

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sebagai alternatif, komposit menawarkan berbagai keunggulan dibandingkan dengan logam. Komposit terdiri dari dua atau lebih material dengan karakteristik berbeda, yang dipadukan untuk membentuk material baru tanpa mengubah bentuk asli masing-masing bahan penyusun.

Ada pun beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan sehingga dapat menjadi rujukan dalam penelitian ini. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Supraptiningsih [6] komposit yang dihasilkan dari kombinasi PVC–CaCO₃ dengan serbuk serat batang pisang memiliki karakteristik sebagai berikut: berat per satuan luas berkisar antara 4,55–5,90 kg/m², bobot isi 1,50–1,99 g/cm³, kekuatan tarik 67,56–79,03 kg/cm², kekerasan 55,00–66,66 Shore D, penyerapan air 0,96–3,32%, dan kekuatan lentur 118,99–165,09 kg/cm². Titik nyala berada pada kisaran 0,03–0,07 inci/detik. Selain itu, komposit ini menunjukkan kerapatan air yang baik (tidak mengalami rembesan atau tetesan) serta tetap memiliki kemampuan pengerjaan yang baik, seperti proses pemakuan dan pemotongan tanpa menyebabkan retak atau cacat pada permukaan material.

Penelitian dari Ahmad Firdaus [7] yang meneliti mengenai pemanfaatan serbuk bambu sebagai filler dalam pembuatan material komposit berpenguat bambu. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan mencampurkan matriks berupa resin epoxy dan hardener dengan perbandingan 80:20. Filler yang digunakan berasal dari batang bambu dengan dua variasi bentuk, yaitu serbuk dan batang memanjang. Uji kekerasan dilakukan menggunakan alat durometer dengan metode Hardness Shore D. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan filler serbuk memiliki nilai kekerasan maksimum rata-rata sebesar $72,00 \pm 2,65$ Shore D, sedangkan komposit dengan filler memanjang menunjukkan nilai kekerasan maksimum rata-rata sebesar $77,60 \pm 3,78$ Shore D.

Selanjutnya penelitian mengenai serbuk cangkang telur dari Zaki Muhyidin [4] menyatakan komposisi terbaik pada papan partikel komposit diperoleh pada sampel dengan perbandingan 40%:25%:0%:10%:25%, yang menunjukkan

performa paling optimal secara fisik dan mekanik. Sampel ini memiliki nilai kerapatan sebesar $1,089 \text{ g/cm}^3$, pengembangan tebal sebesar 4,08%, pengembangan volumetrik 7,92%, serapan air 10,06%, kekerasan sebesar 47,17, dan kekuatan bending mencapai $39,51 \text{ kgf/cm}^2$. Selain itu, hasil pengamatan terhadap struktur makro menunjukkan bahwa sampel ini memiliki porositas paling rendah dibandingkan dengan sampel lainnya.

2.2 Polyvinyl Chlorida (PVC)

Polyvinyl Chlorida (PVC) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang paling banyak digunakan secara global. Hal ini disebabkan oleh karakteristik unggul yang dimilikinya, seperti ketahanan kimia yang tinggi, kemampuan sebagai bahan penghalang, biaya produksi yang relatif rendah, serta luasnya aplikasi di berbagai bidang. Namun demikian, PVC memiliki keterbatasan dalam hal stabilitas termal dan kemudahan pengolahan jika dibandingkan dengan polimer lain seperti polyethylene (PE), polypropylene (PP), dan polyamide (PA) [8]. Dalam bentuk serbuk, PVC memiliki warna putih dan mempunyai berat molekul antara 100.000 hingga 200.000 g/mol [9]. Berikut pipa pvc yang akan dirubah menjadi serbuk dapat dilihat pada gambar 2.1.

Gambar 2.1 Polyvinyl Chlorida



Tabel 2.1 Sifat Mekanik PVC

Sifat Mekanik	Nilai Rata-rata
Kekuatan Tarik	40-60 MPa
Kekuatan Lentur	2,75 GPa
Kekuatan Tekan	50-80 MPa
Kekerasan	80-90 Shore D
Densitas	$1,38 \text{ g/cm}^3$

Sumber: Umam & Khoirul 2009 [10]

