

KOMPOSIT *SUNVISOR* TAHAN API DARI BAHAN BAKU SERAT NENAS *FLAME RESISTANT SUNVISOR COMPOSITE WITH PINNEAPLE LEAF FIBER AS RAW MATERIAL*

Rifaida Eriningsih*, Theresia Mutia*, Hermawan Judawisastra**

Balai Besar Tekstil
Program Studi Ilmu dan Teknik Material ITB
texirdti@bdg.centrin.net.id

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan pemanfaatan serat nenas sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan komposit otomotif *sunvisor* tahan api untuk kendaraan/mobil. Bahan penguat komposit dalam percobaan ini berupa bentuk potongan serat nenas *degummed* sistem acak. Sebagai pengikat untuk membentuk komposit dipilih matriks resin epoksi dan poliuretan. Proses dilakukan dengan sistem *hot press moulding* dengan tekanan 40 kg/cm^2 dan suhu 130°C .

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *degumming* pada serat nenas mempengaruhi struktur morfologi serat, sehingga derajat kekristalan serat menjadi lebih tinggi. Untuk pembuatan komposit dengan serat *degummed* berpengaruh terhadap peningkatan sifat fisika yang dibuktikan dari hasil uji SEM. Zat aditif untuk mendapatkan sifat tahan api digunakan ZnCl_2 , KSCN , Na_2SiO_3 dan MgCl_2 . Dari hasil percobaan diperoleh sifat tahan api relatif baik dengan proses impregnasi zat aditif, sedangkan dengan cara pelarutan bersama resin pengikat menghasilkan komposit yang tidak tahan api (terbakar).

Dari hasil pengujian komposit *sunvisor* serat nenas baik dengan resin epoksi maupun poliuretan, disarankan menggunakan Na_2SiO_3 untuk mendapatkan sifat tahan api. Kondisi optimum pembuatan komposit tersebut baik dengan resin epoksi maupun poliuretan meliputi uji tebal, densitas, moisture content, absorpsi air, perubahan ukuran pada kondisi normal dan setelah pemanasan, ketahanan *bending* dan modulus elastisitas (pada kondisi normal, kondisi suhu 110°C selama 5 menit dan kondisi suhu 50°C selama 48 jam), tahan api serta *smell* (bau), memenuhi persyaratan sesuai standar perusahaan otomotif, Rev 7, "Fiberboard for Moulding Trim".

Kontinuitas serat nenas diharapkan berjalan baik dengan harga serat dapat ditekan, melalui pengelolaan perkebunan sistem penanaman bergilir dan melakukan budi daya samping misalnya pembuatan kompos klorofil atau pakan ternak.

Kata kunci : Serat nenas, produk otomotif, *sunvisor*, polimer resin, tahan api.

ABSTRACT

This research is the use of pineapple leaf fiber as an alternative material for producing of flame resistant *sunvisor* automotive composite for vehicle. The reinforcing material in this experiment is pieces of pineapple leaf fibers *degummed* with random system. Epoxy and polyurethane resin are selected as a binder to form composite. Process is done by hot press moulding system with the pressure of 40 kg/cm^2 and the temperature of 130°C .

The results show that *degumming* process of pineapple leaf fiber affects the fiber morphology, so the degree of fiber crystallinity will be higher. The *degummed* fiber to form composite is affecting the increasing of physical properties which can be proved by SEM test. The additives used as flame retardant are ZnCl_2 , KSCN , Na_2SiO_3 and MgCl_2 . The flame retardant composite is obtained by impregnation process of those additives, whereas by dissolving process into resin produce flammable composite.

Based on the test results are suggested the using of Na_2SiO_3 to obtain non flammable composite. The optimum condition of *sunvisor* composite with epoxy as well as polyurethane resin including the tests of thick, density, moisture content, water absorption, dimensional stability at normal condition and after heated, bending load and modulus elasticity (at normal condition, temperature of 110°C for 5 menit and temperature of 50°C for 48 menit), flame resistant and smell, meet the requirements according to the automotive standard of Rev 7, "Fiberboard for Moulding Trim".

The continuity of pineapple leaf fiber will be running well with competitive price can be achieved by doing the rotation plant system and additional cultivation like fertilizer or poultry feed.

Keywords: Pineapple leaf fiber, automotive product, *sunvisor*, polymer resin, flame resistant.

PENDAHULUAN

Penggunaan material pada Industri otomotif mulai berkembang khususnya pada bahan yang cukup tahan lama namun akan terdegradasi bila tak lagi diperlukan. Bahan baku sintetik seperti serat gelas, karbon, aramid dan serat sintetik lainnya sulit didegradasi secara alami dan pada pembuangannya dapat mengganggu hingga beberapa generasi. Di Eropa telah memberlakukan aturan yang lebih ketat dari European Union's end-of-life of vehicles/ ELV yaitu, menuju tahun 2015 semua kendaraan baru harus menggunakan beberapa komponen material yang 95% dapat didaur ulang. Komposit hijau yakni komposit yang berbasis serat dan resin dari tumbuhan tampaknya akan merupakan solusi yang baik⁽¹⁾.

Seperti diketahui bahwa penggunaan tekstil sebagai komponen kendaraan relatif besar, rata-rata sebanyak 20 kg meliputi kira-kira 3,5 kg sebagai pelapis kursi jok, 4,5 kg karpet, 6,0 kg bagian lain dari interior dan ban, serta 6,0 kg merupakan komposit serat antara lain *dashboard*, *headlining*, *door trim* dan *sunvisor*⁽²⁾. Sampai saat ini bahan komposit dengan serat sintesis sebagai penguat masih mendominasi yang digunakan untuk komponen-komponen pesawat, otomotif, konstruksi, alat-alat olah raga dan lain-lain⁽²⁾. Apabila dilihat dari segi jumlah pemakaian, serat gelas menempati peringkat teratas, dikarenakan harganya relatif murah dibandingkan bahan sintetik lainnya dan memiliki sifat mekanik yang baik⁽³⁾. Kekuatan serat gelas sangat tinggi (3448 MPa), sedangkan serat nanas sangat jauh dibawahnya (468 – 1627 Mpa). Akan tetapi serat alam dapat digunakan pada komponen yang tidak memerlukan spesifikasi kekuatan yang tinggi seperti, *dashboard*, panel *door trim* dan *sunvisor* yang masih mampu menahan beban yang bekerja padanya. Selain itu serat nenas/ serat alam terdapat dalam jumlah yang berlimpah, non abrasif, tidak beracun, murah, dapat diperbaharui dan biaya produksinya relatif rendah.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan produk dari serat nenas yaitu kain *non woven* dengan sistem mekanik (sistem *needle punch*) dan dengan memberikan zat pelapis (*coating*). Kain tersebut dapat difungsikan sebagai pelapis *spring bed* yang kekuatannya relatif tinggi, sesuai dengan kain *non woven* dari serat poliéster ex impor⁽⁴⁾. Selain itu telah dilakukan pula penelitian komposit dari serat nenas dengan perlakuan silana, yang menunjukkan kemampuannya terhadap kekuatan geser dan kenaikan ketahanannya terhadap air⁽⁵⁾. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa serat nenas mempunyai sifat mekanik yang relatif baik.

Dalam upaya pemanfaatan serat alam khususnya serat nenas untuk komposit otomotif, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan produk komposit otomotif *sunvisor* dengan beberapa jenis matriks resin. Namun serat alam (selulosa) termasuk serat nenas mempunyai sifat cepat terbakar. Daya tahan api pada serat dipengaruhi antara lain oleh besarnya kandungan air dalam serat, sifat termalnya dan indeks batas oksigen (*Limiting Oxygen Index: LOI*), serta tingginya suhu pembakaran, kalor pembakaran dan suhu nyala api. Pada Tabel 1 disajikan sifat-sifat termal beberapa serat alam dan sintetik⁽⁶⁾.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa kapas (selulosa) termasuk serat nenas mempunyai *specific heat*, *thermal conductivity* dan *LOI* dengan nilai relatif rendah dibanding serat sintetik, sehingga daya tahan api serat alam relatif rendah.

Dari uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat komposit serat nenas yang tahan api dan memenuhi standar, dengan mengupayakan penggunaan matriks polimer resin dan zat tahan api yang sesuai, namun diharapkan ramah lingkungan, tidak menimbulkan bau, tidak beracun, bersifat tahan api dan sifat kompatibilitasnya dengan serat nenas.

Tabel 1. Sifat Termal Beberapa Jenis Serat pada Suhu Kamar ⁽⁶⁾

Jenis serat	Specific heat (J g ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal conductivity (mw m ⁻¹ K ⁻¹)	Titik leleh (°C)	LOI (%)
Kapas (serat alam)	1,21	71	terurai /tidak meleleh	18,4
Serat gelas	8,44	130	1725	36,6
Poliamida	1,51	250	260	20,1
Poliester	1,34	140	260	20,6
Polipropilena	-	120	170	18,6
Polivinilklorida	-	-	>180	37-39

Keterangan .

LOI (Limiting Oxygen index), yaitu ukuran minimal kadar O₂ yang dapat menyalakan api.

Apabila nilai LOI > 30, menunjukkan bahwa serat atau polimer resin termasuk kategor tahan terhadap api atau tidak terbakar ⁽⁷⁾

METODOLOGI

Bahan baku dan Zat Kimia

Serat nenas (dari perkebunan nenas di Subang), NaOH, resin epoksi, poliuretan, ZnCl₂, KSCN, Na₂SiO₃ dan MgCl₂

Peralatan

Bak *degumming*, mesin *Hot Press* skala laboratorium dan peralatan uji yaitu: Scanning Electron Microscope (SEM) (merk JEOL JSM-6360LA), X-ray diffractometry (XRD) (merk Philips Analytical X Ray BV), Universal Testing Machine merk Torsee, Thickness Gage merk Mitutoyo Model CR-10A, Flammability Tester system vertical dan Oven.

Prosedur Kerja

Komposit berpenguat serat nenas dibuat dengan matriks resin sebagai pengikat. Proses dilakukan pada mesin *Hot Press* pada suhu 130°C tekanan 40 kg/cm² selama 15 menit. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Proses *degumming* serat nenas untuk mendegradasi gum (hemiselulosa, pektin dan lignin) agar diperoleh berat per unit area yang relatif rendah, namun menghasilkan *bending characteristics optimum* ⁽⁸⁾

2. Proses pembuatan komposit berpenguat serat nenas *degummed* yang telah dipotong-potong dan dibentuk dalam cetakan secara acak, dengan polimer resin epoksi dan poliuretan sebagai pengikat serta penambahan zat aditif yang dapat memberikan sifat tahan api, yaitu ZnCl₂, KSCN, Na₂SiO₃ dan MgCl₂ ⁽⁹⁾ dilakukan dengan 2 cara yaitu:

dilarturkan bersama resin yang juga difungsikan sebagai zat katalis

Melalui proses impregnasi terhadap komposit yang dihasilkan.

3. Pengujian, meliputi

a). Difraksi sinar X

b). Tebal, density dan absorpsi air (Rev. 7 Standard Fiberboard for Molded Trim) ⁽¹⁰⁾

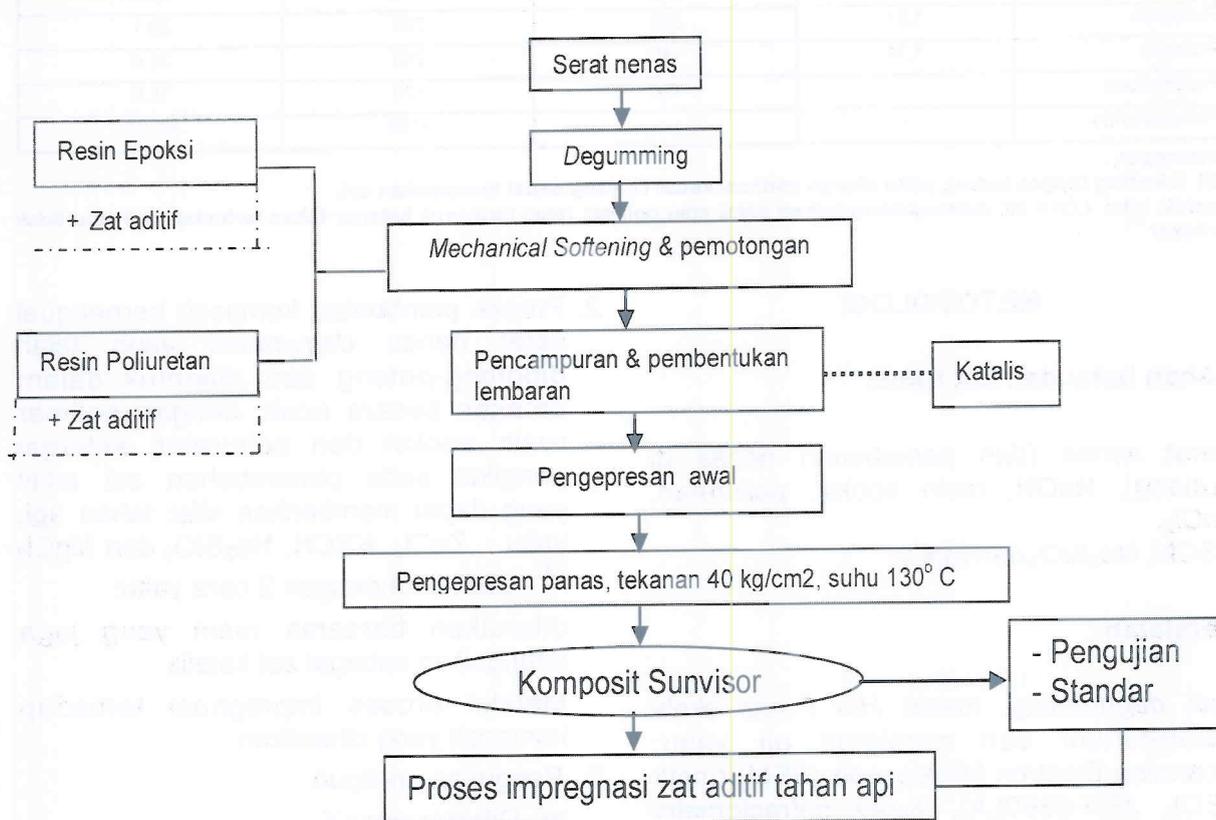
c). Moisture content (SNI 0263 – 1989, dengan ukuran contoh uji 150 x 150 mm) ⁽¹⁰⁾

