

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dari judul penelitian Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (*baggase*) ditinjau dari kekuatan tarik dan impak menyimpulkan bahwa dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan diantaranya meliputi:

1. Hasil pengujian statistik dengan metode T-Test menunjukan bahwa variasi pada arah serat ampas tebu dengan pola anyaman memberikan pengaruh pada kekuatan tarik komposit perpenguat serat eceng gondok.
2. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik serat ampas tebu dengan variasi arah serat searah 00 lebih besar dari pada arah serat bersilangan 450. Dimana nilai arah serat 00 menunjukan nilai kekuatan tarik serat 00 searah sebesar 1.69 kg/mm² dan nilai kekuatan tarik arah serat 450 bersilangan (Hartono Yudo dkk, 2008)

Jurnal selanjutnya ialah judul penelitian pengaruh rasio epoksi/ampas tebu dan perlakuan alkali pada ampas tebu terhadap kekuatan bentur komposit oartikel epoksi berpengisi serat ampas tebu menyimpulkan bahwa dari hasil analisa uji kekuatan bentur, kekuatan bentur komposit epoksi – serat ampas tebu mampu meningkatkan kekuatan bentur epoksi murni, dengan nilai maksiimum berada pada perbandingan komposisi 70:30 dan perlakuan alkali 2% sebesar 8,006 kJ/m², sedangkan kekuatan bentur epoksi sebesar 4,587 kJ/m² (Akhmad Nadji Shabari, 2014)

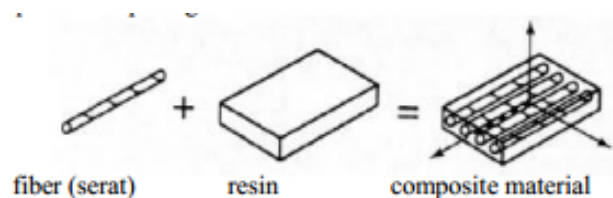
2.1.1 Pengertian Komposit

Komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Dalam hal ini gabungan bahan ada dua macam yaitu (Jones, 1999)

- a. Gabungan secara makro, 1) dapat dibedakan secara visual, 2) penggabungan lebih secara fisis dan mekanis, 3) dapat dipisahkan secara fisis dan mekanis;
- b. Gabungan secara mikro, 1) tidak bisa dibedakan secara visual, 2) penggabungan ini lebih secara kimia, 3) sulit dipisahkan, tetapi dapat dilakukan secara kimia

Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro sehingga bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsurnya yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material pada dasarnya tidak dapat dipisahkan. Komposit dibentuk dari dua komponen penyusun yang berbeda yaitu penguat (*reinforcement*) yang mempunyai sifat sulit dibentuk tetapi lebih kaku serta lebih kuat dan matrik yang umumnya mudah dibentuk tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah (Schwartz, 1984).

Pengertian komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabung (Kroschwitz, 1987). K. Van Rijswijk et al dalam bukunya (*Natural Fibre Composites*, 2001) menjelaskan komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik.



Gambar 2.1. Komposisi Komposit (K. van Rijswijk, et.al, 2001)

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda – beda dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda – beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material – material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Sirait, 2010).

2.1.2 Klasifikasi Material Komposit

a. Berdasarkan Penyusun

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler (bahan pengisi) dan matrik. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. **Filler** adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat E-Glass, Boron, Carbon dan lain sebagainya. Bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya.

2. **Matriks**, (Gibson R.F.,1994) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matriks memiliki fungsi:
 - a. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur
 - b. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan
 - c. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat
 - d. Menyumbangkan beberapa sifat seperti, kekakuan, ketangguhan dan tahanan listrik.

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda (Sirait, 2010).

