**ANALISIS SIFAT PENYERAPAN AIR LAUT DAN KETAHANAN IMPAK PADA PAPAN KOMPOSIT YANG DIPERKUAT SERAT DAUN PANDAN DURI DAN SERBUK SEKAM PADI DENGAN RESIN POLYESTER**

**Emmy Dyah S\*, Agus Dwi Catur\*, M. Hasan Basri\*\***

**\*** Dosen, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

Telpon. (0370) 636126, Fax. (0370) 636523

**\*\*** Mahasiswa, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

Telpon. (0370) 636126, Fax. (0370) 636523

*ABSTRACT*

*Composite is a combination of two or more materials arranged in a certain way to get new properties in a material results. For the manufacture of composite polyester fiber berpenguat pandanus thorns with rice husk powder filler is one way to get new material properties. This study aims to determine the absorption properties of sea water and impact toughness of fiber reinforced polyester composite with a tenon pandanus rice husk powder filler.*

*Composite manufacture is done by hand lay-up method with random fiber direction. Materials used in the manufacture of these composites are fiber pandanus thorns with rice husk powder filler. Tests were carried out based on ASTM standard D5229 for water absorption testing and ASTM D256 for impact testing. The method used in the testing is a method charpy impact. To determine the significance of the effect of variations in fiber volume fraction and fiber length used three ways analysis of variance (ANOVA) with a variation of the fiber length of 10 mm, 20 mm and 30 mm. Variations in fiber volume fraction of 10%, 20% and 30% by long immersion in water absorption 30 days. Impact testing conducted after soaking 0, 7, 15, and 30 days.*

*From the test results it can be concluded that the variations in the volume fraction, fiber length, and long soaking significant effect on sea water absorption value and impact toughness. In testing the water absorption weight gain values ​​obtained the highest percentage of 25.07% on the fiber length of 20 mm with a fiber volume fraction of 30% and the lowest was 15:20% in volume fraction of 10% with a length of 10 mm. In testing the volume gain the highest percentage value obtained by 11:40% on the fiber length of 20 mm with a fiber volume fraction of 30% and the lowest rate of 4.66% on a volume fraction of 10% with a length of 30 mm. In testing the types of weight gain values ​​obtained the highest percentage of 14.87% on fiber length of 10 mm with a fiber volume fraction of 30% and the lowest value of 9:21% in volume fraction of 10% with a length of 20 mm. While the value of the highest impact toughness at 10958.74 J / m2, obtained on fiber length of 30 mm with a fiber volume fraction of 30% and a soaking time of 30 days. And low impact toughness is equal to 1800.39 J / m2 obtained on fiber length of 10 mm with a fiber volume fraction of 10% and a soaking time of 0 days.*

*Keywords: composite, pandan, husks, sea water testing, impact.*

1. **PENDAHULUAN**

Penggunaan dan pemanfaatan pada material yang siap diaplikasikan sebagai komponen pada suatu struktur menuntut adanya peningkatan sifat mekanis yang tinggi. Seiring dengan perkembangan teknologi para rekayasawan pun selalu melakukan berbagai kajian riset untuk merekayasa material baru yang memiliki sifat mekanis yang lebih baik, seperti bahan baru komposit. Komposit berpenguat serat merupakan jenis komposit yang paling banyak dikembangkan (Diharjo & Triyono, 2000).

Komposit dari bahan serat (*fibrous composite*) terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam. Hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat, dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan dengan logam. Susunan komposit serat terdiri dari serat dan matriks sebagai bahan pengikatnya. Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan disribusi dari penguat (*filler*) dan berbagai ciri-ciri dari matriks. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya. Peran utama dalam komposit berpenguat serat adalah untuk memindahkan tegangan (*stress*) antara serat, memberikan ketahanan terhadap lingkungan yang merugikan dan menjaga permukaan serat dari efek mekanik dan kimia (Kartini et al., 2002).

Secara umum pengembangan komposit sangat diperlukan untuk sebagai pengganti material logam dimana bahan secara banyak terbuat dari baja, besi, dan lain-lain akan tetapi bahan dasar untuk besi, baja tersebut mulai berkurang, sehingga dibutuhkan bahan pengganti yang lebih efektif dan efisien. Salah satu contoh hasil alam yang banyak dimanfaatkan masyarakat adalah serat alam. Serat alam merupakan bagian dari tumbuhan yang mudah ditemukan di alam karena sifatnya yang sangat ramah lingkungan, bahan dasar ini direkomendasikan sebagai bahan dasar komposit yang baik. (Effendi, 2010).

Pengembangan serat alam sebagai bahan penguat komposit semakin meluas dengan mempertimbangkan harganya murah, mudah didapatkan, ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Salah satu serat alam yang dapat dimanfaatkan adalah serat daun pandan duri. Daun pandan duri ini biasanya digunakan untuk pembuatan furniture serta kerajinan tangan, padahal pandan duri dapat dimanfaatkan sebagai serat alam untuk membuat komposit. Daun pandan duri ini banyak sekali terdapat di Lombok, maka sudah sewajarnya bila kita dapat memanfaatkan potensi sumber daya alam yang dimiliki Kabupaten Lombok Barat untuk kemajuan Kabupaten dan sekitarnya. Dengan kemajuan teknologi yang didukung oleh keinginan untuk meneliti maka pandan duri bisa diolah untuk hal-hal yang lebih bermutu.

