- KA: kadar air (%)
- M1: berat komposit sebelum penengrangan (gr)
- M2: berat komposit setelah pengeringan (gr)

f. Menghitung Daya Serap Air

Untuk menghitung daya serap air komposit, dapat menggunakan persamaan seperti di bawah ini:

$$DSA = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100\%$$

Keterangan:

- DSA: daya serap air (%)
- M1: berat sebelum perendaman (gr)
- M2: berat setelah perendaman (gr)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit yang telah dibuat akan diuji untuk mengetahui massa jenis, kadar air dan daya serap airnya. Sampel untuk pengujian memiliki panjang sisi 2 cm dengan hasil akhir ketebalan yang berbeda di setiap sampelnya. Hal ini bisa disebabkan oleh permukaan cetakan yang tidak rata atau homogenitas adonan yang kurang baik sehingga penyebarannya tidak merata. Dari pengujian yang didapat, data diolah sehingga didapatkan hasil seperti di bawah ini:

a. Massa Jenis

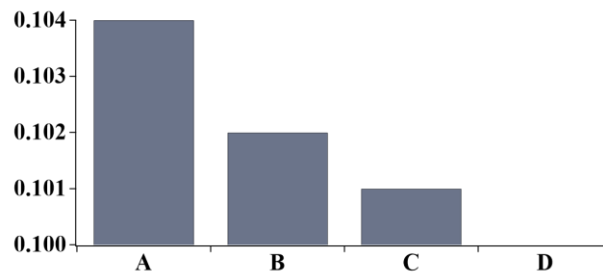
Adapun data yang didapatkan dari pengukuran massa jenis komposit HDPE-CFF adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengukuran massa jenis

Komposisi Paduan	Kode	M (gr)	V (cm ³)	ρ (gr/cm ³)
20 : 80	A	1,14	11,56	0,104
	B	1,17	11,72	0,102
40:60	C	1,20	12,44	0,101
	D	1,20	12,44	0,1

Dari Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa paduan komposit dengan perbandingan 20% serat bulu ayam (CFF) dan 80% HDPE memiliki massa jenis yang cenderung lebih besar dibanding dengan komposit dengan perbandingan 40% serat bulu ayam (CFF) dan 60% HDPE. Komposit A memiliki massa jenis sebesar 0,104 gr/cm³ yang berarti itu sedikit lebih besar dibanding komposit B yaitu 0,102 gr/cm³ meskipun keduanya berasal dari satu komposisi paduan yang sama yaitu 20 % : 80 %. Untuk komposit dengan komposisi 40 % : 60 % massa jenis terbesar didapatkan dari komposit dengan kode spesimen C yaitu sebesar 0,101 gr/cm³, sedangkan spesimen D memiliki nilai massa jenis yang sedikit lebih kecil yaitu 0,1 gr/cm³. Sehingga untuk spesimen dengan kode A merupakan komposit paling unggul berdasarkan perhitungan massa jenisnya, karena itu membuktikan bahwa komposit A memiliki kerapatan yang baik. Kerapatan sebuah komposit

akan sangat berpengaruh terhadap sifat fisis dan higroskopisnya.



Gambar 2. Plot Category untuk pengaruh CFF terhadap massa jenis

Seperti yang tampak pada gambar 2 di atas, bahwa semakin bertambahnya presentasi serat bulu ayam (CFF) semakin kecil pula massa jenis atau kerapatan sebuah komposit paduan HDPE-CFF. Hal ini disebabkan karena massa jenis bulu ayam lebih rendah dibandingkan dengan massa jenis HDPE [9]. Sehingga hal tersebut memungkinkan sebuah komposit paduan HDPE-CFF untuk memiliki rongga lebih banyak terutama jika tidak adanya homogenitas yang baik antara kedua bahan paduan.