Tabel 2.1 kandungan kimia serat alami

Serat	Lignin (%)	Selulosa(%)	Hemiselulosa(%)
Tandan sawit	19	65	
Mesocrap sawit	11	60	
Serat tebu	40-50	32-43	0,15-0,25
Pisang	5	63-64	19
Sasal	10-24	66-72	12
Daun nanas	12,7	81,5	

Sumber: Sreekala et al (1997) dalam iswanto Heri (2009)

Sifat mekanis serat pohon pisang dan beberapa serat penting yang lainnya padat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 2.2 Sifat mekanis berbagai serat alami

Serat	Keuatan Tarik (Mpa)	Pemanjangan (%)	Kekerasan (Mpa)
Tandan sawit	348	14	2000
Mesocrap sawit	80	17	500
Serat tebu	140	25	3200
Pisang	550	3	816
Sasal	580	4,3	1200
Daun nanas	640	2,4	970

Sumber: Sreekala et al (1997) dalam Iswanto Heri (2009)

b. Berdasarkan Matriks

Berdasarkan matriks yang digunakan komposit dapat dikelompokkan atas:

1. **MMC: Metal Matriks Composite** (menggunakan matriks logam)
Metal Matriks Composite adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen MMC* yang digunakan dalam industri penerbangan.
2. **CMC: Ceramic Matriks Composite** (menggunakan matriks keramik)
 CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah; oksida, carbide, nitride. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX* yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah filler.
3. **PMC: Polymer Matriks Composite** (menggunakan matriks polimer).

Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaan polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyethylene* (PE), dan lain-lain.

c. Berdasarkan Kerapatan Komposit

Secara umum papan partikel dapat diklasifikasikan berdasarkan kerapatan dan proses pembuatannya. (Kollmann et al., 1975 : 551) mengemukakan bahwa papan partikel diklasifikasikan berdasarkan tipe bahan baku dan metode produksi serat, metode pembentukan kasuran, kerapatan papan serta jenis dan tempat penggunaannya, namun cara terbaik untuk mengklasifikasikan papan partikel adalah berdasarkan kerapatannya.

Berdasarkan rekomendasi ASTM 1974, dalam standar designation 1554-67 mengklasifikasikan :

- a. Papan partikel berkerapatan rendah (*Low Density particleboard*). Papan partikel berkerapatan rendah yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37 lb/ft³ atau berat jenis kurang dari 0,59 g/cm³.
- b. Papan partikel berkerapatan sedang (*Medium Density particleboard*). Papan partikel berkerapatan rendah yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37 – 50 lb/ft³ atau berat jenis kurang dari 0,59 – 0,80 g/cm³.
- c. Papan partikel berkerapatan tinggi (*High Density particleboard*). Papan partikel berkerapatan rendah yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan lebih dari 50 lb/ft³ atau berat jenis lebih dari 0,80 g/cm³.

d. Berdasarkan Bahan Penguat (Reinforcement)

Komposit didefinisikan sebagai material yang terdiri dua atau lebih material penyusun yang berbeda, umumnya matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks adalah bagian komposit yang secara kontinyu melingkupi penguat dan berfungsi mengikat penguat yang satu dengan yang lain serta meneruskan beban yang diterima oleh komposit ke penguat. Sedangkan penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh komposit.

2.1.3 Perkembangan Komposit

Saat ini jenis komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit berpenguat serat. Hal ini karena serat sebagai penguat memiliki keuntungan sebagai berikut:

1. Memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang besar. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks dibanding bila menggunakan penguat lain. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.
2. "Size effect". Serat memiliki ukuran yang kecil sehingga jumlah cacat per satuan volume serat akan lebih kecil dibandingkan material lain. Dengan demikian serat akan memiliki sifat mekanik yang baik dan konsisten.
3. Serat memiliki densitas yang rendah sehingga memiliki sifat mekanik spesifik (sifat mekanik per satuan densitas) yang tinggi.
4. Fleksibilitas serat dan diameternya yang kecil membuat proses manufaktur serat menjadi mudah.

