

meningkat secara linier seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat (V_f). Namun, pada $V_f = 0,7$ harga modulus tersebut menurun secara drastis.

Clark dan Ansell (1986) melakukan perlakuan kimia (*coating*) dengan *metacrylato* yang kompatibel dengan resin *polyester*. Semakin lama. proses pencelupan, modulus young semakin turun dan regangan meningkat, dan pada waktu perendaman tertentu regangan akan konstan.

Kekuatan tarik komposit serat *sunhemp-polyester* terjadi peningkatan secara linier hingga $V_f = 0,4$. Hasil uji impak *izod* menunjukkan terjadinya peningkatan energi patah seiring dengan bertambahnya V_f . Besarnya energi patah pada $V_f = 0,24$ adalah 21 kJ/m^2 . Analisis mekanisme absorpsi energi selama perpatahan uji impak menunjukkan adanya *pull out* serat dan *interface fracture* (Sanadi dkk, 1986).

Song dan Hwan (2001) menggunakan resin *dyphenylmethane diisocyanate* (MDI) sebagai *binder* pada komposit serat kayu dengan matrik karet ban bekas. Matrik karet meningkatkan kekuatan impak *izod*. Kekuatan bending, modulus bending, kekuatan tarik, modulus Young, dan kekuatan *internal bonding* dari spesimen komposit pada kondisi kering dan basah, juga ineningkat seiring dengan peningkatan kadar serat kayu dan jumlah MDI.

2.2. Perlakuan Serat Alam

George dkk (1996) menyimpulkan bahwa interaksi yang kuat ditunjukkan oleh *interface* dan gesekan antara serat dengan matrik yang kuat pula. Perlakuan alkali (NaOH) mampu memperkasar permukaan serat, sehingga menyebabkan *mechanical interlocking* yang lebih baik. George dkk (1997) juga menyatakan mampu menurunkan absorpsi air pada komposit PALF/DPE. Dari berbagai perlakuan, besarnya tingkat kemampuan absorpsi air secara berurutan adalah : PMPPIC < Silane < NaOH < DCP. Interaksi *interface* meningkat dengan, urutan DCP < NaOH < Silane < BPO < PMPPIC.

Urreaga dkk (2000) menyatakan bahwa proses oksidasi *interface* material selulosa selama proses penguatan selulosa dengan termoplastik mampu meningkatkan sifat-sifat mekanis. Proses oksidasi dilakukan dengan memanaskan di *oven* pada suhu $200 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 0, 20 dan 90 menit. *Coupling agent* mengakibatkan penguatan warna gelap dalam komposit.

Lignocellulosic alam pada serat kenaf dapat dimodifikasi dengan cara mereaksikan dengan *silane (amino-ethyl amino-propyl trimetoxyl silane)* berkadar 2%, dan selanjutnya

dlikeringkan di oven pada suhu 80 °C selama 48 jam. Rantai panjang *silicone* dari *silane* dapat meningkatkan Keuletan antar muka serat dan resin (Rowell dkk, 1999).

Pada penelitian laminates serat Jute dan serat gelas yang dilakukan Clark dan Ansell (1986), serat dikenai perlakuan kimia dengan *metha,-crylato silane*. Penambahan *core* serat glass menunjukkan cara yang baik untuk meningkatkan energi perpatahan laminates.

2.3. STUDI PUSTAKA

2.3.1. Kajian Teoritis

Komposit adalah campuran sifat kimia dan mekanis dua atau lebih unsur bahan , baik mikro maupun makro, yang tidak mampu saling larut dengan komposisi kimia dan ukuran yang berbeda. Komposit tersusun dari dua bagian yaitu serat atau fiber dan matrik. Serat merupakan bahan penguat yang tersebar di dalam matrik dengan orientasi tertentu. Fungsi matrik selain sebagai pengikat serat dan mendistribusikan beban kepada serat juga melindungi serat dari pengaruh lingkungan (Sombatsompop dan Chaochanchaikul, 2004). Berdasarkan material pembentuknya, serat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat memiliki panjang sekurang-kurangnya 100 kali diameter atau lebarnya dan panjang minimal 0,2 inchi (Brady, 1991).Jenis serat penguatan didalam matrik pada suatu bahan komposit terbagi dalam empat model: (a) serat *continuous* , (b) serat *woven*, (c) serat *chopped* dan (d) *hybrid* (Gibson, 1994). Serat penguatan tersebut menyatu dengan matrik atau resin melalui mekanisme ikatan adhesif.

2.3.2. Fraksi Volume dan Fraksi Massa Serat

Kekuatan kornposit dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain., jenis, geometri, arah, distribusi dan kandungan serat. Menurut Roe, dan Ansel (1985), fraksi volume serat (V_f) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$V_f = \frac{[V_c - (\frac{M_c - M_f}{Q_M})]}{V_c} \dots\dots\dots(1)$$

dengan catatan: V_c = volume komposit, M_c dan M_f = massa komposit dan serat, Q_M = density matrik

Jika diketahui massa serat dan matrik, serta massa jenis serat dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung (Shackelford, 1992; Kaw, 1997)

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_M / \rho_M} \quad \dots(2)$$

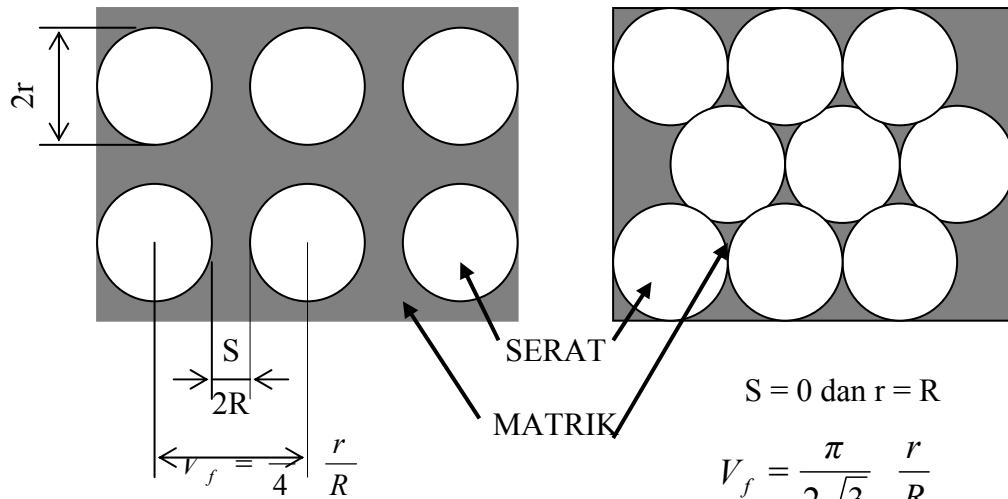
$$W_f = \frac{\rho_f V_f}{\rho_f V_f + \rho_M V_M} \quad \dots(3)$$

dengan catatan :

V_f, W_f, \dots = fraksi volume dan berat serat
 W_f, W_M, \dots = Massa serat dan matrik
 ρ_f, ρ_M, \dots = densitas serat dan matrik

2.3.3. Aspek Geometri

Menurut Gibson (1994), penempatan serat harus mempertimbangkan geometri serat, arah, distribusi dan fraksi volume, agar dihasilkan komposit berkekuatan tinggi. Untuk suatu lamina *unidirectional*, dengan serat kontinu dengan jarak antar serat yang sama, dan direkatkan secara baik oleh matrik, seperti ditunjukkan pada gambar. 2.



Gambar 2. Struktur mikro komposit dengan peletakan serat teratur. dan homogen.

2.3.4. Sifat Tarik Komposit Skin / Lamina

Berdasarkan teori *Rule of Mixture*, (ROM), kekuatan komposit berpenguat serat searah kontinu dapat dihitung dengan persamaan (Sanadi dkk, 1986. Shackelford, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f v_f + \sigma_m (1 - v_f) \quad \dots\dots\dots(4)$$

dengan catatan; σ_f = kekuatan tarik serat dan σ_m = kekuatan tarik matrik berdasarkan regangan gagal serat. Harga σ_m dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_m = E_m v_f \dots\dots\dots (5)$$

Modulus elastisitas komposit dapat dirumuskan dengan:

$$E_c = v_f E_f + (1 - v_f) E_m \dots\dots\dots (6)$$

dengan catatan; E_f = modulus elastisitas serat, E_m = modulus elastisitas matrik.