b. Kadar Air

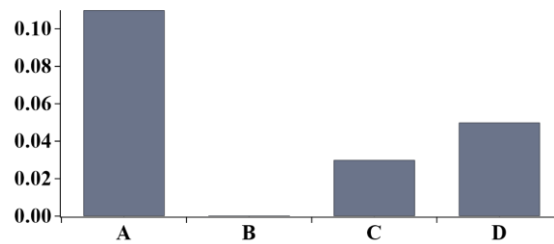
Hasil dari pengolahan data yang didapatkan dari pengujian kadar air komposit HDPE-CFF adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengukuran kadar air

Komposisi Paduan	Kode	M1 (gr)	M2 (gr)	KA (%)
20:80	A	1,2	1,08	0,11
	B	1,2	1,2	0,00
40:60	C	1,24	1,2	0,03
	D	1,26	1,2	0,05

Dari data tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa spesimen yang memiliki kandungan air tertinggi adalah spesimen A dengan presentase komposisi 20% : 80% yaitu sebesar 0,11%, sedangkan spesimen dengan kadar air terendah adalah spesimen B dengan kadar air 0.00%. Perbedaan kandungan air ini dapat disebabkan karena permukaan cetakan yang kurang rata dan homogenitas adonan yang kurang baik. Homogenitas komposit sendiri dapat dipengaruhi karena gaya tarik menarik (*adhesi*) yang kurang antara HDPE dan serat bulu ayam (CFF) [5]. Itulah mengapa ada perbedaan kandungan air dalam dua spesimen dari presentase komposisi paduan yang sama. Begitupun dengan presentase komposisi serat bulu ayam

sebanyak 40 % dan HDPE sebanyak 60% juga memiliki nilai kadar air yang berbeda antara spesimen C dan D berturut turut 0,03% dan 0,05%.



Gambar 3. *Plot Category* untuk pengaruh CFF terhadap kadar air

Gambar 3 di atas menunjukkan perbedaan nilai kadar air antara setiap spesimen, di mana tidak terdapat perbedaan nilai yang terlalu besar antara spesimen A, B, C, dan D, hal ini disebabkan karena HDPE yang bersifat hidrofobik. Walaupun serat bulu ayam termasuk ke dalam material yang bersifat hidrofilik, hal itu tidak memiliki pengaruh yang signifikan karena persentasenya yang kecil dalam paduan komposit HDPE-CFF ini.

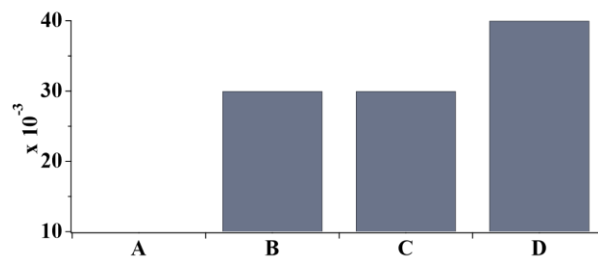
c. Daya Serap Air

Data yang didapatkan dari hasil pengujian untuk mengetahui kemampuan sebuah komposit dalam menyerap air adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengukuran daya serap air

Komposisi Paduan	Kode	m1 (gr)	m2 (gr)	mg (%)
20:80	A	1,17	1,18	0,01
	B	1,14	1,18	0,03
40:60	C	1,2	1,24	0,03
	D	1,24	1,3	0,04

Sebagaimana yang dapat dilihat dari data tabel 4 di atas, nilai daya serap air terbesar didapatkan dari spesimen D dengan komposisi paduan 40% bulu ayam dan 60% HDPE. Spesimen tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap air sebanyak 0,04%. Sedangkan kemampuan menyerap air paling rendah terdapat pada spesimen A dengan komposisi paduan 20% bulu ayam dan 80% HDPE. Untuk spesimen B dan C memiliki nilai daya serap air yang sama yaitu 0,03%. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan, spesimen terbaik menurut kemampuannya dalam menyerap air adalah spesimen A dengan komposisi paduan 20% : 80%