2.3 Bambu

Bambu salah satu tanaman dari jenis keluarga rumputan yang memiliki batang berongga dengan ruas-ruas yang khas. Tanaman ini dikenal dengan pertumbuhan yang sangat cepat, mampu tumbuh hingga 60 cm per hari tergantung pada kondisi lingkungan [11]. Secara struktural, bambu memiliki kandungan selulosa sekitar 42,4% hingga 53,6%, lignin antara 19,8% hingga 26,6%, dan hemiselulosa sekitar 21,18%. Komposisi ini menjadikan bambu sebagai material yang kuat dan fleksibel, sehingga sering digunakan dalam konstruksi, kerajinan, dan berbagai aplikasi lainnya [12]. Bambu yang digunakan pada penelitian ini berbentuk serbuk seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Serbuk Bambu

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Bambu

Sifat Mekanik	Nilai Rata-rata
Kekuatan Tarik	115,72-269,68 MPa
Kekuatan Tekan	48,94-57,66 MPa
Kekuatan Lentur	0.08 - 0.19 GPa
Kekerasan	60-80 Shore D
Densitas	0,60 g/cm ³

Sumber: F.Xaverius & Ndale 2013 [13]

2.4 Cangkang Telur

Cangkang telur ialah lapisan luar dari telur yang memiliki fungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Cangkang telur yang membungkus telur umumnya beratnya 9-12% dari berat telur total. Cangkang telur dikelilingi lapisan setebal 0,2-0,4 mm yang berkapur dan berpori [14]. Komposisi utama dalam cangkang telur adalah 97% kalsium karbonat, selain itu telur mempunyai kandungan rerata 3% fosfor dan 3% magnesium, natrium, kalium, seng, mangan,

besi, dan tembaga.

Material komposit yang menggunakan serbuk cangkang telur sebagai filler merupakan salah satu alternatif ramah lingkungan yang memiliki potensi kekuatan mekanik yang baik. Limbah cangkang telur ayam dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) dalam pembuatan komposit, sehingga turut mendukung upaya pengurangan limbah organik sekaligus meningkatkan sifat mekanis material [15]. Cangkang telur yang dirubah menjadi serbuk dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Cangkang Telur

Tabel 2.3 Sifat Mekanik Cangkang Telur

Sifat Mekanik	Nilai Rata-rata
Kekerasan	79-83 Shore D
Ketahanan Kikis	93,70-319,00 mm ³
Kekuatan Tekan	42.13 - 43.19 MPa
Densitas	2,70 g/cm ³

Sumber: N.Febriani, A.R Fachry, & Suharman 2016 [16]

2.5 Resin Epoxy dan Hardener

Resin epoksi merupakan jenis resin sintetis dari kelompok polimer termoset yang mengandung satu atau lebih gugus epoksida dalam struktur molekulnya. Struktur tersebut dapat dimodifikasi untuk memperoleh karakteristik tertentu, seperti viskositas yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. ECH merupakan senyawa organik yang terdiri dari dua cincin oksiran. Sedangkan, amina polifungsi merupakan senyawa organik yang memiliki dua atau lebih gugus amino. Proses pengerasan pada resin epoksi biasa disebut “curing”, resin epoksi membutuhkan pengeras dengan rasio resin dengan pengeras yang lebih tinggi, biasanya 1:1 atau 2:1. Pemilihan resin epoksi didasarkan pada sifat-sifat unggul yang dimilikinya,

antara lain daya rekat (adhesif) yang baik, permeabilitas rendah, kemurnian tinggi, serta ketahanan terhadap korosi dan tekanan [17].

Hardener berperan penting dalam proses curing, yaitu proses pengerasan resin. Hardener umumnya terdiri dari dua komponen utama, yakni katalisator dan akselerator. Kedua komponen ini menghasilkan panas yang diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan, sehingga material komposit dapat memperoleh kekuatan mekanik yang optimal. Namun, suhu yang terlalu tinggi akibat reaksi eksotermis dapat merusak ikatan molekul dan menurunkan kualitas komposit. Oleh karena itu, proporsi pencampuran antara resin epoksi dan hardener harus disesuaikan secara tepat untuk memperoleh sifat mekanik yang diinginkan [18]. Resin epoxy dan hardener dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Resin Epoxy dan Hardener

2.6 Jenis Pengujian yang digunakan

Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah uji kekerasan dan struktur makro.