Penelitian terkait yang dilakukan oleh Sulistyowati (2012) yang bertujuan untuk menganalisis kekuatan *impact* dan *bending* komposit polyester-fiber glass dan polyester-pandan wangi dengan perbandingan fraksi volume 20%, 30%, dan 40%. Hasil penelitianya menunjukan bahwa kekuatan *impact* paling tinggi didapat pada volume serat 40% sebesar 15908,67 kJ/m². Ini menunjukkan bahwa semakin banyaknya serat yang digunakan, kekuatan dan tingkat elatisitas dari spesimen juga akan bertambah, artinya spesimen akan lebih mampu menyerap energi yang diberikan.

Untuk stabilitas dalam komposit diperlukan adanya filler. Filler yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi. Sekam padi adalah bagian dari bulir padi-padian ([serealia](http://id.wikipedia.org/wiki/Serealia)) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang melindungi bagian dalam ([endospermium](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Endospermium&action=edit&redlink=1) dan [embrio](http://id.wikipedia.org/wiki/Embrio)). Dalam [pertanian](http://id.wikipedia.org/wiki/Pertanian), sekam dapat dipakai sebagai campuran pakan, alas kandang, dicampur di tanah sebagai pupuk, dibakar, atau arangnya dijadikan media tanam. Ketersediaan sekam padi diwilayah NTB sangat melimpah maka dari itu akan menjadi campuran dalam pembuatan komposit.

Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas, yang tidak hanya sebagai panel di bidang transportasi tetapi juga merambah pada bidang lainnya seperti property, arsitektur, pariwisata. Hal ini dikarenakan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan. Fokus pemilihan bahan yang tepat untuk suatu konstruksi menuntut sebuah kepastian tentang material penyusun yang tepat pula. Tuntutan fungsi panel saat ini tidaklah hanya sebatas kekuatan mekanik saja, tetapi juga sifat fisisnya (Peijs, 2003).

Karena selama ini komposit dikenal sebagai bahan yang anti karat atau korosi, maka penggunaan bahan komposit tidak luput dari bahan konstruksi dan alat transportasi laut. Pemilihan bahan komposit untuk pembuatan penunjang aktifitas kelautan sangatlah tepat, Maka dari itu peneliti, ingin meneliti bagaimana sifat penyerapan air laut terhadap bahan komposit. Berdasarkan uraian di atas timbul pemikiran untuk menganalisis sifat penyerapan air (air laut) dan impak setelah perendaman air laut pada komposit polyester yang diperkuat serat pandan duri dengan *filler* serbuk sekam padi. Penelitian ini akan menghasilkan material baru yang menarik, dengan aplikasi pada bidang konstruksi seperti konstruksi struktur bangunan, kapal, dan komponen serbaguna dipantai maupun dilaut (papan slancar, perahu nelayan, dsb). Selain itu diaplikasikan juga pada bidang furniture dan papan komponen rumah tahan gempa merupakan langkah yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

1. **TINJAUAN PUSTAKA**

Bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Alam telah banyak menyediakan kebutuhan manusia mulai dari makanan sampai bahan bangunan. Salah satunya adalah bahan-bahan serat alam.

**Unsur Penyusun Komposit**

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut matrik.

1. **Serat**

 Salah satu unsur penyusun bahan komposit adalah serat. Serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit.

1. ***Matriks* (*Resin*)**

 *Matriks* (*resin*) dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matriks harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. *Polymer* (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan.

1. **Pengisi (*Filler*)**

Pengisi adalah bahan yang banyak digunakan untuk ditambahkan pada bahan *polymer* untuk meningkatkan sifat-sifatnya dan pemerosesan untuk mengurangi ongkos produksi (Surdia, 2000). *Filler* dalam komposit digunakan sebagai penguat matrik resin *polymer*.

Penyerapan air komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap air dalam waktu tertentu. Penyerapan airpada komposit merupakan salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit di luar ruangan. Semua komposit polimer akan menyerap air jika berada di udara lembab atau ketika komposit tersebut dicelupkan di dalam air. Penyerapan air pada komposit berpenguat serat alam memiliki beberapa pengaruh yang merugikan dalam *properties*nya dan mempengaruhi kemampuannya dalam jangka waktu yang lama juga penurunan secara perlahan dari ikatan *interface* komposit serta menurunkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tariknya. Penurunan ikatan *interface* komposit menyebabkan penurunan *properties* mekanis komposit tersebut. Karena itu, pengaruh dari penyerapan airsangat vital untuk penggunaan komposit berpenguat serat alam di lingkungan terbuka. Daya tahan terhadap penyerapan air komposit berpenguat serat alam dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaan serat alam tersebut (Chow *et.al.,* 2006).

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Lokantara, dkk (2009), mengenai Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester menyatakan bahwa penyerapan air pada *polyester* (tanpa serat) paling kecil dibandingkan dengan penyerapan air yang terjadi pada komposit yang berpenguat serat tapis kelapa. Semakin besar fraksi volume serat pada komposit menyebabkan peningkatan penyerapan air. Komposit dengan serat yang tidak di beri perlakuan NaOH cenderung memiliki daya serap air yang lebih tinggi dari pada yang diberi perlakuan.

Supratiningsih (2012), juga dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin banyak serat batang pisang yang ditambahkan, maka penyerapan air komposit makin tinggi. Hal ini disebabkan karena serbuk serat batang pisang bersifat sangat higroskopis. Pada suhu tinggi, beberapa komponen penyusun serat seperti hemiselulosa atau senyawa karbohidrat lainnya, struktur mengalami degradasi sehingga larut dalam air. Oleh karena itu penggunaan suhu tinggi saat pembuatan komposit dapat menurunkan higroskopisitas komposit yang menyebabkan penyerapan airnya turun. Suhu yang diberikan pada material sampel mengakibatkan adanya pemutusan ikatan hidrogen (OH). (Shen *et. Al*,2010),menyatakan bahwa pemutusan ikatan OH pada komposit dimulai pada rentang suhu 60-80ºC.

Menurut Mukhtar et al (2007), penelitian komposit alam yang dilakukan oleh peneliti pada satu dekade terakhir menggunakan serat dari alam seperti serat kenaf, serat kelapa sawit, serat sayuran, serat bambu, serat jute, serat sisal, serat kelapa dan serat daun nanas. Penelitian yang dilakukan berupa pemanfaatan serat alam baru atau bagaimana metode untuk meningkatkan sifat dari komposit serat alam yang dimanfaatkan tersebut.

Taufik dan Astuti (2014) meneliti tentang sintesis dan karaterisasi sifat mekanik serta struktur mikro komposit resin yang diperkuat serat pandan alas (*pandanus dubius*). Hasil penelitian menunjukan bahwa nilai uji tarik dan uji tekan maksimum diperoleh pada perbandingan poliester dan katalis yaitu (99 : 1) %. Nilai kuat tarik resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 0,8 g yaitu sebesar 354,16 N/$cm^{2}$ dan nilai kuat tekan resin poliester-serat daun pandan alas tertinggi diperoleh pada penambahan serat 1 g yaitu sebesar 1783,67 N/$cm^{2}$.

Maulida (2006) dalam penelitiannya membuat komposit *polipropilena* dengan pengisi serat daun pandan dan serat batang pisang. *Polipropilena* yang digunakan sebagai matriks terlebih dahulu dilarutkan dalam xylena pada temperatur 160°C dengan konsentrasi *polipropilena* terhadap *xylane* 10, 20 dan 30%. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan tarik serat daun pandan lebih baik dibandingkan kekuatan tarik serat batang pisang dengan ketebalan yang sama. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada konsentrasi *polipropilena* 30%.

Porniawan (2014) dalam penelitiannya tentang pengaruh variasi fraksi volume terhadap kekuatan mekanik komposit *sandwich polyester* berpenguat serat pandan duri dengan *core styrofoam*.Dari hasil penelitiannya diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai ketangguhan impak dan kekuatan bending dimana nilai ketangguhan impak rata-rata terendah yaitu pada variasi fraksi volume serat 5% yaitu sebesar 180,75 kJ/m², kemudian pada fraksi volume serat 10% harga rata-rata kekuatan impact meningkat sekitar 4% menjadi 188,25 kJ/m², dan fraksi volume serat 15% mempunyai harga impact tertinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 195,5 kJ/m² atau meningkat sekitar 8%. Peningkatan kekuatan tersebut terjadi karena ikatan yang bagus antara matriks dan serat dengan ditandai banyaknya fiber break pada daerah patahan. Jenis patahan yang terjadi adalah patah getas, karena permukaan patahan dari spesimen rata dan tidak terlihat adanya deformasi plastis pada daerah patahan. Untuk kekuatan bending fraksi volume 5% mempunyai nilai kekuatan bending terendah yaitu 0,264 MPa dan momen maksimum sebesar 412,5 N.mm serta defleksi maksimum sebesar 7,2 mm. Untuk fraksi 10% mempunyai kekuatan bending sebesar 0,312 MPa dan momen bending maksimum yaitu sebesar 487,5 N.mm atau mengalami peningkatan sebesar 18%, serta defleksi maksimum 7,4 mm atau meningkat sebesar 3%. Sedangkan fraksi 15% mempunyai kekuatan bending tertinggi yaitu 0,432 MPa dan momen maksimum yaitu 675 N.mm atau meningkat 64% dari fraksi volume 5%, serta defleksi maksimum memiliki nilai 7,95 mm atau meningkat sekitar 10%. Dari pengamatan makro dapat diketahui bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi baik pada spesimen uji impact maupun spesimen uji bending adalah adanya serat terlepas atau fibers pull out akibat ikatan yang lemah antara matriks dan serat, serta adanya celah pada interface akibat kegagalan matriks mengikat serat yang jumlahnya terlalu banyak.

Dari hasil SEM Suardana dan Lokantara (2009) menunjukkan bahwa dengan semakin lama perendaman maka molekul-molekul air yang diserap oleh serat mengakibatkan serat membengkak (swelling), lepasnya ikatan permukaan serat dengan polyester (debonding) dan juga delamasi pada serat yang berakibat pada kerusakan mekanis atau menurunnya kekuatan mekanis komposit.

Setyawan dan Sugiman (2009) meneliti tentang efek perlakuan permukaan pada karakteristik fisik dan mekanis serat daun nanas dimana dalam perlakuan serat digunakan larutan NaOH, sebesar (2, 4 ,6, 8 dan 10% berat) dengan waktu perendaman 1, 2 dan 3 jam untuk masing-masing konsentrasi perlakuan serat menggunakan larutan NaOH pada konsentrasi antara 2-6% terjadi peningkatan kekuatan tarik serat dan konsentrasi optimum dicapai pada konsentrasi 4% (2 jam waktu perendaman). Pada konsentrasi 4% dan 2 jam waktu perendaman, permukaan serat bersih dari matriks (lignin) sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi dinding sel terkikis dan mengakibatkan kerusakan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian penyerapan air laut dan ketangguhan impak setelah perendaman. Dari komposit yang diperkuat serat daun pandan duri dan serbuk sekam padi dengan resin polyester, faktor yang akan divariasikan dalam unsur komposit adalah fraksi volume serat, panjang serat, dan lama perendaman.

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu secara makroskopis. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Penggunaan serat untuk menentukan karakteristik bahan komposit seperti: kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanis lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi.

1. **METODE PENELITIAN**

 **Bahan dan Alat Penelitian**

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit serat pandan duri adalah Resin *polyester,* Serat pandan duri*,* dan serbuk sekam padi. Sedangkan alat yang digunakan yaitu cetakan baja, alat pengepres, timbangan 0,01 g, jangka sorong 0,01 mm dan alat uji *impact (Universal Impak Testing)* serta peralatan pendukung lainnya.

 Daun pandan duri didapatkan dipinggiran sungai dan kemudian untuk mendapatkan serat pandan duri dilakukan proses pembusukan yaitu direndam selama 14 hari setelah itu dilakukan pemisahan antara daging dengan serat dengan cara dikeruk menggunakan sendok secara perlahan agar serat tidak cepat putus pada saat dipisahkan dengan dagingnya. Serat pandan duri yang sudah didapat kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 4% (berat) selama 2 jam. Setelah direndam dalam larutan NaOH serat sabut kelapa dicuci dengan menggunakan air sumur sampai bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Kemudian serat daun pandan duri dipotong dengan panjang 10 mm, 20 mm, dan 30 mm.

Serbuk sekam padi yang di dapat dari heler, dijemur terlebih dahulu untuk mangurangi kandungan airnya selama 3 hari, lalu diayak dengan ukuran 40 mesh sehingga ukuran serbuknya seragam.

**Proses pembuatan benda uji**

1. **Pencampuran bahan**

 Pencampuran bahan menggunakan serbuk sekam padi sebanyak 5% dengan ayakan 40 mesh dan serat daun pandan duri dengan panjang serat 10 mm, 20 mm, dan 30 mm dengan fraksi volume serat sebanyak 10%, 20%, dan 30%.

1. **Proses pencetakan benda uji / spesimen**

 Persiapan alat dan bahan kemudian Pengolesan kit mobil pada cetakan untuk memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan setelah mengalami proses pengeringan, penempatan masing-masing bahan kedalam wadah pengaduk sesuai dengan komposisi yang telah di tentukan penuangan sebagian *resin* *polyester* dan katalis sesuai dengan komposisi ke dalam wadah pengaduk kemudian aduk hingga campuran resin, serat dan serbuk sekam padi merata selanjutnya tuang ke dalam cetakan, penutup dengan plat besi bagian atasnya yang bertujuan agar *void* yang kelihatan dapat diminimalkan jumlahnya yang kemudian dilakukan pengepresan dengan menggunakan alat penekan, proses pengeringan dibawah sinar matahari, proses ini dilakukan sampai benar-benar kering ± 24 jam dan apabila masih belum benar-benar kering maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama, proses pengambilan komposit dari cetakan dapat menggunakan pisau ataupun cutter, komposit yang telah dicetak dibentuk menjadi benda uji sesuai dengan standar masing-masing pengujian.

**Uji Penyerapan Air**

Penyerapan air komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap air dalam waktu tertentu. Penyerapan air ditandai dengan perubahan berat, volume, dan berat jenis komposit. Pengujian penyerapan air ini dilakukan dengan standar ASTM D 5229, Spesimen uji ditimbang dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram dan uji pembengkakan dilakukan dengan mengukur volume menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm, kemudian spesimen direndam selama 30 hari, setelah itu komposit ditimbang dan diukur lagi untuk mengetahui perubahan yang terjadi.

Ukuran spesimen dalam penelitian ini juga mengacu pada ASTM D 5229 yaitu dengan panjang 50 mm, lebar 50 mm dan ketebalan 5 mm. sperti gambar dibawah ini

**Gambar 1.** Spesimen uji penyerapan air ( ASTM D 5229)

b=50mm

p=50mm

d=5 mm

Grafik hasil pengujian dapat dibuat dari data sebelum dan sesudah perendaman kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan-persamaan ASTM D 5229 berikut :

$a).Pertambahan berat=\frac{W-D}{D}x100 \%$.............(1)

Dimana :

 $W$ = Wet weight / berat basah (gr)

 $ D$ = Dry weight / berat kering (gr)

b). $Pertambahan volume=\frac{v\_{1}- v\_{0}}{v\_{0}} x$100 %.........(2)

Dimana :

 $v\_{0}$ = Volume awal (mm3)

 $v\_{1}$ = Volume akhir (mm3)

c). $ρ=\frac{m}{v}\left({gr}/{mm^{3}}\right)$..................................(3)

$d). Petambahan ρ=\frac{ρ\_{1-}ρ\_{0}}{ρ\_{0}}x 100 \%$..............(4)

Dimana :

 $m$ = massa (gr)

 $v$ = volume awal (mm3)

 $ρ\_{0}$ = massa jenis awal (gr/mm3)

 $ρ\_{1}$ = massa jenis akhir (gr/mm3)

**Uji Ketahanan *impact***

Bentuk spesimen pengujian kekuatan *impact* sesuai dengan standar ASTM D 256, dimana mempunyai dimensi sesuai dengan gambar 2

P=55

50

b=10

H=2

d=10

45°

**Gambar 2**. Spesimen uji *impact* sesuai ASTM D256

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian *impact* adalah sebagai berikut:

Dipersiapkan peralatan uji *impact Charpy* dan benda uji yang sesuai dengan ukuran standar terlebih dahulu. Kemudian benda uji diletakkan pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu *Charpy*. Palu *Charpy* dinaikkan pada kedudukan sudut 10o (sudut α) serta putar jarum penunjuk berimpit pada kedudukan 10o. Palu *Charpy* kemudian dilepaskan berayun membentur benda uji dan diperhatikan serta dicatat sudut β yang tunjuk oleh jarum. Namun pada pengujian ini specimen terlebih dahulu direndam dengan waktu perendaman 0,7,15, dan 30 hari.

Untuk mengukur data hasil uji *impact* digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

 ΔE = W·ℓ(cosβ – cos α)

 A = ( d – H ) × b

Ketangguhan *impact* =  (kJ/ m2)

Dimana :

 ΔE = Tenaga patah

 A = Luas penampang

 W = Berat pendulum dikalikan percepatan gravitasi 9.81 m/s2

 ℓ = Jarak antara titik berat dari pendulum ke sumbu putar

 α = Sudut awal sebelum membentur spesimen

 β = Sudut akhir setelah membentur spesimen

 b = Lebar spesimen

 H = Kedalam takikan

 d = Tebal spesimen

 P = Panjang spesimen

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

 **4.1 Pengujian Penyerapan Air**

**4.1.1 Pertambahan Berat**

Dari hasil pengujian pertambahan berat papan komposityang diperkuat serat daun pandan duri dan filer limbah serbuk sekam padi dengan variasi fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% dan panjang serat 10, 20, dan 30 mm menghasilkan diagram berdasarkan panjang serat yang ditunjukkan pada diagram-diagram dibawah ini:

**Gambar 3**. Grafik persentase pertambahan berat ps=10 mm

**Gambar 4.** Grafik persentase pertambahan berat ps= 20 mm

 Gambar 4. Grafik persentase pertambahan berat P=20 mm

**Gambar 5**. Grafik persentase pertambahan berat ps=30 mm

Berdasarkan gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 menunjukkan bahwa nilai pertambahan berat tertinggi terdapat pada fraksi volume 30%, pada panjang 20 mm sebesar 25.07 %. Sedangkan nilai pertambahan berat terendah terjadi pada fraksi volume 10%, pada panjang 10 mm sebesar 15.20 %.

**4.1.2 Pertambahan Volume**

Dari hasil pengujian pertambahan volume papan komposityang diperkuat serat daun pandan duri dan filer limbah serbuk sekam padi dengan variasi fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% dan panjang serat 10, 20, dan 30 mm menghasilkan diagram berdasarkan panjang serat yang ditunjukkan pada diagram-diagram dibawah ini

**Gambar 6.** Grafik persentase pertambahan volume ps=10 mm

**Gambar 7.** Grafik persentase pertambahan volume ps=20 mm

**Gambar 8.** Grafik persentase pertambahan volume ps=30 mm

Berdasarkan gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 menunjukkan bahwa nilai pertambahan berat tertinggi terdapat pada fraksi volume 30%, pada panjang 20 mm sebesar 11.40 %. Sedangkan nilai pertambahan berat terendah terjadi pada fraksi volume 10%, pada panjang 30 mm sebesar 4.66%.

**4.1.3 Pertambahan Berat Jenis**

Dari hasil pengujian pertambahan volume papan komposityang diperkuat serat daun pandan duri dan filer limbah serbuk sekam padi dengan variasi fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% dan panjang serat 10, 20, dan 30 mm menghasilkan diagram berdasarkan panjang serat yang ditunjukkan pada diagram-diagram dibawah ini

**Gambar 9.** Grafik persentase pertambahan berat jenis ps= 10 mm

**Gambar 10.** Grafik persentase pertambahan berat jenis ps= 20 mm

**Gambar 11.** Grafik persentase pertambahan berat jenis ps= 30 mm

Berdasarkan gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 menunjukkan bahwa nilai pertambahan berat tertinggi terdapat pada fraksi volume 30%, pada panjang 20 mm sebesar 11.40 %. Sedangkan nilai pertambahan berat terendah terjadi pada fraksi volume 10%, pada panjang 30 mm sebesar 4.66%.

* + 1. **Data Analisis Of Varian (Anova) Tiga Faktor.**

 Data nilai pertambahan berat jenis dianalisis dengan menggunakan *three ways analysis of variance,* untuk mengetahui pengaruh dari variasi fraksi volume serat, panjang serat, dan lama perendaman dari komposit daun pandan duri dan serbuk sekam padi dengan resin *polyester* . Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Tabel *Three Ways Analysis Of Variance* uji penyerapan air laut dengan α=0.05.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *SV* | *SS* | *Df* | *MS* | *F hitung (Fhit)* | *F tabel (Ft)* |
| *FV* | 12.45746319 | 2 | 6.228731595 | 116.0625392 | 3.17 |
| *LP* | 17.66336554 | 2 | 8.831682769 | 164.564408 | 3.17 |
| *PS* | 1.816879321 | 2 | 0.908439661 | 16.92733297 | 3.17 |
| *fv x lp* | 1.554935099 | 4 | 0.388733775 | 7.243437653 | 2.54 |
| *I fv x ps* | 0.536029965 | 4 | 0.134007491 | 2.497017165 | 2.54 |
| *lp x ps* | 0.08926114 | 4 | 0.022315285 | 0.41580996 | 2.54 |
| *fvxlpxps* | 0.358871274 | 8 | 0.044858909 | 0.835874662 | 2.12 |
| *Galat* | 2.898019537 | 54 | 0.053667028 | 116.0625392 |   |
| *Interaksi total* | 37.37482507 | 80 |  |  |  |

1. **Fraksi Volume Serat**

Karena Fhitung (116.06) lebih besar dari Ftabel (3.17) berarti Ha1 diterima dan H01 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan fraksi volume serat berpengaruh terhadap berat papan komposit pada penyerapan air.

1. **Lama Waktu Perendaman**

Karena Fhitung (164.56) lebih besar dari Ftabel (3.17) berarti Ha1 diterima dan H01ditolak.Sehingga dapat disimpulkan lama waktu perendaman papan komposit berpengaruh terhadap berat papan komposit pada penyerapan air.

1. **Panjang Serat**

Karena Fhitung (16.92) lebih besar dari Ftabel (3.17) berarti Ha1 diterima dan H01ditolak.Sehingga dapat disimpulkan panjang serat papan komposit berpengaruh terhadap berat papan komposit pada penyerapan air.

1. **Interaksi Antar Sumber Varians**

Dari interaksi antara fvxps, lpxps, dan fvxlpxps memiliki nilai Fhitung lebih kecil dari Ftabel sehingga dapat disimpulkan bahwa dari ke tiga interaksi tersebut tidak berpengaruh terhadap berat papan komposit pada penyerapan air, namun fvxlp berpengaruh.

**4.2 Uji *Impact***

Nilai ketangguhan impak dengan variasi fraksi volume 10%, 20%, 30% , panjang serat 10mm, 20mm, dan 30 mm, dan lama perendaman 0, 7, 15, dan 30 hari. Dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

**Tabel 2.** Data hasil ketangguhan impak tiap spesimen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lama Perendaman (Hari)** | **Panjang serat (mm)** | **Ketangguhan impak (J/m2)** |
| **Fraksi Volume (%)** |
| **10** | **20** | **30** |
| **0** | **10** | 1805.10 | 3454.17 | 3564.44 |
| 1793.34 | 3532.67 | 3512.16 |
| 1802.74 | 3537.05 | 3572.51 |
| **Rata-rata±SD** | **1800.39±6.22** | **3507.97±46.63** | **3549.70±32.76** |
| **20** | 3488.71 | 5051.03 | 5239.81 |
| 3454.17 | 5104.00 | 6571.91 |
| 3475.65 | 5178.40 | 6721.34 |
| **Rata-rata±SD** | **3472.84±17.44** | **5111.14±63.98** | **6177.69±815.65** |
| **30** | 5051.03 | 6704.68 | 8028.07 |
| 5061.06 | 6657.49 | 9471.03 |
| 5066.09 | 7966.58 | 7990.33 |
| **Rata-rata±SD** | **5059.39±7.66** | **7109.58±742.55** | **8496.48±844.196** |
| **7** | **10** | 1795.58 | 3519.12 | 5051.03 |
| 1829.66 | 3519.12 | 5046.03 |
| 1823.60 | 3563.55 | 5074.84 |
| **Rata-rata±SD** | **1816.28±18.17** | **3533.93±25.64** | **5057.30±15.39** |
| **20** | 3544.72 | 5051.03 | 6654.08 |
| 3523.95 | 5160.71 | 6563.78 |
| 3507.87 | 5239.81 | 6726.65 |
| **Rata-rata±SD** | **3525.51±18.47** | **5150.52±94.80** | **6648.17±81.59** |
| **30** | 5105.22 | 8030.25 | 8028.07 |
| 5143.47 | 8050.12 | 8119.47 |
| 5087.53 | 6721.34 | 9650.18 |
| **Rata-rata±SD** | **5112.07±28.59** | **7600.57±761.50** | **8599.24±911.28** |
| 15 | 10 | 3496.40 | 5126.99 | 5192.85 |
| 3559.10 | 5100.12 | 5125.65 |
| 3492.20 | 5046.03 | 5147.97 |
| **Rata-rata±SD** | **3515.90±37.47** | **5091.04±41.23** | **5155.49±34.22** |
| **20** | 5076.18 | 5239.81 | 6697.91 |
| 5063.53 | 6689.02 | 8050.12 |
| 4694.90 | 6729.70 | 8106.81 |
| **Rata-rata±SD** | **4944.87±216.57** | **6219.51±848.79** | **7618.28±797.56** |
| **30** | 6594.77 | 8068.26 | 9402.07 |
| 6613.05 | 9409.09 | 10566.61 |
| 6547.57 | 7966.58 | 9290.74 |
| **Rata-rata±SD** | **6585.13±33.78** | **8481.31±805.09** | **9753.14±706.68** |
| **30** | **10** | 3822.22 | 5061.06 | 6652.40 |
| 3566.33 | 5165.52 | 6547.57 |
| 3478.20 | 5077.37 | 6547.57 |
| **Rata-rata±SD** | **3622.25±178.69** | **5101.32±56.19** | **6582.52±60.52** |
| **20** | 5165.83 | 6599.85 | 7976.42 |
| 5173.78 | 6624.33 | 7998.19 |
| 5056.04 | 6799.01 | 8080.11 |
| **Rata-rata±SD** | **5131.88±65.79** | **6674.40±108.61** | **8018.24±54.67** |
| **30** | 6721.21 | 8094.94 | 10611.33 |
| 6612.80 | 9299.95 | 11755.69 |
| 6547.57 | 9288.46 | 10509.21 |
| **Rata-rata±SD** | **6627.20±87.70** | **8894.45±692.41** | **10958.74±692.06** |

Ket: SD= standar deviasi

Berdasarkan rata-rata hasil pengujian impakpada tabel 2. didapat grafik hubungan antara panjang serat dan fraksi volume serat dengan ketangguhan impak berdasarkan lama perendaman 0, 7, 15, dan 30 hari seperti ditunjukkan pada gambar berikut

**Gambar 12.** Grafik pengujian impak hubungan antara fraksi volume, panjang serat, dan lama perendaman

Berdasarkan gambar 12 juga menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impak komposit serat pandan duri tertinggi terjadi pada panjang serat 30 mm dengan fraksi volume 30% pada perendaman 30 hari yaitu sebesar 10958.74 J/m2 sedangkan nilai ketangguhan impak terendah terjadi pada panjang serat 10 mm dengan fraksi volume 10% pada perendaman 0 hari,dengan nilai yaitu sebesar 1800.39 J/m2. Peningkatan nilai ketangguhan impak disebabkan karena banyaknya serat dalam komposit sehingga kamampuan komposit dalam menerima beban impak yang besar lebih kuat selain itu panjang serat, lama perendaman serta ikatan antara serat dengan matrik dapat mempengaruhi nilai ketangguhan impak komposit tersebut. Dan mengapa semakin lama perendaman kekuatan ketangghan impak semakin tinggi? Itu disebabkan karena kekuatan serat yang terendam dengan yang tidak terendam lebih kuat yang terendam.

 Data ketangguhan impak di analisis dengan menggunakan *three ways analysis of varians* untuk mengetahui pengaruh dari variasi fraksi volume serat, lama perendaman, dan panjang serat daun pandan duri dan serbuk sekam padi dengan resin *polyester* terhadap kekuatan impak. Hasil dapat dilihat pada tabel 3

**Tabel 3.**  Tabel *Three Ways Analysis Of Variance* uji impak dengan α=0.05

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Sumber variasi* | *SS* | *Df* | *MS* | *Fhitung (Fhit)* | *Ftabel (Ft)* |
| *Fraksi volume* | 146454180.2 | 2 | 73227090.09 | 48.07 | 3.12 |
| *Lama perendaman* | 116589123.6 | 3 | 38863041.19 | 25.51 | 2.73 |
| *Panjang serat* | 265551063.2 | 2 | 132775531.6 | 87.15 | 3.12 |
| *Interaksi fv x lp* | 15234468.86 | 6 | 2539078.143 | 1.67 | 2.23 |
| *Interaksi fv x ps* | 7837941.475 | 4 | 1959485.369 | 1.29 | 2.5 |
| *Interaksi lp x ps* | 18591487.5 | 6 | 3098581.25 | 2.03 | 2.23 |
| *Interaksi fvxlpxps* | 58040976.4 | 12 | 4836748.034 | 3.17 | 1.89 |
| *Galat* | 109691905.8 | 72 | 1523498.692 |  |  |
| *TOTAL* | 737991147 | 107 |  |  |  |

1. **Fraksi Volume Serat**

Karena Fhitung (48.07) lebih besar dari Ftabel (3.12) berarti Ha1 diterima dan H01 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan fraksi volume serat berpengaruh terhadap ketahanan *impact*.

1. **Lama Waktu Perendaman**

Karena Fhitung (25.51) lebih besar dari Ftabel (2.73) berarti Ha1 diterima dan H01ditolak.Sehingga dapat disimpulkan lama waktu perendaman papan komposit berpengaruh terhadap ketahanan *impact*.

1. **Panjang Serat**

Karena Fhitung (87.15) lebih besar dari Ftabel (3.12) berarti Ha1 diterima dan H01ditolak.Sehingga dapat disimpulkan panjang serat papan komposit berpengaruh terhadap ketahanan *impact.*

1. **Interaksi Antar Sumber Varians**

Dari interaksi antara fvxlp, fvxps, dan lpxps memiliki nilai Fhitung lebih kecil dari Ftabel sehingga dapat disimpulkan bahwa dari ke tiga interaksi tersebut tidak berpengaruh terhadap berat papan komposit pada penyerapan air, namun fvxlpxps berpengaruh.

1. **Kesimpulan**

Dari hasil peneltian, pengujian dan pembahasan hasil uji yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada uji penyerapan air laut dapat disimpulkan bahwa fraksi volume serat, panjang serat, dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap nilai pertambahan berat, pertambahan volume, dan pertambahan berat jenis pada papan komposit *polyester* serat pandan duri dengan *filler* serbuk sekam padi.
2. Pada pengujian penyerapan air laut didapatkan nilai pertambahan berat air tertinggi sebesar 25.07% pada panjang serat 20 mm dengan fraksi *volume* serat 30%, pada uji pertambahan volume didapatkan nilai tertinggi sebesar 11.40% pada panjang serat 20 mm dengan fraksi volume 30%, pada uji berat jenis didapatkan nilai tertinggi sebesar sebesar 14.87% pada fraksi volume serat 30% dan panjang serat 10 mm. Dan pengujiaan penyerapan air laut terendah pada pertambahan berat air pada papan komposit sebesar 15.20%, pada panjang serat 10 mm dengan fraksi *volume* serat 10%. Pada uji pertambahan volume didapatkan nilai terendah sebesar 4.66%, pada panjang serat 30 mm dengan fraksi volume 10%. Pada uji berat jenis didapatkan nilai terendah sebesar 9.21%, pada panjang serat 20 mm dengan fraksi volume 10%.
3. Pada uji impak, semakin meningkatnya fraksi volume, panjang serat, dan lama perendaman maka nilai ketangguhan impaknya semakin meningkat.
4. Pada pengujian *impact,* nilaiketangguhan *impact* tertinggi sebesar 10958.74J/m2 didapat pada panjang serat 30 mm dengan fraksi *volume* serat 30% dan lama perendaman 30 hari. Sedangkan nilai ketangguhan *impact* terendah sebesar 1800.39 J/m2 didapat pada panjang serat 10 mm dengan fraksi *volume* serat 10% pada lama perendaman 0 hari.
5. **DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 2015, <http://faraland.wordpress.com/category/college/page/2/>

Anonim, 2015, http ://id.m.wikipedia.org/wiki/pandan. Diunduh pada pebruari 2015

ASTM, 2006, *Standards and Literature References for Composite Materials*, 2d ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

Bismarck, A., Askargorta, I.A, Lamphe. T., Wielaye, B., Stamboulis, A., Skenderovich, I., Limbach, H.H., 2002, *Surface Characterizatio of Flax, Hemp and Cellulose Fibres: Surface Properties and The Water Uptake Behaviour, Polymer Composities* Vol.23, No.5.

C.W. Leung and W.K. Chow , 2001, *Review on Four Standard Tests on Flame Spreading, Department of Building Services Engineering, The Hong Kong Polytechnic University,* Hong Kong, China*.*

Diharjo K., Triyono T., 2000, *Material Teknik*, Buku Pegangan Kuliah, UNS Press,

 Surakarta.

Diharjo, K., 2005, Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester, *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Mare*t, Surakarta.

Effendi, S., 2010, *Analisa Pengaruh Sifat Mekanikal Terhadap Campuran Serat Pandan Duri Dengan Matrik Poliester (Komposit),* Laporan Skripsi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Feldman. D., dan Hatomo, J.A., 1995, *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*, Gramedia Pustaka Utama.

Gibson, R.F., 1994, *Principle of Composite Material Mechanics*, Interational Edition, McGraw-Hill Inc, Book Co., New York.

Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, K.A., Sudirman, 2002, *Pembuatan dan Karaterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*, Jurnal Sains Materi Indonesia Vol.3, No.3, juni 2002, hal 30-38.

Lokantara, dan Suardana., 2009, *Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol. 3 No. 1, April 2009 (49 - 56) 49, Jurusan Teknik Mesin,Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran Badung.

Maulida, 2006, *Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena Dengan Pengisi Serat Pandan dan Serat Batang Pisang*, Jurnal Teknologi Proses, Universitas Sumatra Utara.

Mokhtar, M., Rahmat, R.A., Hassan, A., 2007, *Characterization and Treatments of Pineapple Leaf Fibre Thermoplastic Composite for Construction Application*, Jabatan Kejuruteraan Polimer Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli Universiti Teknologi Malaysia

Porniawan, Y.D., 2014, *Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Sandwich Polyester Berpenguat Serat Pandan Duri Dengan Core Styrofoam*, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Putradi, G.I. 2011, *Kekuatan Impak Komposit Sandwich Berpenguat Serat Aren,* Skripsi, Jurusan Teknik Mesin : Universitas Sebelas Maret.

Schwartz, M.M., 1984, *Composite Materials Handbook,* McGraw-Hill Book Co., New York.

Setiawan, P.D., Sugiman, 2009, *Effect of surface treatment on the physical and mechanical characteristic of ballinese pineapple fiber*, Mechanical Engineering Departement Faculty of Engineering University of Mataram.

Sulistyowati, D.E., Sari, N.H., Yudhyadi, I.G.N.K., Sinarep. 2012*, Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester- Fiber glass dan Polyester-Pandan Wangi*, Dinamika Teknik Mesin Volume 2 No.1*,* Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Surdia, T., Saito, S., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik,* Pradnya Paramita, Jakarta.

Taufik, M.C., Astusi, 2014, *Sintesis dan Karaterisasi Sifat Mekanik Serta Struktur Mikro Komposit Resin Yang Diperkuat Serat Daun Pandan Alas (Pandanus Dubius),* Jurnal Fisika Universitas Andalas Vol.3, No.1.