Gambar 4. *Category plot* untuk pengaruh CFF terhadap daya serap air

Dari gambar 4 di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya presentase serat bulu ayam (CFF) sebagai bahan paduan komposit menyebabkan semakin bertambahnya pula kemampuan komposit tersebut untuk menyerap air. Kemampuan sebuah komposit dalam menyerap air dipengaruhi oleh kerapatan atau nilai massa jenisnya. Menurut data yang didapat kemudian diolah, terlihat bahwa semakin besar massa jenis komposit HDPE-CFF maka semakin kecil kemungkinan untuk ia dapat menyerap air. Hal ini didukung oleh penelitian lain menyebutkan bahwa semakin tinggi nilai massa jenisnya, maka semakin besar pula jumlah air yang dapat diserap [10].

4. SIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini, komposit dengan kode spesimen A memiliki massa jenis sebesar $0,104 \text{ gr/cm}^3$ yang berarti spesimen tersebut memiliki kerapatan paling tinggi diantara spesimen lainnya. Komposit dengan kadar air terendah didapatkan dalam spesimen B dengan kandungan air 0,00%. Dan untuk komposit dengan kemampuan menyerapa air paling sedikit terdapat pada spesimen dengan kode A yang memiliki nilai daya serap air hanya 0,01%. Karakter fisis suatu komposit dan sifat higroskopisnya sangat bergantung pada tingkat homogenitas bahan paduan, homogen atau tidaknya suatu bahan paduan komposit bergantung salah satunya pada gaya *adhesif* (tarik menarik) yang dimiliki suatu material.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. H. Tjahjanti, *Buku Ajar Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer*. Sidoarjo: UMSIDA Press, 2018.
- [2] R. Rifaldy, Analisis Sifat Thermal Dan Mekanik Pada Limbah Cff (Chicken Feather Fiber) Dengan Campuran Poplypropylene Sebagai Material Komposit. 2021.
- [3] B. Margono, H. Haikal and L. Widodo, "ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT PLASTIK HDPE BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK DAN BENDING," AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, vol. 6, no. 2, 2020.
- [4] R. Rusnoto, "PENGARUH VARIASI KOMPOSIT PLASTIK HDPE DENGAN TEPUNG TERIGU TERHADAP SIFAT MEKANIS SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN COVER KNALPOT SEPEDA MOTOR BEAT," Engineering, vol. 12, no. 1, 2021.
- [5] R. Rifaldy, I. Nugraha, F. C. Suci and R. Setiawan, "Analisis Sifat Mekanik Pada Serat Bulu Ayam Dengan Campuran Pp Sebagai Material Komposit," Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, vol. 7, no. 1, 2022.
- [6] Nurhayati and S. C. Tyas, "RASIO POLIMER DENGAN KATALIS DAN BULU AYAM (*Gallus domesticus*) UNTUK PEMBUATAN KERAMIK DINDING," Seminar Nasional Pakar ke 1, 2018.
- [7] Indri Stamou, "Mengenal Plastik HDPE (High Density Polyethylene), Si Plastik yang Paling Populer di Dunia," <https://www.siu-bijiplastik.com/>.
- [8] S. U. Dewi and R. Purnomo, "Pengaruh Tambahan Limbah Plastik Hdpe (High Density Polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125," 2016.
- [9] V. L. Popov, R. Pohrt, and Q. Li, "Strength of adhesive contacts: Influence of contact geometry and material gradients," *Friction*, vol. 5, no. 3, pp. 308–325, Sep. 2017, doi: 10.1007/s40544-017-0177-3.
- [10] A. Bahanawan, T. Darmawan, and W. Dwianto, "Hubungan sifat berat jenis dengan sifat higroskopisitas melalui pendekatan nilai rerata kehilangan air [Relationship between specific gravity and hygroscopicity through average water loss approach]," *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 12, no. 1, p. 1, Aug. 2020, doi: 10.24111/jrihh.v12i1.5643.