d). Perubahan ukuran setelah pemanasan suhu 110°C selama 5 menit dan setelah pemanasan suhu 50°C selama 48 jam, (Rev. 7 Standard Fiberboard for Molded Trim) ⁽¹⁰⁾

e). Ketahanan *Bending* dan modulus elastisitas pada kondisi normal, suhu 110°C selama 5 menit dan suhu 50°C selama 48 jam, (Rev. 7 Standard

Fiberboard for Molded Trim⁽¹⁰⁾.
 Pengujian dilakukan dengan cara *three point bending*, panjang penumpu 100 mm, dengan maksimum defleksi sebesar 20 mm

- f). Tahan api, ASTM D.6413-99⁽¹¹⁾
- g). Uji smell (bau) dilakukan oleh minimal 3 orang⁽¹⁰⁾ dan uji SEM.



Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

DEGUMMING SERAT NENAS

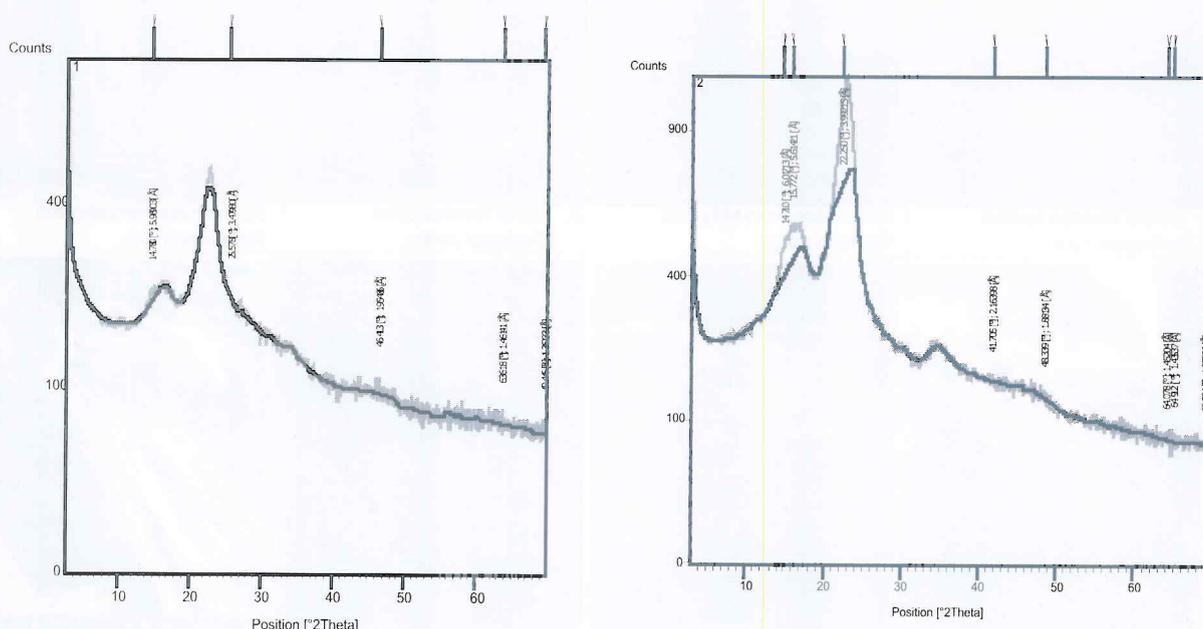
Serat nenas diperoleh dari hasil dekortikasi daun nenas masih mengandung komponen non selulosa atau *gum* (pektin, hemiselulosa dan lignin). Pektin merupakan polimer heterosakarida dengan struktur kompleks terdiri atas rantai utama asam galakturonat yang berfungsi sebagai pengikat mikrofibril, sehingga stabilitas struktur seratnya dapat terjaga⁽⁶⁾. Pengamatan terhadap penampang serat nenas mentah menunjukkan keberadaan mikrofibril dan adanya pektin (titik putih dan abu-abu) yang menempel pada dinding serat seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Keberadaan Mikrofibril pada Penampang Serat Nenas

Untuk meningkatkan *wetability* terhadap polimer resin pada pembuatan komposit, maka pektin perlu didegradasi. Serat yang belum di proses *degumming*, struktur fibril dari individu serat tidak tampak, karena masih tertutup *gum* yang bersifat amorf, lengket dan hidrofob. Setelah *gum* terdegradasi perbandingan antara polimer kristalin (selulosa) dan polimer amorf (*gum*) semakin tinggi, sehingga derajat kristalinitasnya meningkat. Hal ini disebabkan *gum* pada serat sangat mempengaruhi sifat fisik serat yang merupakan pembentuk utama daerah non kristalin^(12,13). Selain itu juga akan mengakibatkan

peningkatan kekuatan dan modulus serat dibandingkan dengan serat mentah. Menurut Doraiswamy⁽¹³⁾ hilangnya hemiselulosa, pektin dan lignin berhubungan erat dengan sifat fisik serat seperti perubahan sudut orientasi, derajat kristalinitas dan perubahan dalam struktur selulosa, maka akan meningkatkan gaya adhesi antar mikrofibril penyusun serat, sehingga serat lebih kompak, halus dan berkilau, serta akan memudahkan untuk di proses lanjut. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil uji difraksi sinar X serat nenas seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Difraksi Sinar X Serat Nenas Sebelum Proses *Degumming* (A), Sesudah Proses *Degumming* (B)

Dari Gambar 3B terlihat adanya peningkatan struktur kristalinitas serat nenas setelah proses *degumming* dibandingkan sebelum *degumming* (Gambar 3A). Hal ini dapat dilihat dari perbandingan proporsi puncak yang terbentuk melalui pengukuran dengan sinar-X yang tampak jauh lebih besar. Pada Gambar 3A intensitas relatif maksimum (100%) dari kristalinitas serat yaitu pada posisi 46.4127 °2 Th sebesar 18,91 cts, sedangkan setelah *degumming* (Gambar 3B), intensitas relatif maksimum 100 % pada posisi 22,2504°2Th jauh lebih besar yaitu 352,96 cts. Peningkatan kristalinitas

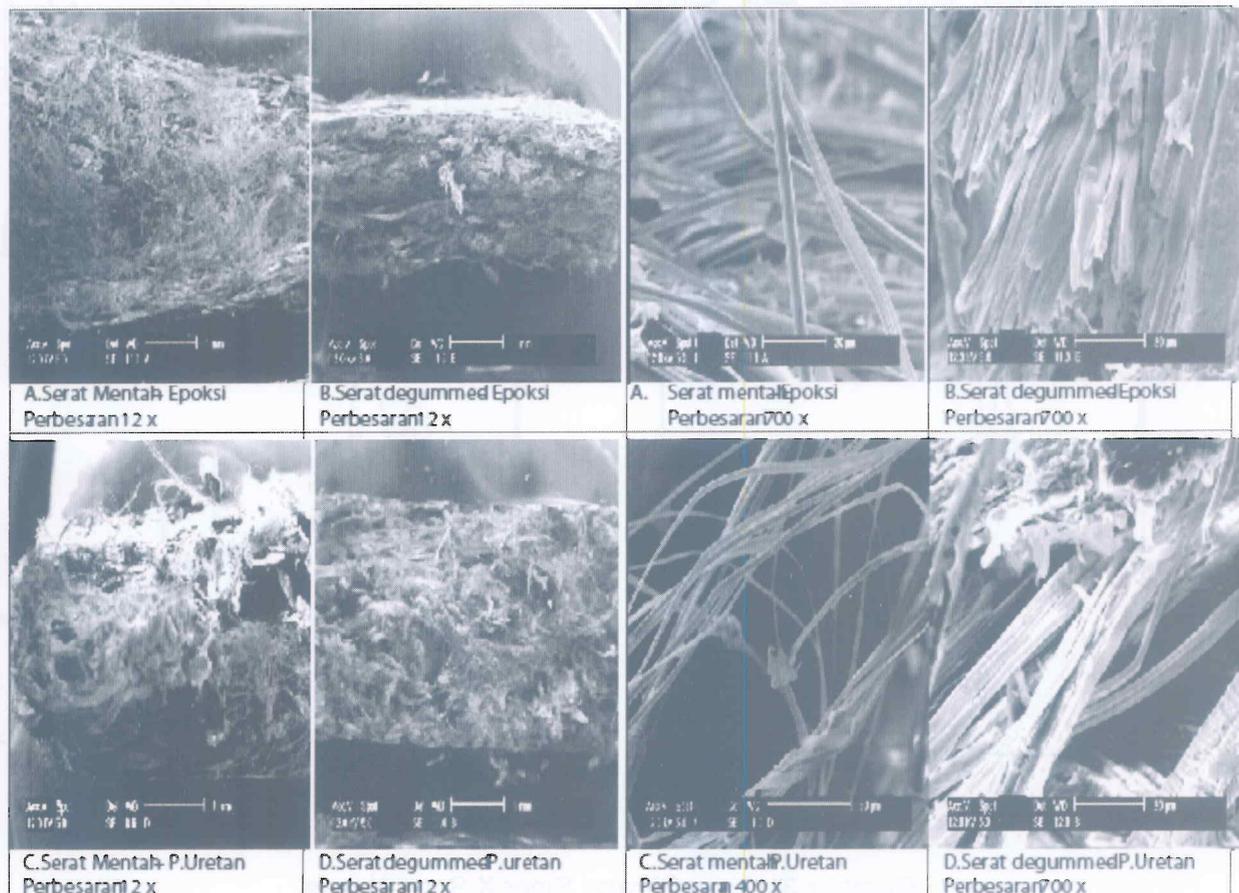
terjadi karena perbandingan antara polimer kristalin (selulosa) dan polimer amorf (*gum*) yang semakin tinggi akibat hilangnya *gum*. Hal ini akan mengakibatkan peningkatan kekuatan dan modulus serat *degummed* dibandingkan dengan serat mentah. Untuk pembuatan komposit akan berpengaruh terhadap peningkatan ikatan antar muka serat dengan matriks resin serta zat aditif sebagai zat anti api, karena *gum* yang hilang mengakibatkan kekasaran permukaan semakin baik sehingga *mechanical interlocking* dari serat-resin semakin meningkat. Ikatan yang baik dan serat yang lebih kuat akan

meningkatkan kekuatan komposit, yang dibuktikan dari hasil uji SEM komposit serat nenas (Gambar 4).

KOMPOSIT SUNVISOR

Hasil uji SEM komposit serat nenas, menunjukkan bahwa proses *degumming* serat berpengaruh pada ikatan polimer resin

dengan serat pada hasil produk komposit, sehingga akan berpengaruh pada sifat mekanik komposit yang dibentuk yang tampak jelas perbandingan ikatan antar muka antara serat mentah dan serat *degummed* (Gambar 4 A dan 4 B serta 4 C dan 4 D). Contoh hasil SEM dilihat pada permukaan patah, daerah tarik dan uji bending.



Gambar 4. Hasil Uji SEM Komposit Serat Nenas

Pada komposit serat mentah terlihat adanya serat-serat atau mikrofibril yang saling terlepas, sedangkan pada serat *degummed*, serat tampak menyatu dengan resin. Serat yang terlepas menunjukkan ikatan yang tidak baik, sedangkan serat yang menyatu menunjukkan ikatan yang baik hasil dari peningkatan *mechanical interlocking* serat *degummed*-resin. Pada proses *degumming*, alkali memecahkan ikatan glukosida dari pektin dan aspekik sehingga diperoleh pektin yang larut dalam air. Demikian pula rantai metil ester dari pektin akan putus

menghasilkan asam pektik dan metanol ⁽¹⁴⁾, sehingga serat lebih terurai dan halus.

Dengan pengerjaan *degumming* pada serat, maka hemiselulosa, lignin dan pektin yang menghalangi pelekatan matriks resin akan terdegradasi, maka *wetability* serat oleh matriks semakin baik, karena makin luas daerah kontak serat dengan resin. Hal ini akan mempengaruhi laju difusi molekul resin dan semakin meningkat pada saat proses pemanasan. Pada saat polimer resin dan serat disatukan terjadi ikatan kimia pada daerah antar muka antara gugus kimia serat

dengan polimer membentuk ikatan silang antara resinnya sendiri dan resin dengan serat. Ikatan silang pada rantai polimer menghasilkan struktur tiga dimensi, sehingga akan meningkatkan ikatan antar muka komposit yang dihasilkan. Ikatan silang yang terjadi adalah struktur ikatan secara kovalen yang mengikat dua atom atau lebih pada rantai polimer secara bersama-sama membentuk jaringan, sehingga membentuk suatu molekul yang lebih besar. Maka akan meningkatkan kekuatan mekanik, titik leleh dan berat molekul.

Pada komposit dengan pengikat resin epoksi, pada permukaan patahnya terlihat serat-serat yang saling diliputi penuh dengan resin, sedangkan dengan resin poliuretan tampak saling terpisah antara serat dengan resin. Hal ini disebabkan epoksi sangat mudah bereaksi atau berpolimerisasi diikuti dengan ikatan silang yang kuat sehingga dapat memberikan daya kohesi dan adesi yang tinggi. Adapun poliuretan yang merupakan polimer yang berasal dari monomer hexameten diisosiyanat mempunyai rantai bercabang-cabang, sehingga bersifat lebih kaku dan titik lelehnya tinggi. Ikatan yang terjadi dengan serat karena adanya gaya intermolekuler yang tinggi menyebabkan polimer bersifat keras, sehingga serat dan resin tidak kompak. Selain itu poliuretan bersifat hidrofili dan mudah menyusut, dapat mengakibatkan ikatan kurang baik bahkan dapat retak. Viskositas poliuretan lebih tinggi dibandingkan epoksi, sehingga akan lebih sulit mengisi celah antara mikrofibril serat. Sedangkan epoksi bersifat hidrofob dan agak sulit menyusut. Kedua karakter tersebut mengakibatkan ikatan yang kurang baik pada poliuretan-serat dibandingkan dengan epoksi-serat. Berdasarkan hasil uji SEM tersebut, maka pembuatan komposit *sunvisor* berpenguat serat nenas yang dilakukan menggunakan serat nenas *degummed*.

DENSITAS, MOISTURE CONTENT, ABSORPSI AIR DAN TAHAN API

Hasil uji densitas, *moisture content* (MC), absorpsi air dan tahan api komposit serat nenas disajikan pada Tabel 2.

Hasil uji densitas komposit serat nenas berkisar (0,653 -1,667) g/cm³, hal ini dapat diperoleh dari tekanan yang dikenakan pada saat pembuatan komposit yaitu 40 kg/cm². Pada tekanan tersebut dapat diperoleh komposit yang relatif ringan, namun menghasilkan ketahanan *bending* yang memenuhi kriteria. Apabila tekanan dinaikkan maka densitasnya juga meningkat, karena komposit yang dibentuk semakin padat dan kemungkinan keberadaan udara dalam komposit semakin berkurang. Hasil uji tahan api komposit dengan perlakuan impregnasi dalam larutan ZnCl₂, MgCl₂, KSCN dan Na₂SiO₃ menunjukkan bahwa komposit tidak terbakar, namun dengan larutan ZnCl₂ mengeluarkan jelaga hitam, asap dan bau. Hal ini disebabkan ZnCl₂ bersifat higroskopis, dan bila terkena panas (api) akan terurai : ZnCl₂·2H₂O ZnCl(OH) + HCl + H₂O

Asam kuat HCl yang timbul menyebabkan bau yang menyengat dan adanya H₂O akan menimbulkan asap. Dengan perlakuan MgCl₂, dapat dijelaskan bahwa MgCl₂ dengan pemanasan akan membentuk radikal bebas klorida yang dapat menghentikan nyala api. Sedangkan dengan Na₂SiO₃ kemungkinan terjadi pengendapan berupa garam yang larut dengan titik leleh rendah, bila terdapat api akan meleleh dan meliputi komposit seperti gelas dan uap yang dihasilkan tidak terbakar. Penggunaan KSCN akan membentuk lapisan karbon yang dapat bertindak sebagai komposit pelindung panas dan penghalang oksigen yang dapat menghentikan nyala api. Adapun penggunaan KSCN, selain harganya relatif tinggi juga hasil pembakarannya menimbulkan bau.

Tabel 2. Hasil Uji Densitas, MC, Absorpsi Air dan Tahan Api Cara Impregnasi pada Komposit Serat Nenas

No	Resin	Aditif	Densitas (g/cm ³)	Absorpsi Air (%)	Uji Tahan Api	M.C (%)
1	Epoksi	-	0,674	6,538	Terbakar	3,412
2	Poliuretan	-	0,653	8,553	Terbakar	4,715
3	Epoksi	ZnCl ₂	1,153	4,924	Tidak terbakar*	6,808
4	Epoksi	KSCN	0,701	10,256	Tidak terbakar	5,256
5	Epoksi	Na₂SiO₃	0,750	8,547	Tidak terbakar	8,224
6	Epoksi	MgCl ₂	1,667	6,897	Tidak terbakar	5,862
7	Poliuretan	ZnCl ₂	1,017	5,101	Tidak terbakar*	7,547
8	Poliuretan	KSCN	0,658	9,231	Tidak terbakar**	7,554
9	Poliuretan	Na₂SiO₃	0,662	9,224	Tidak terbakar	8,598
10	Poliuretan	MgCl ₂	1,634	11,404	Tidak terbakar	6,987
11	Standar		0,55 - 0,75	9,0	maks : 10 cm/mnt. atau tidak terbakar	10

*: Mengeluarkan asap, bau dan jelaga

** Menimbulkan bau

Dari hasil uji tahan api, diketahui bahwa penggunaan aditif Na₂SiO₃, ZnCl₂, KSCN dan MgCl₂ memberikan ketahanan api relatif baik dengan cara impregnasi pada hasil produk komposit yang dihasilkan, sedangkan apabila zat-zat aditif tersebut dilarutkan bersama dengan resin pengikat tidak memberikan ketahanan api yang baik, bahkan pada umumnya terbakar. Hal ini karena zat aditif tersebut merupakan garam dan juga sebagai katalisator yang dapat membantu polimerisasi resin sehingga dapat mengadakan ikatan silang baik antar resinnya sendiri maupun dengan seratnya, sehingga dapat meningkatkan daya ikat antar muka komposit. Penggunaannya sebagai katalisator memerlukan jumlah yang relatif sedikit sekitar 20% dari penggunaan resin, sedangkan sebagai aditif untuk memberikan ketahanan api memerlukan konsentrasi yang lebih banyak. Kelebihan garam tersebut dapat mengadakan reaksi kondensasi, sehingga komposit yang dihasilkan menjadi lembab dan lentur. Oleh karena itu sebagai zat aditif tidak sesuai apabila dilarutkan bersama dengan resin dan lebih sesuai melalui proses impregnasi.

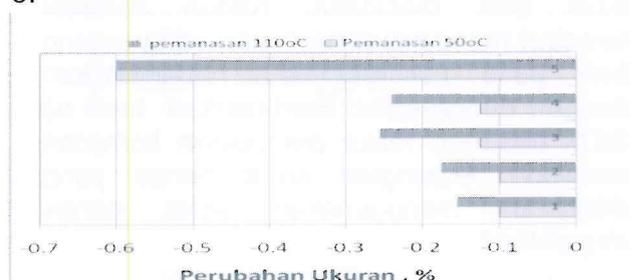
Dari hasil uji tersebut, maka penggunaan Na₂SiO₃ atau MgCl₂ sebagai zat aditif tahan api relatif baik, karena tidak mengeluarkan asap atau jelaga dan tidak menimbulkan bau. Namun penggunaan MgCl₂ menghasilkan

komposit dengan densitas relatif besar dibandingkan Na₂SiO₃. Hal ini karena MgCl₂ mempunyai densitas lebih besar yaitu 2,323 g/cm³, sedangkan Na₂SiO₃ : 0,7 - 1,0 g/cm³. Berdasarkan hal tersebut, maka pengujian berikutnya dilakukan pada komposit yang di impregnasi dengan Na₂SiO₃.

Hasil uji moisture content dan absorpsi air komposit serat nenas menunjukkan nilai relatif baik dan masih memenuhi persyaratan standar.

PENYUSUTAN

Hasil uji penyusutan komposit serat nenas setelah pemanasan disajikan pada Gambar 5.



Keterangan 1. Epoksi +tahan api, 2. Poliuretan+tahan api 3. Epoksi, 4. P.Uretan, 5. Standar (maks)

Gambar 5. Penyusutan Komposit Serat Nenas

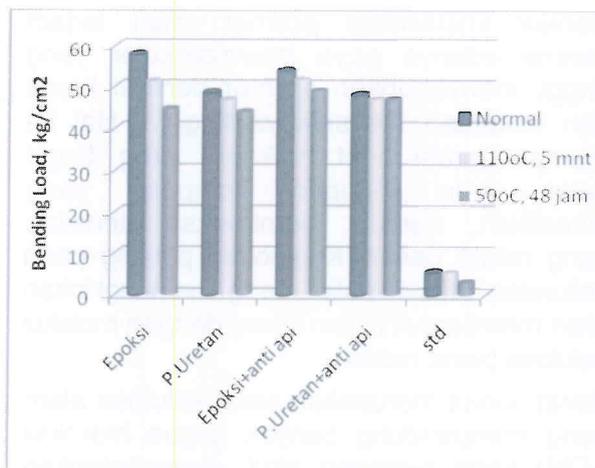
Komposit serat-epoksi maupun serat-poliuretan mengalami penyusutan, baik setelah dipanaskan pada suhu 110 °C selama 5 menit maupun pada suhu 50°C selama 48 jam. Penyusutan terjadi kemungkinan karena setelah mengalami pemanasan, komposit akan mengalami degradasi termal yang akan mempengaruhi stabilitas dimensinya. Besarnya degradasi termal berkaitan dengan sifat termal polimer resin yaitu suhu dekomposisi, koefisien muai termal dan ketahanan termalnya.

Untuk komposit tahan api serat-epoksi- Na_2SiO_3 maupun serat-poliuretan- Na_2SiO_3 menunjukkan penyusutan relatif lebih rendah dibandingkan tanpa perlakuan tahan api. Adanya aditif Na_2SiO_3 ketahanan termal komposit meningkat, hal ini disebabkan komposit telah dilapisi oleh senyawa tersebut yang sifat termalnya relatif tinggi. Walaupun titik leleh Na_2SiO_3 adalah 72.2°C dan bersifat higroskopis, namun pada pemanasan 100-105°C kandungan molekul airnya akan hilang dan membentuk lapisan yang sangat kuat dan tidak akan meleleh kembali dibawah suhu 810 °C⁽¹⁵⁾

Dengan perlakuan panas pada suhu 110°C selama 5 menit maupun pada suhu 50°C selama 48 jam, maka zat aditif tersebut akan semakin stabil dan molekul zat aditif lebih menyatu dengan struktur komposit. Secara keseluruhan dibandingkan dengan standar penyusutan maksimum, seluruh variasi komposit tersebut masih memenuhi kriteria.

PEMBEBANAN BENDING (BENDING LOAD)

Hasil uji Ketahanan *bending* komposit *sun visor* pada kondisi normal, setelah pemanasan suhu 110 °C selama 5 menit dan suhu 50°C selama 48 jam disajikan pada Gambar 6. Pada gambar tersebut diketahui bahwa ketahanan *bending* komposit dengan resin epoksi relatif lebih tinggi dibandingkan dengan resin poliuretan masing-masing pada 3 kondisi pengujian tersebut.



Gambar 6. Hasil Uji Ketahanan Bending Komposit serat dalam 3 kondisi

Hal ini sesuai dengan ikatan antarmuka serat-resin seperti terlihat pada hasil uji SEM yang menunjukkan ikatan yang lebih kuat pada komposit serat-epoksi dibandingkan serat-poliuretan. Kenaikan temperatur akan mengakibatkan degradasi polimer dan ikatan antar muka serat-resin, sehingga ketahanan bendingnya menurun.

Resin epoksi⁽¹⁶⁾ atau polyepoksida adalah zat aditif termosetting yang bersifat tahan kimia, tahan panas dan memiliki sifat mekanik serta sifat elektrik isolator yang baik. Resin tersebut ditandai oleh adanya oksiren yaitu tiga zat aditif lingkaran yang mengandung atom oksigen yang diikat oleh dua atom karbon, sehingga zat aditif epoksi sangat mudah bereaksi atau berpolimerisasi diikuti dengan ikatan silang yang kuat dan dapat memberikan daya kohesi dan adesi yang tinggi.

Resin poliuretan⁽¹⁷⁾ merupakan zat aditif reaktan yang dihasilkan dari reaksi poliadisi dari poliisosiyanat dengan polialkohol (poliol) dalam katalis. Produk reaksinya adalah polimer yang mengandung rangkaian uretan, $-\text{RNHCOOR}'-$. Isosiyanat akan bereaksi dengan apapun molekul yang mengandung satu hidrogen aktif. Polimer ini mempunyai rantai bercabang-cabang, sehingga bersifat kaku dan titik lelehnya tinggi.

Derajat kristalinitas polimer resin terjadi karena adanya gaya intermolekuler yang tinggi, menyebabkan polimer bersifat keras dan kekuatan mekaniknya tinggi. Hal ini mempengaruhi sifat mekanik yang tinggi pada resin maupun komposit yang dihasilkan, namun memberikan densitas yang relatif besar. Komponen penting pada poliuretan adalah polioliol, yang memungkinkan akan membentuk ikatan silang dengan molekul selulosa (serat nanas).

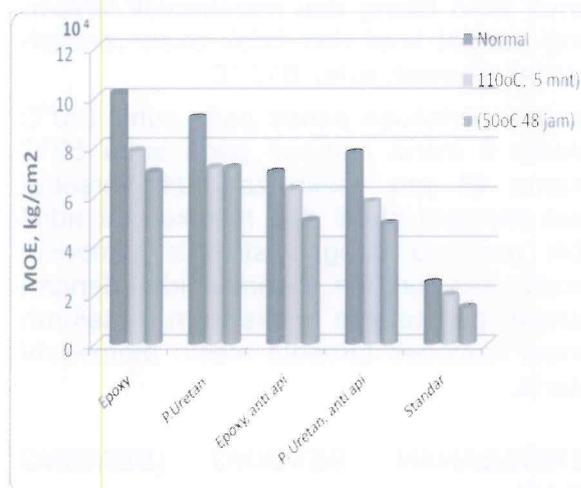
Serat nanas merupakan serat selulosa alam yang mengandung banyak gugus hidroksil (-OH) serta hidrogen aktif, memungkinkan membentuk komposit yang kuat dan kompak. Berdasarkan sifat dan struktur molekulnya, menunjukkan bahwa polimer Epoksi lebih banyak membentuk rantai yang bercabang-cabang dan mempunyai gugus fungsi relatif lebih banyak, sehingga dapat membentuk ikatan silang dengan serat dan berpolimerisasi lebih luas. Maka komposit serat nanas yang dibentuk lebih padat dan kompak dibandingkan dengan poliuretan, sehingga bending loadnya relatif lebih tinggi.

Nilai ketahanan *bending* yang semakin tinggi menunjukkan stabilitas dimensi komposit yang semakin baik. Ketahanan *bending* juga dipengaruhi oleh kerapatan, semakin tinggi kerapatan partikel penyusun komposit, maka semakin luasnya kontak antar partikelnya dan semakin tinggi ketahanan *bending*nya. Akan tetapi penggunaan kedua resin tersebut masih memenuhi persyaratan standar perusahaan otomotif.

Dengan perlakuan tahan api ketahanan *bending* komposit pada kondisi normal terjadi penurunan, kemungkinan adanya molekul air disebabkan aditif Na_2SiO_3 tersebut bersifat higroskopis, yang memungkinkan dapat mengikat air menjadi : $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ dengan $n = 5, 6, 8$ hingga 9 tergantung dari kondisi lingkungan, namun penurunannya tidak lebih dari 5 %. Hal ini karena setelah proses impregnasi zat aditif tersebut dilanjutkan dengan pengeringan sehingga komposit lebih stabil. Demikian juga pada kondisi pemanasan suhu 110°C dan 50°C , terjadi penurunan ketahanan *bending*, namun tidak lebih dari 5 %, sehingga dapat dianggap tidak terjadi penurunan.

Modulus Elastisitas (MOE)

Modulus elastisitas (MOE) komposit serat - epoksi menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan serat - poliuretan, baik pada kondisi normal, pemanasan suhu 110°C selama 5 menit dan pemanasan suhu 50°C selama 48 jam. Kenaikan temperatur akan mengakibatkan degradasi polimer dan ikatan antar muka polimer resin - serat, sesuai dengan hasil pembebanan *bending*. Seperti telah dikemukakan di atas bahwa polimer epoksi lebih banyak membentuk rantai yang bercabang-cabang dan mempunyai gugus fungsi lebih banyak, sehingga dapat membentuk ikatan silang dengan serat dan polimer yang lebih luas. Maka komposit serat nanas yang dibentuk lebih padat dan kompak dibandingkan dengan poliuretan. Hal ini dimungkinkan dapat mempengaruhi MOE seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Namun nilai MOE ini masih memenuhi persyaratan standar otomotif *sunvisor*.



Gambar 7. Modulus Elastisitas Komposit Serat Nenas

UJI SMELL (BAU)

Hasil uji *smell* dilakukan oleh 3 orang yang dianggap mewakili pengujian ini untuk mengetahui bau yang merangsang penciuman. Hasil uji ketiga orang yang melakukan penciuman contoh komposit serat-epoksi- Na_2SiO_3 dan serat-poliuretan- Na_2SiO_3 dinyatakan tidak menimbulkan bau., maka penggunaan resin dan aditif tersebut memenuhi kriteria.

Prakiraan Harga dan kontinuitas Bahan Baku Serat Nenas

Seperti diketahui bahwa tanaman nenas di Riau merupakan tanaman unggulan dengan luas lahan paling luas dibandingkan propinsi lain yaitu 45.585 Ha (BPS 2008). Sebagai contoh perkebunan nenas di Kabupaten Kampar Riau milik salah satu IKM setempat seluas 1000 Ha, setiap minggu buahnya dipanen sekitar 6000 buah (± 5 ton) dan limbah daunnya sekitar 2 ton. Panen dapat dilakukan setiap minggu karena sistem penanamannya dilakukan bergilir. Apabila pelepasan serat dari daun nenas dilakukan ditempat, dengan asumsi sebagai berikut :

Upah 2 pekerja Rp 120.000/hari untuk melakukan dekortikasi daun 2000 kg atau

Rp. 2.400.000 selama 20 hari , diperoleh = 60 kg serat (rendemen 3 %).

Biaya pengumpulan daun : Rp 500.000,-
Kebutuhan Solar utuk dekortikator : 35 liter x Rp.5.000,- = Rp. 175.000,-, oli : Rp 50.000,-

Totalpengeluaran biaya :Rp.3.125000,-

Limbah dekortikasi daun berupa klorofil = 40 % dari 2000 kg daun = 800 kg klorofil, dapat dimanfaatkan sebagai pupuk

organik dengan harga jual Rp.2.000/kg, maka dapat terjual seharga Rp 1.600.000,- atau sebagai media pengembang-biakan cacing tanah untuk pakan ternak unggas atau ikan, yang dibuat bentuk pelet organik dengan harga jual dapat lebih tinggi dari pupuk klorofil

Dari asumsi seperti diuraikan di atas diharapkan harga serat dapat ditekan dan kontinuitasnya berjalan baik serta dengan melakukan penanaman bergilir dan budi daya samping seperti pembuatan kompos atau pakan ternak.