2.1.4 Keuntungan Komposit

Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya (Schwartz, 1997):

1. Bobotnya ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Biaya produksi murah
4. Tahan korosi

1.2 Serat Ampas Tebu

Serat ampas tebu (*baggase*) Merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan di pabrik-pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Serat ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi selain merupakan hasil limbah pabrik gula tebu, serat ini juga mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (biodegradability) sehingga nantinya dengan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan (Hartono Yudo dkk, 2008)



Gambar 2.2 Serat ampas tebu

Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat ampas tebu (*baggase*). Kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil pertanian/perkebunan, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa

pengolahan masih kurang optimal. Dalam industri pengolahan tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang di olah. Selama ini pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku pembuatan, bahan bakar boiler, pupuk organik dan pakan ternak bersifat terbatas dan bernilai ekonomis rendah. Pemanfaatan serat sampas tebu sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan gula di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil olahannya (Hartono Yudo dkk, 2008)

Tebu merupakan salah satu komoditi pertanian yang mengandung unsur lignoselulosa sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan papan partikel. Ampas tebu merupakan sumber alternatif utama dalam pembuatan papan partikel, panjang seratnya antara 1,7-2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan (Akhmad Nadji Shabiri dkk, 2014)

1.3 Resin Polyester

Resin Poyiester tak jenuh atau sering disebut polyester merupakan matriks dari komposit. Resin ini termasuk juga dalam resin thermoset. Pada polimer thermoset, resin cair diubah menjadi padatan yagn keras yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang sangat kuat. (Noni Nopriantina dan Astuti, 2013).

Tabel 2.3 Spesifikasi *Resin*

Sifat – sifat	Satuan	Nilai tipikal	Keteranhgan
Massa jenis	Gram/cm ³	1.17	
Penyerapan air (suhu ruangan)	⁰ C	0.2	
Kekuatan tarik	Kgf/mm ²	5.95	

Kekuatan lentur	Kgf/mm ²	14	
Kekuatan tekan	Kgf/mm ²	12	
Temperature percetakan	⁰ C	90	

Sumber : Pengetahuan Bahan Teknik 1985

Menurut Mubarak (2006) resin thermoset tidak mencair karena pemanasan. Pada saat percetakan, resin ini tidak perlu diberikan tekanan, karena ketika masih cair memiliki viskositas yang relatif rendah mengeras dalam suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas (tidak seperti resin thermoset lainnya). Sehingga resin thermoset paling banyak digunakan sebagai matriks pada komposit.

Resin polyester memiliki harga yang jauh lebih murah dibandingkan resin epoxy, oleh karena itu kualitasnya pun dibawah resin epoxy. Warna resin polyester sendiri sudah cukup bening namun pada hasil akhirnya masih kurang bening jika dibandingkan dengan resin epoxy (sedikit buram dan kuning). Selain itu, resin ini memiliki aroma yang cukup tajam. Resin polyester juga tidak dapat mongering sempurna jika tidak diberi katalis atau hardener. Resin polyester ini juga memiliki kekurangan apabila dicampur dengan katalis yang berlebih, maka campuran akan bersuhu sangat tinggi bahkan bisa terbakar. Sebaliknya, jika katalis terlalu sedikit akan menyebabkan hasil akhir resin tidak kering sempurna.

2.4 Pengujian Bending

Pengujian *Bending* adalah salah satu pengujian yang sudah lama dipakai karena dapat dilakukan pada bahan uji berbentuk standard an tidak perlu menggunakan mesin uji khusus atau mesin uji seperti biasa (Supardi, E, 1999)

Pengujian suatu bahan dimaksudkan untuk memperoleh kepastian mengenai sifat-sifat dan kekuatan bahan tersebut. Melalui pengujian yang

teliti akan diketahui apakah bahan tersebut dapat digunakan untuk suatu konstruksi tertentu.

Pengujian *bending* (bengkok) static merupakan salah satu pengujian yang dipakai sejak lama karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana. Pengujian bengkok dapat dilakukan terhadap bahan getas dan untuk bahan liat dimaksudkan agar dapat menentukan adanya cacat dan retakan pada permukaan material. Pengujian bengkok pada bahan keras dan getas adalah cara terbaik untuk menentukan kekuatan dan kegetasan.

Untuk mengetahui kekuatan bending dapat dilakukan pengujian dengan mesin uji *Torsee*. Pada pengujian bending, bagian atas specimen akan mengalami tegangan tekan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Bentuk specimen pengujian ketahanan bending sesuai dengan standar ASTM D 790.