2.6.1 Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik material yang menunjukkan tingkat ketahanannya terhadap deformasi akibat beban tekan. Deformasi yang terjadi umumnya merupakan kombinasi dari perilaku elastis dan plastis. Pada saat dua permukaan material bersinggungan dan mengalami gerakan relatif, dapat timbul deformasi elastis pada permukaan yang lebih keras, serta deformasi plastis pada permukaan yang lebih lunak. Pengujian kekerasan memiliki peran penting dalam memahami karakteristik suatu material, serta menjadi dasar dalam menentukan kualitas dan ketahanannya

terhadap tekanan. Dengan melakukan pengujian ini, nilai kekerasan material dapat dihitung dan dianalisis untuk keperluan rekayasa maupun aplikatif [19]. Pengujian kekerasan secara umum dibagi menjadi 3 jenis, yaitu Rockwell, Brinell, dan Vickers. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan Rockwell.

2.6.2 Uji Kekerasan Rockwell

Dilakukannya uji kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan untuk menentukan nilai kekerasan pada setiap daerah komposit. Nilai kekerasan pada metode ini dapat langsung terbaca pada indikator mesin uji Rockwell. Untuk hasil yang akurat, pengujian umumnya dilakukan beberapa kali pada titik yang sama atau berbeda, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Caran pengujiannya dengan pemberian beban minor sebesar 10 kgf kemudian diberikan beban mayor 60–100 kgf untuk indenter bola baja dan 150 kgf untuk indenter kerucut intan [20]. Dalam pengujian komposit ini menggunakan acuan uji kekerasan standar ASTM D785.

Pada pengujian kekerasan Rockwell hasil pengujian dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$HR = E - e \dots \dots \dots (1)$$

atau

$$e = E - HR \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

HR = Hardness Rockwell

E = Nilai konstanta yang bergantung pada bentuk indentornya

e = Jarak kedalaman penekanan (mm)

2.6.3 Kekerasan Rockwell B SNI 8388:2017

Prinsip dasar menurut SNI pengujian ini adalah mengukur kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan setelah beban tambahan dilepaskan, dan nilai kekerasan ditentukan berdasarkan selisih kedalaman antara tahap awal dan tahap akhir.

Permukaan benda uji harus rata, halus, dan bersih dari goresan atau

cacat agar hasil pengujian akurat. Selain itu, ketebalan benda uji harus memenuhi syarat minimal, yaitu sekurang-kurangnya 15 kali dari kedalaman penetrasi indentasi, untuk mencegah pengaruh dari dasar penyangga atau deformasi balik. Mesin uji yang digunakan harus terkalibrasi dan stabil, serta pelaksanaan pengujian harus dilakukan dalam kondisi bebas getaran, pada suhu ruang (sekitar 10–35 °C).

Pengujian Rockwell B biasanya digunakan untuk bahan logam lunak seperti kuningan, aluminium paduan, dan beberapa jenis plastik keras. Nilai HRB berkisar antara 20 sampai 100, tergantung pada tingkat kekerasan material. Pembacaan hasil kekerasan dilakukan langsung melalui penunjuk dial atau digital yang tersedia pada mesin uji.

2.6.4 Mesin Uji Kekerasan Rockwell

Mesin uji kekerasan Rockwell merupakan alat yang akan digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan material komposit ini. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan benda uji (spesimen) terhadap beban yang ditentukan dengan indenter bola baja atau kerucut yang ditekan pada spesimen. Gambar mesin uji kekerasan dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 2.5 Mesin Uji Kekerasan Rockwell

2.6.5 Uji Struktur Makro

Dilakukan pengujian struktur makro untuk mengamati permukaan dan tekstur material secara kasat mata tanpa bantuan alat pembesar. Tujuan utama dari uji ini adalah untuk mengidentifikasi cacat makroskopis seperti retakan, pori-pori, gelembung udara, atau ketidakhomogenan campuran yang dapat

mempengaruhi kekuatan material. Sampel diamati setelah proses pencetakan dan pengerasan selesai.

2.6.6 Alat Uji Struktur Makro

Penggunaan kamera handphone dinilai cukup efektif untuk mengamati dan mendokumentasikan kondisi permukaan spesimen secara makroskopis. Kamera ini digunakan untuk mengambil gambar permukaan dan dalam dari spesimen setelah dipotong serta mengamati tekstur, warna, dan cacat makroskopis seperti pori, gelembung udara, atau retakan dengan bantuan pendukung mode makro (dengan bantuan zoom dan jarak dekat) untuk memungkinkan pengamatan lebih detail pada bagian tertentu meskipun bukan kamera makro khusus.