KONDISI OPTIMUM HASIL PRODUK KOMPOSIT *SUNVISOR*

Dari hasil proses pembuatan komposit *sunvisor* serat nenas dan setelah melalui serangkaian pengujian tersebut di atas, maka dapat diketahui kondisi optimum karakter produk seperti disajikan pada Tabel 3. Hasil pengujian tersebut dipilih pada komposit dengan perlakuan tahan api Na_2SiO_3 , dengan pertimbangan bahwa : Na_2SiO_3 relatif murah dibandingkan zat aditif lainnya, tidak menimbulkan bau, tidak menimbulkan asap pada saat dikenai api dan *non toxic*.

Tabel 3. Kondisi Optimum Hasil Pembuatan Komposit Serat Nenas Tahan Api

No	Karakteristik komposit	Kondisi pengujian Zat aditif : Na_2SiO_3	Komposit serat nenas		Persyaratan Standar *
			Epoksi	Poliuretan	
1	Ketahanan <i>Bending</i> (kg/cm^2)	normal	53.88	48	5.5, minimum
		pemanasan suhu 110°C , 15 menit	51.7	47	5.5, minimum
		pemanasan suhu 50°C , 48 jam	49	47	3.2, minimum
2	MOE (<i>Modulus Of Elasticity</i>) (kg/cm^2)	normal	10.2×10^4	7.52×10^4	5.5×10^4 , minimum
		pemanasan suhu 110°C , 15 menit	7.84×10^4	5.54×10^4	2×10^4 , minimum
		pemanasan suhu 50°C , 48 jam	6.98×10^4	4.76×10^4	4.5×10^4 , minimum
3	Perubahan ukuran setelah dipanaskan (%)	pemanasan suhu 110°C , 15 menit	-0.15	-0.17	-0.6 sampai 0
		pemanasan suhu 50°C , 48 jam	-0.1	-0.12	-0.6 sampai 0
4	Densitas(g/cm^3)	Sesuai standar*	0.750	0.662	0.55 – 0.75
5	Absorpsi air (%)	Sesuai standar*	8.547	10.224	90 maksimum
6.	<i>Moisture Content</i> (%)	Sesuai standar*	8.224	8.598	10 maksimum
7.	Tahan api	Sesuai standar*	tidak terbakar	tdk terbakar	maks 10 cm^2/mnt . atau tidak terbakar
8.	<i>Smell</i> / bau	Sesuai standar*	tidak bau	tidak bau	Tidak bau

* Standar "Specification of Automotive Fiberboard For Moulding Trim", yang dikeluarkan dari perusahaan otomotif

KESIMPULAN

1. Proses *degumming* pada serat nenas mempengaruhi struktur morfologi serat dan tingkat kristalinitas serat, serta meningkatkan ikatan mekanik serat-resin. Untuk pembuatan komposit akan berpengaruh terhadap kekuatan komposit serat. Hal ini dapat dibuktikan dari XRD dan SEM
2. Penggunaan resin epoksi pada komposit serat nenas menunjukkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan poliuretan. Walaupun penambahan aditif pada kedua resin mengakibatkan sedikit penurunan ketahanan *bending* dan stabilitas dimensinya, namun penggunaan kedua resin tersebut untuk pembentuk komposit serat nenas tetap memenuhi persyaratan standar perusahaan Rev 7, "*Specification Of Automotive Fiberboard For Moulding Trim*"
3. Penambahan aditif $ZnCl_2$, KSCN, Na_2SiO_3 dan $MgCl_2$ pada komposit serat nenas dengan cara impregnasi pada komposit serat-epoksi atau serat-poliuretan berhasil membuat komposit bersifat tahan api. Penggunaan aditif Na_2SiO_3 lebih disarankan
4. Komposit epoksi dan poliuretan berpenguat tekstil serat nenas bersistem acak berhasil dibuat untuk aplikasi otomotif sunvisor tahan api melalui penambahan aditif. Hasil evaluasi sifat fisik dan mekanik terhadap kondisi optimum produk sesuai dengan standar perusahaan Rev 7 "*Specification Of Automotive Fiberboard For Moulding Trim*".
5. Kontinuitas serat nenas diharapkan berjalan baik dengan harga serat dapat ditekan, melalui pengelolaan perkebunan sistem penanaman bergilir dengan melakukan budi daya samping misalnya pembuatan kompos klorofil atau pakan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Peijs, T, 2002, "Composites Turn Green" , Departement of Materials, Queen Mary, University of London, e-Polymers, no. T 002,.
- 2) Walter Fung et al, 2001, "Textile in Automotif Engineering", Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England
- 3) Glass Fiber Manufactur, "Reinforcement Guide" Cem-FIL® Alkali-Resistant Glass Fibers, ring, Composite Solutions
- 4) Rifaida Eriningsih dkk, 2007, " Pembuatan kain *door trim/head lining* dari serat nenas/poliester untuk otomotif", Laporan Penelitian, Balai Besar Tekstil
- 5) Hermawan Judawisastra dkk, 2006. "Pengaruh Perlakuan Silana terhadap Kekuatan Geser Komposit Serat Alam – Polyester", Simposium Nasional Polimer VI, Himpunan Polimer Indonesia "Perkembangan Teknologi Polimer Terkini dan Tantangan Global"
- 6) Robert R Frank, 2001, "Bast and Other Plant Fibers", Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England,
- 7) Yasushige Yagura et all., " Flame - Retardant Resin Composition, Flame-Retardant Fiber, Flame-Retardant Cloth And Heat-Resistant Protective Clothing " , Teijin Techno Products Limited, *Ipc8 Class: Aa62b1700fi*
- 8) Brahmakumar, M., Pavithran, C. & Pillai., 2005, " Coconut fibre reinforced polyethylene composites: effect of natural waxy surface layer of the fibre on fibre/matrix interfacial bonding and strength of composites". *Composites Science and Technology*,
- 9) Santoso, Mahdi, 2009, " Uji efektivitas tiga bahan penghambat api pada kayu meranti merah", Skripsi Uniiversitas Gajah Mada
- 10) Automotive Standard Rev 7, " Specification of Automotive Fiberboard For Moulding Trim "
- 11) ASTM D.6413-99, Standard Test Method for Flame Resistance (Vertical Test)
- 12) Köhler, L., 2001, " Natural Cellulose Fibers : Properties", Encyclopedia Material : Science and Technology, Elsevier Science Ltd,
- 13) Doraiswamy Indra and Chellami, 1993, "Pineapple Leaf Fibers", Textile Progress, Volume 24, Number 1, The Textile Institute, Manchester

- 14) Pectin, mechanism of gelling, Published in Crop Sci 45:820-831 (2005) © 2005 Crop Science Society of America
- 15) Wikipedia, the free encyclopedia, "Sodium silicate"
- 16) Epoksi Resin @ 3Dchem.com Araldite, Epon, Hexion
- 17) Astrom, B.T, 1997, "*Manufacturing of Polymer Composites*", Chapman & Hall, London, Weinheim, New York,