Gambar 2.3 Mesin uji bending

2.5 Analisa Hasil Pengujian Kekerasan

Analisa yang dilakukan secara berurutan dengan memperhatikan pengaruh variasi temperatur dan media pendingin terhadap kekerasan spesimen pisau sadap karet. Pengolahan data berupa statistik menggunakan metode *analysis of variants* (ANOVA).

Two-Way ANOVA (analysis of variance) pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan beberapa variabel bebas (faktor) dengan variabel terikat (respon) dan masing-masing variabel memiliki dua taraf (*level*) dengan bantuan *software design expert* dalam proses pengolahan data. Untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap respon, maka pada ANOVA perlu dihitung jumlah-jumlah kuadrat. Adapun langkah-langkah menghitung dengan *Two-Way ANOVA*, yaitu: (Sudjana, 1994 dan Philip J. Ross, 1989)

- a) Asumsikan bahwa data masing-masing dipilih secara acak.
- b) Asumsikan bahwa data masing-masing berdistribusi normal.
- c) Menentukan hipotesis:
 - $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = \dots = \mu_a$ (tidak ada efek terhadap perlakuan)
 - $H_1 : b_1 \neq b_j$ (terdapat efek terhadap perlakuan)
- d) Menentukan jumlah kuadrat total:

$$SS_T = [\sum_{i=1}^N y_i^2] - \frac{T^2}{N} \quad (2.1)$$

- e) Menentukan jumlah kuadrat faktor A:

$$SS_A = [\sum_{i=1}^{k_A} (A_i^2)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.2)$$

- f) Menentukan Jumlah kuadrat faktor B:

$$SS_B = [\sum_{i=1}^{k_B} (B_i^2)] - \frac{T^2}{N} \quad (2.3)$$

- g) Menentukan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan B:

$$SS_{AxB} = \left[\sum_{i=1}^b \left(\frac{(AxB)_i^2}{n_{AxB_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} - SS_A - SS_B \quad (2.4)$$

- h) Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*):

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.5)$$

- i) Menentukan derajat kebebasan total:

$$v_T = N - 1 \quad (2.6)$$

- j) Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) A:

$$v_A = k_A - 1 \quad (2.7)$$

- k) Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) B

$$v_B = k_B - 1 \quad (2.8)$$

- l) Menentukan derajat kebebasan faktor interaksi A dan B:

$$v_{A \times B} = (v_A)(v_B) \quad (2.9)$$

- m) Menentukan derajat kebebasan kemungkinan kesalahan (*pure error*):

$$v_e = v_T - v_A - v_B - v_{A \times B} \quad (2.10)$$

- n) Melengkapi tabel hasil pengukuran dimensi untuk *analysis of variance* dari data yang didapat.

- o) Menentukan taraf signifikan (α).

- p) Jika $F_{\text{HITUNG}} (F_0) < F_{\text{TABEL}}$, maka hipotesis (H_0) dapat diterima.

- q) Menentukan persentase kontribusi faktor terhadap respon:

$$\% \text{ Kontribusi faktor} = \frac{(SS - SS_e)}{SS_T} \quad (2.11)$$

Tabel 2.4 ANOVA Table for Select Factorial Model

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F_0
Overall model	SS_{model}	$(k_A \cdot k_B) - 1$	$SS_{\text{model}} / (k_A \cdot k_B) - 1$	MS_{model} / MS_E
Main Effect of A	SS_A	v_A	SS_A / v_A	MS_A / MS_E
Main Effect of B	SS_B	v_B	SS_B / v_B	MS_B / MS_E
A x B interaction	SS_{AB}	$v_{A \times B}$	$SS_{AB} / v_{A \times B}$	MS_{AB} / MS_E
Error	SS_E	v_e	SS_E / v_e	
Total	SS_{Total}	v_T		

2.6 Hipotesa

Berdasarkan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat dibuat hipotesa sebagai berikut :

H_0 = Tidak ada pengaruh variasi serat dan resin

terhadap uji bending Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_1 ditolak.

H_1 = Ada pengaruh variasi serat dan resin terhadap uji bending.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak.