

PENGARUH PANJANG SERAT DAN FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN IMPACT DAN BENDING MATERIAL KOMPOSIT POLYESTER- FIBER GLASS DAN POLYESTER-PANDAN WANGI

Emmy Dyah S*, Nasmi Herlina Sari**, IGNK Yudhyadi***, Sinarep****, Topan
*, **, ***, *** Dosen Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jalan. Majapahit No. 62 Mataram
Email: nazmi2707@yahoo.com

Abstract

At this research by using two kinds of composite that is composite of fibre of screw pine of fragrant and composite of glass fibre. And in doing research will be done by two examination type that is test the strength bending and test the strength impact. How strength from two composite type of examinee with the long variation and fibre volume to be used.

As the result test the strength of impact and bending to be composite of screw pine of fragrant with the long variation of fibre with the random fibre direction that composite highest strength impact of fibre of screw pine of fragrant got at fibre length 5 cm of equal to 2286,67 singk / m². while for the variation of volume of highest strength impact fibre there are at fibre volume 40% with the unidirectional fibre direction equal to 2940 Kj / m². While to result of composite strength bending test of screw pine of fragrant got by biggest strength bending with the long variation of fibre with the direction of fibre random, gotten at fibre length 5 cm of equal to 146,67 KN . while for the strength of bending with the variation of fibre volume with the unidirectional fibre direction, highest strength bending got at fibre volume 40% equal to 236,67 KN. Medium to result of composite strength impact test of glass fibre at long variation of highest strength fibre got at length seart 5 cm of equal to 5553,33 Kj / m². While strength impact with the variation of biggest strength fibre volume at fibre volume 40% with the unidirectional fibre direction equal to 15908,67 Kj / m². Medium at composite strength bending test of glass fibre with the long variation of fibre where fibre direction is random of biggest kerkutan bending at fibre length 5 cm of equal to 263,33 KN. while to result of kekutan bending at variation of fibre volume got by biggest strength bending at fibre volume 40% equal to 278,34 KN.

Keyword : Pandanus Amaryllifolius, bending tes, impact tes, resin, fiber glass.

1. Pendahuluan

Serat alami sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak dan sangat murah jadi sering dimanfaatkan sebagai material penguat seperti serat pandan wangi *Pandanus amaryllifolius Roxb*, kenaf, abaca, rosella, jerami dan masih banyak serat alami yang lain yang biasa dimanfaatkan, akan tetapi serat alami mempunyai kekuatan yang rendah dibandingkan serat buatan. Menurut sentra informasi iptek (2009) Pandan wangi yang dalam bahasa latinnya *Pandanus amaryllifolius Roxb*, tumbuh liar di daerah tropis. Kadang-kadang di pinggir sungai, di tepi rawa atau di tanah yang basah. Subur di daerah pantai sampai ketinggian 500 meter di atas permukaan laut. Batangnya bulat dengan bekas duduk daun, bisa bercabang-cabang, menjalar, akar tunjang ke luar di sekitar pangkal batang dan cabang. Daun tunggal, duduk, dengan pangkal memeluk batang, tersusun berbaris tiga dalam garis spiral. Helai daun berbentuk pita, tipis, licin, ujung runcing, tepi rata. Bagi tanaman yang subur, daunnya bisa mencapai

pajang antara 40 sampai 80 cm, lebar 3 sampai 5 cm, warna hijau, bila diremas berbau harum. Bunga majemuk, bongkol, putih. Buahnya batu, menggantung, bentuk bola, warna jingga. Memperbanyak tumbuhan pandan bisa dilakukan dengan memisahkan tunas-tunas muda yang tumbuh diantara akar-akarnya.

Serat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan serat pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb*) sebagai bahan alternative pembanding atar serat buatan, serat buatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah serat fiber glass, karena serat ini banyak ditemukan dimana-mana dan paling banyak digunakan dalam pembuatan barang-barang produksi seperti yang disebutkan diatas. Dan serat buatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah Serat gelas dibuat dari campuran kaolin, sand, colemantie, limestone yang dilebur dalam furnace electrically heated bushing. Selanjutnya, cairan material tersebut ditarik dalam bentuk filamen (serat) dengan diameter 5-24 mm dan ditaburkan di atas belt conveyor dengan

orientasi acak. Serat acak tersebut diikat oleh pengikat organik *polyvinil acetate* untuk menghasilkan ikatan longgar mat terbuka yang untuk dilakukan laminasi. Tipe serat gelas yang paling banyak digunakan di industri adalah *E-glass* baik berbentuk *random chopped strand mat* (CSM) maupun *woven roving*.

Sulistijono (2008) tentang analisa pengaruh fraksi volume serat kelapa pada komposit matriks *polyester* terhadap kekuatan tarik, *impact* dan *bending* menunjukkan bahwa serat kelapa yang dikombinasikan dengan *polyester* sebagai matrik akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang salah satunya berguna sebagai duduk bantal mobil, papan/meja. Dengan memvariasikan fraksi *volume* serat kelapa, diharapkan akan didapatkan kekuatan tarik, *impact* dan *bending* komposit yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit *alternative*.

Berdasarkan uraian diatas timbul pemikiran untuk menganalisis kekuatan *impact* komposit *polyester-fiber glass* dan *polyester-* pandan wangi. Tujuan penelitian ini Adapun tujuan dilakukanya penelitian ini adalah : untuk mengetahui kekuatan *impact* dan *bending* material komposit *polyester- fiber galss* dan *polyester-* pandan wangi. Dan membandingkan kedua sifat dari tipe material komposit tersebut. Sedangkan manfaat penelitian ini adalah Secara praktis dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan bagi bidang industri untuk menggunakan komposit sebagai salah satu bahan pengganti material konstruksi.

2. Dasar Teori

Bahan Komposit

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut *matrik*. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang utama untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan "tailoring properties" dan ini adalah salah satu sifat istimewa komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya.

Pemanfatan pandan wangi selain sebagai rempah-rempah juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak wangi. Daunnya sering digunakan sebagai bahan penyedap, pewangi dan pemberi warna hijau pada masakan atau penganan. Untuk menentukan serat sebagai bahan pengisi komposit harus dilakukan pengujian tarik serat yang akan digunakan seperti terlihat pada tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel .1 Hasil pengujian serat tanpa perlakuan alkali

No	F Gaya (N)	Diameter Serat (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)
1	5,8	0,88	0,60	9,64
2	2,1	0,63	0,31	6,84
3	4,4	0,72	0,41	10,84
4	2,9	0,69	0,37	7,81
5	1,8	0,53	0,22	8,12
Rata-rata				8,69

Sumber : Pangujian di laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Tabel 2. Hasil pengujian serat dengan perlakuan alkali

No	F Gaya (N)	Diameter Serat (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)
1	23,6	0,81	0,52	45,50
2	19,4	0,69	0,37	52,24
3	10,3	0,66	0,34	30,44
4	17,5	0,78	0,48	36,49
5	8,5	0,59	0,28	30,69
Rata-rata				39,072

Sumber : Data Pangujian di laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Serat gelas mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Pada penggunaannya, serat gelas disesuaikan dengan sifat/karakteristik yang dimilikinya. Serat gelas terbuat dari silica, alumina, lime, magnesia dan lain-lain. Biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, memberikan serat gelas unggul *ratio* (perbandingan) harga dan *performance*. Serat gelas banyak digunakan di industri-industri otomotif seperti pada panel-panel body kendaraan. Bahkan sepeda motor sekarang seluruh body terbuat dari komposit yang diperkuat serat gelas. Komposit *glass/epoxy* dan *glass/polyester* diaplikasikan juga pada lambung kapal dan bagian-bagian pesawat terbang.

3. Metodologi Penelitian

Proses pengambilan serat pandan wangi

- Pengambilan daun pandan wangi dari pohon
- Daun pandan wangi dicuci dengan air agar debu-debu yang menempel hilang
- Pengambilan serat daun pandan wangi dilakukan dengan cara direndam dalam lumpur selama 9 hari.
- Serat pandan wangi yang didapat dicuci hingga bersih
- Serat pandan wangi yang didapat dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
- Serat yang telah didapat siap untuk dilakukan perlakuan alkali (perendaman dengan NaOH 4%).



Gambar 3.2. serat pandan wangi

Perlakuan serat

- Serat yang telah disiapkan kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi larutan 4% selama 1,5 jam
- Setelah selesai direndam, kemudian serat dicuci dengan air mineral.
- Kemudian serat dikeringkan.

Pembuatan cetakan

Untuk pengujian *impact* cetakan dibuat menggunakan kaca dengan ketebalan 15 mm dengan ukuran mengacu pada standar spesimen uji *impact*

ASTM D265 yang mempunyai daerah pencetakan 60×15 mm dengan tebal spesimen 10 mm.

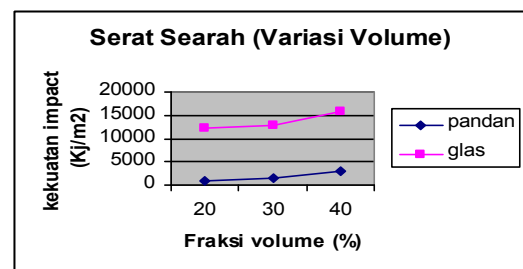
Proses pembuatan benda uji yang menggunakan resin polyester

- Alat dan bahan dipersiapkan dahulu
- Tahap awal yaitu pengolesan *wax mold release* atau kit mobil pada cetakan untuk memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan.
- Tuangkan *polyester* dan katalis sesuai perhitungan yang telah ditentukan ke dalam gelas pencampur kemudian aduk hingga campuran tersebut merata.
- Tuangkan serat sebanyak 30% volume ke dalam campuran *polyester* dan katalis, kemudian aduk hingga campuran serat dan *polyester* tercampur secara merata, kemudian campuran tersebut dituang ke dalam cetakan dan diatur supaya merata dalam cetakan.
- Penutupan dengan menggunakan kaca yang bertujuan agar *void* yang kelihatan dapat diminimalkan jumlahnya yang kemudian dilakukan pengepresan dengan menggunakan batu penekan.
- Proses pengeringan dibawah sinar matahari, proses ini dilakukan sampai benar-benar kering yaitu 5 – 10 jam dan apabila masih belum benar-benar kering maka proses pengeringan dapat dilakukan lebih lama
- Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun *cutter*.
- Benda uji komposit siap untuk dibentuk menjadi spesimen benda uji.

4. Analisa dan pembahasan

Kekuatan Impact

Dari tabel 4.1 diperoleh grafik hubungan kekuatan *impact* dengan variasi volume serat komposit pandan wangi dan komposit serat gelas. Dapat dilihat seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar . 4.1. Grafik hubungan kekuatan *impact* dengan variasi volume serat komposit pandan wangi dan komposit serat gelas.

Seperti terlihat pada gambar 4.1 dimana dengan bertambahnya fraksi volume serat kekuatan *impact* juga akan semakin bertambah, seperti hasil uji kekuatan *impact* komposit serat pandan wangi, didapat kekuatan *impact* paling rendah pada volume serat 20% sebesar 980 Kj/m², ini dipengaruhi oleh banyaknya serat yang digunakan dalam menahan beban yang diberikan oleh matrik. Disamping itu adanya pergeseran serat yang terjadi pada *specimen*, pada saat dilakukan pengujian *impact* menyebabkan *specimen* tidak mampu menerima energi yang diberikan. Sehingga cepat terjadi patah. Dimana bentuk patahannya seperti dalam gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Foto makro *specimen* uji *impact* dengan volume serat 20%

Dari gambar 4.1 juga terlihat bahwa komposit dengan serat pandan wangi untuk fraksi volume 30% menunjukkan bahwa kekuatan *impact* sebesar 12968,667 Kj/m². lebih kuat dari komposit dengan fraksi volume 20% hal ini terjadi karena jumlah serat yang digunakan lebih banyak, sehingga lebih mampu menerima energi yang diberikan lebih besar. Dimana hasil *specimen* setelah dilakukan uji kekuatan *impact* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.4 Foto makro *specimen* dengan serat

selanjutnya, untuk komposit serat pandan wangi dengan fraksi volume serat 40% didapat kekuatan *impactnya* 2940 Kj/m². pada spesimen dengan serat pandan wangi, disini terjadi penambahan kekuatan dibandingkan dengan volume serat 20% dan 30%, ini dikarenakan lebih padatnya spesimen yang terisi dengan serat, hal ini menandakan kalau semakin banyaknya serat yang dipakai maka pengaruhnya terhadap kekuatan dari spesimen itu sendiri juga besar, dan kemungkinan untuk bergesernya serat akan kecil pada saat mendapat beban sehingga lebih bisa untuk menahan beban.



Gambar 4.6 Foto makro hasil uji *impact* dengan volume serat 40%

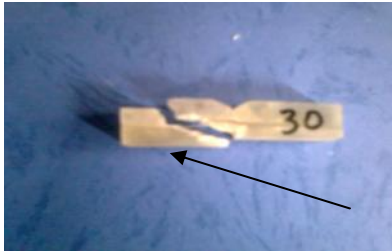
Pada *specimen* dengan serat gelas, kekuatan *impactnya* bertambah dengan bertambahnya volume serat yang digunakan, seperti terlihat pada gambar 4.1. dari hasil uji *impact* pada *specimen* dengan serat gelas didapat kekuatan *impact* terendah pada *specimen* dengan volume serat 20% sehingga didapat kekuatan *impactnya* sebesar 12315,34 Kj/m², ini dikarenakan jumlah serat yang digunakan untuk menahan beban yang diberikan oleh matrik lebih sedikit sehingga kemampuan pada *specimen* dalam menahan beban juga berkurang, seperti terlihat pada gambar dibawah ini terlihat jelas bahwa spesimennya kelihatan getas karena kurangnya serat atau penguat yang digunakan.



Gambar 4.3. Foto makro *specimen* serat gelas dengan volume serat 20%

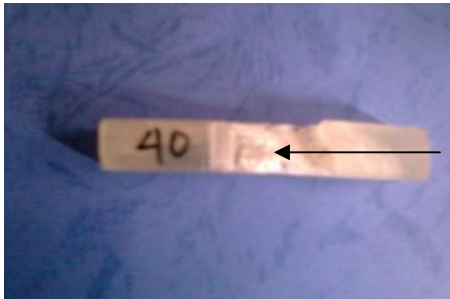
Dari gambar 4.1 juga dilihat bahwa untuk *specimen* dengan serat gelas juga mengalami pertambahan kekuatan dengan bertambahnya volume serat yaitu sebanyak 30% dengan besar kekuatan *impactnya* 12968,667 Kj/m², dari gambar dibawah juga terlihat patahan *impact* memiliki tekstur yang tidak rata, ini

menandakan bahwa komposit dengan volume serat memiliki tingkat keuletan yang tinggi sehingga memiliki sifat ulet yang tinggi pula, dan pada saat dikenai beban akan lebih kuat.



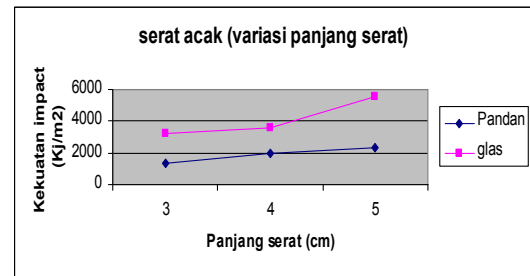
Gambar 4.5. Foto makro hasil uji kekuatan *impact* dengan volume serat 30%

Selanjutnya, dilihat dari gambar 4.1 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 elastisitas dari spesimen juga akan bertambah, artinya spesimen akan lebih mampu menyerap energi yang diberikan. seperti dilihat pada hasil patahan setelah dikenai beban uji kekuatan *impact* bentuk patahan tidak merata, ini menunjukkan kekuatan, dan keuletan dari spesimen dengan volume serat 40% paling tinggi.



Gambar 4.7 Foto makro hasil uji *impact* dengan volume serat 40%

Pada hasil uji kekuatan *impact* dengan membandingkan komposit pandan wangi dengan komposit serat gelas dapat dilihat pada gambar 4.1 grafik hasil pengujian, bahwa 13,75 % kekuatan *impact* komposit serat gelas lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat pandan wangi. hal ini disebabkan karena kekasaran permukaan serat gelas lebih tinggi dari pada serat pandan wangi, sehingga kemungkinan terlepas dan bergesernya serat waktu spesimen meresap energi yang diberikan serat gelas lebih kuat dan lebih mampu. Selain itu juga bahwa elastisitas dari serat gelas lebih tinggi dari pada serat pandan wangi jadi waktu menahan beban juga akan lebih kuat.



Gambar. 4.8. Grafik hubungan kekuatan *impact* dengan variasi panjang serat kompositserat gelas dan komposit serat pandan wangi

Dari gambar 4.8 diatas dilihat bahwa semakin panjang serat yang dipakai maka kekuatan *impactnya* akan semakin tinggi. pada spesimen serat pandan wangi dengan panjang serat 3 cm didapat kekuatan *impactnya* sebesar 1306,667 KJ/m², kekuatan *impact* yang paling rendah ini dikarenakan pendeknya serat yang digunakan sehingga jumlah serat sebagai penguat lebih sedikit. Dan pada waktu serat menahan beban akan cepat sekali mengalami patah.



Gambar 4.9 Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang seart 3 cm

Pada gambar 4.8 juga dapat dilihat bahwa pada spesimen serat pandan wangi dengan panjang serat 4 cm dimana kekuatan *impactnya* adalah 1960 KJ/m². Dimana kekuatan mengalami peningkatan dari pada komposit serat pandan wangi dengan panjang serat 3 cm. Peningkatan kekuatan ini dikarenakan lebih padatnya serta yang ada dalam spesimen, sehingga pergeseran serat waktu menahan beban yang diberikan oleh matrik serat akan lebih kuat. selain itu juga jumlah ruang kosong pada spesimen dengan panjang serat 4 cm lebih sedikit. Seperti terlihat pada gambar 4.10. bentuk spesimennya lebih padat dan ulet karena jumlah serat yang ada pada spesimen lebih banyak.



Gambar 4.10. Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang serat 4 cm

Selanjutnya, pada spesimen dengan panjang serat 5 cm seperti terlihat pada gambar 4.8 dibawah, dari hasil uji kekuatan *impact* dengan panjang serat 5 cm terlihat tidak ada terjadinya *void*, lebih ulet, dan padat, ini menunjukkan bahwa semakin panjang serat tingkat kekuatan *impactnya* akan semakin tinggi, dan keuletan dari spesimen itu sendiri akan semakin bertambah, sehingga pada saat beban diberikan pada spesimen dengan panjang serat 5cm akan lebih kuat dibandingkan dengan panjang serat 3cm, dan 4cm ini juga dikarenakan tingkat elastisitas serat yang lebih banyak akan lebih tinggi.



Gambar 4.11 Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang serat 5 cm

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa hasil uji kekuatan *impact* untuk spesimen dengan serat gelas kekuatan *impact* pada panjang serat 3 cm yaitu sebesar 3266,67 KJ/m². Ini dikarenakan tingkat elastisitas serat yang pendek lebih rendah dari pada serat yang lebih panjang, sehingga waktu menerima beban akan cepat mengalami patah. Semakin pendeknya serat tingkat kegetasan dari spesimen akan lebih tinggi, selain itu juga pergeseran serat waktu menerima beban kemungkinan besar akan terjadi. Sehingga pada saat spesimen menerima energi yang diberikan akan cepat sekali patah. Seperti terlihat pada gambar hasil uji *impact* dibawa ini adanya bagian pada spesimen yang belum terisi dengan serat sehingga pada saat dikenai beban akan cepat sekali patah.



Gambar 4.12. Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang serat 3 cm

Dari gambar 4.8 juga dilihat bahwa untuk spesimen dengan serat gelas setelah dilakukan uji kekuatan *impact* pada serat dengan panjang 4 cm didapat kekuatan *impactnya* sebesar 3593,333 KJ/m². ini Seperti terlihat pada gambar 4.8 bahwa kekuatan *impact* serat dengan panjang 5 cm lebih tinggi dari pada serat 4 cm. ini dikarenakan pada spesimen ini menggunakan serat yang lebih pendek sehingga kemampuan serat dalam menerima beban yang diberikan oleh matrik akan lebih lemah, dan tingkat elastisitas serat yang pendek lebih lemah dibandingkan dengan yang panjang.



Gambar 4.13. Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang serat 4 cm

Selanjutnya, dari hasil uji kekuatan *impact* pada serat gelas dengan panjang serat 5 cm dengan arah serat acak didapat besar kekuatan rata-rata *impactnya* adalah 5553,333 KJ/m². Ini merupakan hasil uji kekuatan *impact* dengan daya serap energi yang paling tinggi dari pada serat yang lebih pendek, dan ini juga dikarenakan jumlah *void* pada spesimen ini tidak ada. Dan tingkat elastisitas dari spesimen akan lebih tinggi dalam menerima beban.

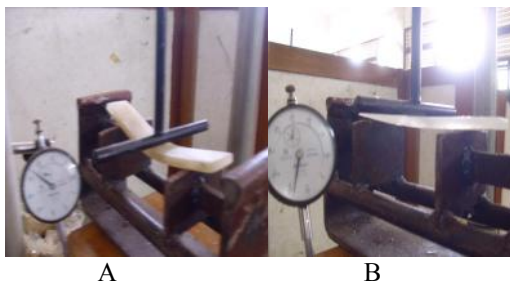


Gambar 4.14 Foto makro hasil uji *impact* dengan panjang serat 5 cm

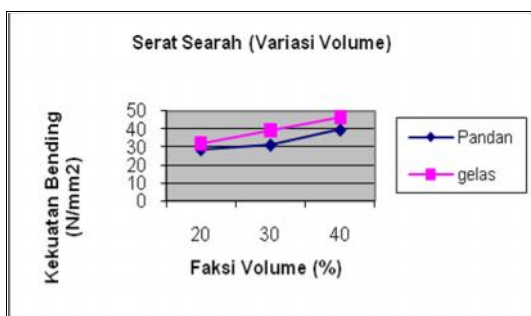
Dari hasil pengujian kekuatan *impact* untuk variasi panjang serat didapat bahwa kekuatan *impact* komposit serat gelas 13,75 % lebih tinggi dibandingkan dengan serat pandan wangi. ini dikarenakan permukaan serat gelas lebih kasar sehingga daya rekat antara serat dengan matrik lebih sempurna. Lain halnya dengan komposit serat pandan wangi permukaan seratnya lebih licin. Ini disebabkan oleh sisa-sisa zat lilin (lignin) yang masih menempel pada permukaan serat. Zat lilin pada permukaan serat akan mengurangi daya rekat resin *polyester* sebagai matrik komposit akan menurun. Karena permukaan yang baik terdapat pada tinggkat kekasaran dari serat itu sendiri sehingga menyatunya serat dengan *polyester* lebih baik.

Hasil Uji Kekuatan Bending

Dilihat pada gambar dibawah ini, Pada gambar B merupakan *specimen* dengan serat gelas, kekuatan *bendingnya* lebih tinggi dari pada Gambar A, yang seratnya dari pandan wangi. Pada *specimen* dengan serat gelas memerlukan beban yang lebih besar untuk terjadinya patah. Ini menunjukkan bahwa kekasaran permukaan serat juga mempengaruhi kekuatan *specimen* itu sendiri. Dilihat pada gambar A dengan serat pandan wangi terjadinya lendutan yang tinggi sebelum terjadi patah. Ini menunjukkan tingkat lendutan sebelum patah, *specimen* pandan wangi lebih tinggi dari pada serat gelas.



Gambar 4.15. spesimen uji kekuatan bending dengan komposit serat gelas dan komposit serat pandan wangi.



Gambar 4.16. Grafik hubungan kekuatan *bending* dengan varisi volume serat komposit serat gelas dan komposit pandan wangi.

Dari gambar diatas dilihat bahwa semakin bertambahnya volume serat yang dipakai maka kekuatan *bendingnya* akan semakin meningkat. Dari hasil pengujian diatas didapat kekuatan *bending* yang paling rendah pada *specimen* dengan menggunakan serat pandan wangi pada volume serat 20% sebesar 171,76 KN. Ini dikarenakan kurangnya serat yang digunakan. sehingga kemampuan serat untuk menahan beban yang diberikan oleh matrik akan berkurang, dan selain itu juga pada *specimen* dengan volume serat 20% terdapat banyak ruang kosong yang belum terisi oleh serat, disebabkan kurangnya serat yang dipakai. Sehingga dalam menahan beban yang diberikan juga kekuatan akan berkurang. dilihat pada bentuk patahan setelah di lakukan pengujian *specimen* terlihat lebih getas dikarenakan kurangnya serat yang digunakan.



Gambar 4.17. Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 20%

Sedangkan pada volume serat 30 % seperti dilihat pada gambar 4.16 bahwa kekuatan *bending* semakin meningkat. ini dikarenakan jumlah *void* lebih sedikit dan jumlah serat yang digunakan lebih banyak sehingga lebih mampu dalam menahan beban. dilihat dari bentuk patahanya terlihat adanya serat ini menandakan kekuatan dan elastisitas dalam menahan beban lebih tinggi, dan bentuk spesimennya keliatan lebih padat.



Gambar 4.18 Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 30%

Selanjutnya dari gambar 4.16 juga dijelaskan bahwa kekuatan paling tinggi didapat pada volume serat

40% sebesar 236,67 KN, ini disebabkan semakin banyak serat yang digunakan maka kekuatan dalam menerima beban akan semakin tinggi, pada spesimen ini tidak ada terjadinya *void* yang juga besar pengaruh terhadap kekuatan dari spesimen. Spesimen dengan volume serat 40% tingkat elastisitasnya lebih tinggi sehingga kekuatannya juga akan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan volume serat 20%, dan 30%. dari bentuknya juga kelihatan bahwa spesimennya lebih ulet dan padat, sehingga kemungkinan untuk bergesernya serat sangat sedikit.



Gambar 4.19 Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 40 %

Dari gambar 4.16 dilihat untuk hasil uji kekuatan *bending* pada spesimen serat gelas dengan volume serat 20% didapat kekuatan *bendingnya* sebesar 190 KN disini terjadi penurunan kekuatan. Ini dikarenakan sedikitnya serat yang digunakan dalam menahan beban yang diberikan oleh matrik sehingga kemampuan dari jumlah serat akan menurun dikarenakan serat yang digunakan sangat sedikit. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini setelah spesimen dilakukan pengujian terlihat lebih getas, ini menandakan kalau kekuatan spesimen dengan volume serat 20% dalam menahan beban lebih rendah dibandingkan dengan spesimen pada volume serat yang lebih tinggi. Selain itu juga kemungkinan akan terjadi pergeseran serat waktu menahan beban, sehingga pada saat diberikan beban kekuatan dari spesimen akan berkurang.



Gambar 4.20 Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 20%

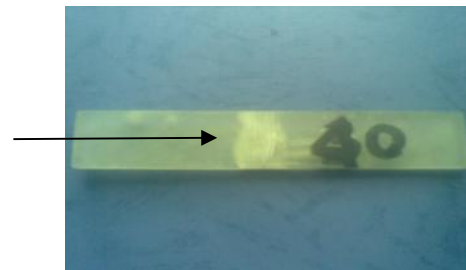
Sedangkan Pada volume serat 30% didapat kekuatan *bendingnya* sebesar 235 KN, pada spesimen volume serat 30 kekuatan *bendingnya* meningkat, ini dikarenakan serat yang digunakan lebih banyak, jadi

kekuatan untuk menahan beban lebih kuat dari pada spesimen dengan volume serat 20%, dan dilihat dari bentuk fisik spesimen terlihat lebih padat dan ulet dikarenakan serat yang digunakan lebih banyak.



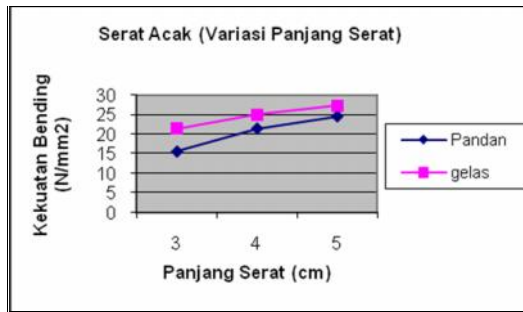
Gambar 4.21. Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 30 %

Selanjutnya pada komposit serat gelas seperti dilihat pada gambar 4.16 hasil pengujian pada volume serat 40% kekuatannya sebesar 278,333 KN. kekuatan *bendingnya* lebih tinggi dibandingkan dengan volume serat 20% dan 30%, dikarenakan banyaknya serat mempengaruhi kuatnya dalam menahan beban yang diberikan, dan kemungkinan *void* yang terjadi sangat kecil, itu sebabnya kenapa volume serat yang lebih banyak akan lebih kuat dari pada volume serat yang lebih sedikit. Seperti terlihat pada gambar hasil pengujian spesimen dibawah ini spesimennya tidak sampai patah yang terpiash dikarenakan serat yang ada pada spesimen masih begitu kuat dalam menahan beban.



Gambar 4.22 Foto makro hasil uji *bending* dengan volume serat 40%

Dari hasil uji kekuatan *bending* untuk komposit serat gelas dan komposit pandan wangi dengan variasi volume serat dengan arah serat searah. bahwa kekuatan serat pandan wangi lebih rendah dibanding komposit serat gelas. ini dikarenakan permukaan dari serat pandan wangi masih terdapat sisa-sisa zat lilin (*lignin*) yang menyebabkan *polyester* tidak bisa menempel dengan sempurna pada serat pandan wangi. Permukaan yang kasar akan menyebabkan kekuatan, keuletan, dan tingkat elastisitas serat akan lebih sempurna. Kekuatan serat gelas 7,6 % lebih kuat dari pada serat pandan wangi.



Gambar 4.23. Grafik hubungan kekuatan *bending* dengan variasi panjang serat komposit serat gelas dan komposit pandan wangi.

Dari hasil pengujian kekuatan *bending* dilihat pada gambar 4.23 diatas bahwa kekuatan paling rendah didapat pada panjang serat 3 cm dengan besar kekuatan *bending* 93,334 KN. Ini terjadi karena serat yang dipakai lebih pendek, karena serat yang pendek tingkat kelenturannya rendah sehingga waktu diberikan beban cepat sekali mengalami patah. dilihat pada hasil patahan spesimen terlihat lebih getas. Ini menandakan kekuatan serat yang pendek lebih rendah dibanding serat yang lebih panjang.



Gambar 4.24 Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 3 cm

Selanjutnya untuk hasil kekuatan *bending* pada panjang serat 4 cm pada komposit serat pandan wangi mengalami peningkatan kekuatan sebesar 128,34 KN. Salah satu penyebab meningkatnya kekuatan karena serat yang digunakan lebih panjang, dan tidak adanya *void* yang menyebabkan kekuatan spesimen akan semakin rendah. Seperti dilihat pada gambar dibawah ini. Spesimen kelihatan lebih padat, dan pada patahannya ada serabut serat, ini menandakan serat yang lebih panjang kekuatan dalam menerima beban akan semakin kuat.



Gambar 4.25 Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 4 cm

Dari gambar 4.16 juga didapat untuk hasil uji kekuatan *bending* didapat hasil tertinggi pada panjang serat yang paling panjang yaitu 5 cm sebesar 146,667 KN. salah satu penyebabnya karena jumlah serat yang menggumpal pada saat diaduk lebih banyak sehingga kemampuan untuk menahan beban juga akan semakin kuat karena banyaknya serat yang saling mengikat satu sama lain. Selain itu juga serat yang digunakan pada spesimen ini diameternya lebih besar dan permukaan seratnya lebih lebar.



Gambar 4.26. Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 5 cm

Dari hasil pengujian kekuatan *bending* pada spesimen dengan serat kekuatan paling rendah didapat pada panjang serat 3 cm sebesar 128,34 KN. Ini dikarenakan panjang serat yang digunakan. Karena semakin panjang serat, maka kekuatan untuk menerima beban akan lebih sempurna. Pada spesimen dengan panjang serat yang lebih pendek, dan arah serat yang digunakan acak kekuatannya rendah, ini juga dikarenakan pada waktu pengadukan serat dengan *polyester* sebagai perekat tidak terjadi gumpalan yang berlapis-lapis sehingga bentuk serat pada spesimen kelihatan lebih tipis kekuatan juga rendah.



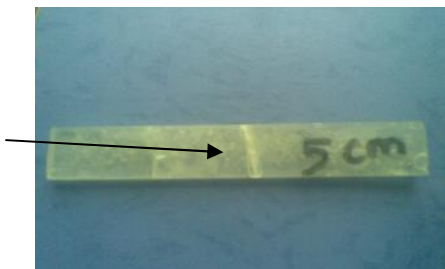
Gambar 4.27 Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 3 cm

Dari gambar 4.16 diatas pada hasil uji kekuatan *bending* pada komposit serat gelas dengan panjang serat 4 cm dengan kekuatan menahan beban *bending* sebesar 150 KN. bila dibandingkan dengan spesimen dengan panjang serat 5 cm terlihat kekuatan sepsimennya lebih tinggi. Ini dikarenakan selain karena kemampuan serat yang kurang lentur dalam menahan beban, ini juga disebabkan karena pada saat pengdukan ataupun pencampuran serat dengan resin *polyester* jumlah tumpukan seratnya lebih sedikit dari pada serat dengan panjang 5 cm



Gambar 4.28 Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 4 cm

Selanjutnya dari gambar 4.16 diatas dilihat hasil uji kekuatan *bending* yang paling tinggi didapat pada spesimen dengan panjang serat 5 cm sebesar 163,334 KN. dari gambar 4.29 dapat dilihat pada bidang patahan *bendingnya*. Spesimen dengan serat gelas 5 cm tidak sampai putus pada waktu diuji kekuatan *bendingnya*, ini dikarenakan keuletan dari spesimen dengan menggunakan serat yang lebih panjang keuletannya lebih tinggi. kalau spesimen dengan serat yang lebih panjang ini akan lebih mampu mengikat antara serat yang satu dengan yang lain dengan lebih sempurna.



Gambar 4.29. Foto makro hasil uji *bending* dengan panjang serat 5 cm

Dari hasil pengujian kekuatan *bending* diatas bahwa untuk komposit serat gelas dan komposit pandan wangi dengan variasi panjang serat dengan arah serat acak, didapat kekuatan paling tinggi pada panjang serat 5 cm. dan kekuatan *bending* terendah didapat pada panjang serat dengan panjang 3 cm, ini dikarenakan semakin pendek serat yang digunakan maka akan berkurang untuk menerima beban yang diberikan, dan semakin pendek serat yang dipakai kemungkinan akan terjadinya *void* akan semakin besar, inilah salah satu alasan kenapa serat yang lebih pendek lebih rendah kekuatannya dibanding dengan serat yang lebih panjang.

Selain itu juga pada hasil uji kekuatan *bending* komposit serat pandan wangi dan komposit serat gelas. Bahwa kekuatan komposit serat gelas 8,7 % lebih tinggi dibandingkan dengan serat pandan wangi. ini dikarenakan kekasaran permukaan serat gelas lebih tinggi dari serat pandan wangi, tingkat kekasaran permukaan serat akan membuat daya rekat resin *polyester* sebagai matrik komposit akan meningkat. sehingga penyatuan antara serat dengan resin atau matrik akan lebih sempurna. Dan ikatan yang baik ditandai dengan tidak adanya serat yang tercabut dari matriknya. Ini terlihat pada hasil uji kekuatan *bending* pada spesimen dengan serat gelas.

Hasil Perhitungan Uji *Impact* Dengan Menggunakan Metode Anova

Dari tabel analisis anova diatas ditunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $52,59541098 > 4,747$ maka H_0 ditolak sehingga Volume serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impat* komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan matrik *polyester*. Sedangkan untuk jenis serat bahwa didapat $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $0,6194690264 < 3,885$ maka H_0 diterima sehingga jenis serat tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impact* komposit serat gelas maupun serat pandan wangi.

A. Hasil Perhitungan Kekuatan *Impact* Pada Komposit Serat Pandan Wangi Dan Serat Gelas Dengan Variasi panjang Serat (cm) Dengan Arah Serat Acak

Tabel 3. Hasil perhitungan F_{hitung} kekuatan *impact* dengan variasi volume serat (%)

Sumber Variasi	DK	JK	MK	Fh	Ftabel 5%
Jenis Serat	2	14.192.577,78	7.096.288,889	0,6194690264	3,885
Volume Serat	1	682.503.458	682.503.458	52,59541098	4,747
Error	12	137.465.253,3	11.455.437,78		
Total	15	83.416.288,9			

Dari tabel analisis anova diatas ditunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $52,59541098 > 4,747$ maka H_0 ditolak sehingga Volume serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impact* komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan matrik

polyester. Sedangkan untuk jenis serat bahwa didapat $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $0,6194690264 < 3,885$ maka H_0 diterima sehingga jenis serat tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impact* komposit serat gelas maupun serat pandan wangi.

B. Hasil Perhitungan Kekuatan *Impact* Pada Komposit Serat Pandan Wangi Dan Serat Gelas Dengan Variasi panjang Serat (cm) Dengan Arah Serat Acak

Tabel 4 Hasil perhitungan F_{hitung} kekuatan *impact* dengan variasi panjang serat (cm)

Sumber Variasi	DK	JK	MK	Fh	Ftabel 5%
Jenis Serat	2	111.106.800	55.553.400	26,88710273	3,885
Panjang Serat	1	23.759.022,22	23.759.022,22	11,49902127	4,747
Error	12	24.791.133,73	2.066.172,778		
Total	15	1.596.569.556			

Dari tabel analisis anova diatas ditunjukkan bahwa untuk jenis serat dan panjang serat bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu untuk jenis serat $26,88710273 > 3,885$ dan panjang serat $11,49902127 > 4,747$ maka H_0

ditolak sehingga jenis serat dan panjang serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impact* komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan matrik *polyester*.

C. Data hasil perhitungan kekuatan *bending* pada komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan Variasi panjang serat (cm) dengan arah serat acak

Tabel 5 hasil perhitungan uji kekuatan *bending* komposit serat pandfan wangi dan komposit serat gelas dengan Variasi panjang serat (cm).

Sumber Variasi	DK	JK	MK	Fh	Ftabel 5%
Jenis Serat	2	6.008,3333	3.004,16667	1,78440808	3,885
panjang Serat	1	2.688,889	2.688,889	1,59714011	4,747
Error	12	20.202,78	1.683,36481		
Total	15	28.900,0023			

Dari tabel analisis anova diatas ditunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$, jenis serat yaitu $1,59714011 < 4,747$ dan panjang serat yaitu $1,78440808 < 3,885$ maka H_0 diterima sehingga variasi panjang serat dan jenis

serat tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *impact* komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan matrik *polyester*.

D. Hasil Perhitungan Kekuatan *bending* Pada Komposit Serat Pandan Wangi Dan Serat Gelas Dengan Variasi Volume Serat (%)

Tabel 6 Hasil Perhitungan Uji Kekuatan *bending* Komposit serat pandan wangi dan Serat Gelas Dengan Variasi volume Serat (%)

Sumber Variasi	DK	JK	MK	Fh	Ftabel 5%
Jenis Serat	2	17.911,1111	8.955,55555	2,834701136	3,885
Volume Serat	1	5.868,056	5.868,056	1,857415201	4,747
Error	12	37.911,11	3.159,259167		
Total	15	61.690,2771			

Dari tabel analisis anova diatas ditunjukkan untuk jenis serat bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $1,857415201 < 4,747$ sedangkan untuk variasi volume serat $2,834701136 < 3,885$ maka H_0 diterima sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan *bending* komposit serat pandan wangi dan serat gelas dengan matrik *polyester*

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengujian dan pembahasan hasil uji yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Pada material komposit serat pandan wangi *polyester* dan serat gelas *polyester* menunjukkan bahwa, semakin panjang serat yang digunakan maka kekuatan *impactnya* juga semakin meningkat. Begitu juga dengan kekuatan *impact* pada variasi fraksi volume serat bahwa semakin besar volume serat yang digunakan kekuatan *impact* dari kedua jenis komposit juga akan semakin meningkat
2. Pada material komposit serat pandan wangi *polyester* dan komposit serat gelas *polyester* menunjukkan bahwa semakin panjang serat yang digunakan

kekuatan *bending* dari dua jenis komposit akan semakin meningkat. Begitu juga dengan variasi volume serat, semakin besar volume serat yang digunakan kekuatan *bendingnya* juga akan semakin meningkat.

3. Berdasarkan metode anova menunjukkan bahwa pada variasi panjang serat dan variasi volume serat yang digunakan bahwa berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan *impact*. Sedangkan untuk variasi fraksi volume serat dan variasi panjang serat didapat hasil bahwa kekuatan tidak berpengaruh besar terhadap kekuatan *bending* yang digunakan.
4. Secara teoritis didapat bahwa tegangan tarik maksimum serat (σ_{mak}) pada spesimen uji *bending* pada kulit terluar komposit, didapat σ_{mak} : sebesar 55226,2 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik serat besarnya 39,072 Mpa. Ini menunjukkan bahwa kekuatan serat pada spesimen uji *bending* jauh lebih kuat dibanding dengan hanya seratnya saja.

Daftar Pustaka

1. Han, Kyung S. 1984, "The Interlaminar Fracture Energy of Glass Fiber Reinforced Polymer Composite". Glass Reinforced Polymer System, Laucaster Pennsylvania : Technomis Publishing Co. Inc
2. ASTM (2003) D 256 *Standard Test Methods for Void Content of Reinforced Plastics*. ASTM Internasional, USA.
3. Jamasri, Diharjo, K, Handiko, G. W. (2005), *Studi Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Komposit Limbah Serat Sawit – Polyester*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV, Universitas Udayana, Bali.
4. Lokantara Putu, Suardana, N P G, (2007), *Analisis Arah dan Perlakuan Serat Tapis Serta Rasio Epoxy Hardener Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Tapis/Epoxy*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol. 1 No. 1, (15-21).
5. Mohan Rao, K.M., and Mohana Rao, K., (2005), *Extraction and tensile properties of natural fibers : Vakka, date and bamboo*, Elsevier, Composite structures.
6. Oksman, K., Skrifvars, M., Selin, J-F., (2003), *Natural Fiber as Reinforcement in Polylactic Acid (PLA) Composites*, Composites Science and Technology 63, Sciencedirect.com, 1317-1324.
7. Suardia, T, Saito, S. (1985). *Ilmu Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita Jakarta.
8. Satyanarayana, K. G., dkk (1982), *Structure Property Studies of Fibres From Various Parts of The Coconut Tree*. Journal of Material Science 17, India
9. Taurista, A.Y, Riani, A.O, Putra, K.H. (2003), *Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal*. ITS, Surabaya..
10. Wr Wijang, Ariawan Dody, (2006), *Pengaruh Modifikasi Serat Terhadap Karakteristik Komposit UPRs – Cantula*, Jurnal Teknik Mesin Poros Volume 9 Nomer 3, (200-206).
11. Paris D.C and Erdogan F. 1963, "Critical Analysis of Crack Propagation Laws", Transactions of ASME, Journal of Basics Engineering, 85, 528-534
12. Sun, C.T and Sierakowski, R.L. 1980, "Fracture Characterization of Composite of Chopped Fiber Glass Reinforcement", SAMPE Quarterly, 11 (4), 2-15
13. Whitney, J.M and Hoogsteden, W. 1992, "Double Cantilever Beam Test for Characterizing Mode I Delamination of Composite Material", Journal of Reinforced Plastics and Composite, vol 1, 297-313
14. Harrison N.L, 1972, "Strain Energy Release Rate for Turning Crack", Fiber Sci. Teknol. 5, 197-212
15. Sih G.C, 1973, "A Special Theory of Crack Propagation", in *Metode of Analysis and Solution of Crack Problem, Mechanic of Fracture I* pp.XXI-XLV, Noordhoff Int. publ. The Nederland.
16. O'Brien, T.K, 1982, "Characterization of Delamination Onset and Growth in a Composite Laminate", in K.L Refsnider (ed), *Damage in Composite Material*, ASTM STP. 775, 140-167, American Society for Testing Material, Philadelphia, PA