Berdasarkan eksperimen langsung pada pengujian tarik komposit, kekuatan tarik dan modulus elastisitas dapat dihitung secara langsung dari data hasil pengujian dengan standar ASTM D-638, dengan persamaan:

$\sigma_c = \frac{P}{A}$ $E_c = \frac{\Delta L}{\Delta \varepsilon} \dots\dots\dots (7)$ $\varepsilon_c = \frac{\Delta L}{L}$	dengan catatan : σ_c = tegangan P = beban A = luas penampang ε = renngangan ΔL = perpanjangan sepanjang <i>gage length</i> L = panjang ukur (<i>gage length</i>)
---	---

2.3.5. Sifat Bending Komposit Skin dan Sandwich

Pada komposit skin yang dikenai pengujian *three-point bending*, kekuatan *bending* komposit dapat dirumuskan dengan persamaan (ASTM D 790):

$$\sigma_b = \frac{PL/4 \times 1/2 h}{b \times h^3 / 12} = \frac{1/2 PLh}{8bh^3} = \frac{3PL}{2bh^2} \dots\dots\dots (8)$$

dengan catatan; P = beban (N), L = panjang span (mm), b = lebar (mm), dan h = tebal (mm). Jika defleksi maksimum yang terjadi lebih dari 10 % dari jarak antar penumpu (L), kekuatan bendingnya dapat dihitung dengan persamaan berikut (ASTM, D-790):

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \left[1 + 4 \left(\frac{\delta}{L} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (9)$$

Modulus elastisitas bendingnya dapat dirumuskan dengan persamaan :

$$E_b = \frac{1}{4} \times \frac{L^3}{bh^3} \times \frac{P}{\delta} \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{Perhitungan kekakuan bending: } D = E_b \times I \dots\dots\dots (11)$$

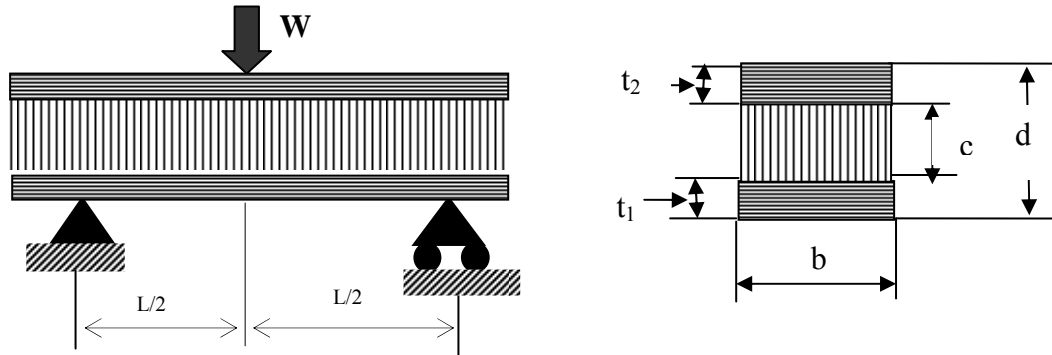
Momen inersia untuk balok: $I = \frac{b \times h^3}{12}$ (12)

Kekakuan bending komposit sandwich :

$$D = E_f \frac{bt^3}{6} + E_f \frac{btd^2}{2} + E_c \frac{bc^3}{12} \dots\dots\dots (13)$$

Persamaan kekakuan bending balok komposit kombinasi dihitung dengan persamaan :

$$D = E_f \frac{btd^2}{2} + E_c \frac{bc^3}{12} \dots\dots\dots(14)$$



Gambar 3. Penampang komposit sandwich (Popov, 1996)

Kekakuan bending balok sandwich (D) dengan lamina berbeda bahan/ ketebalannya :

$$D = \frac{bd^2 E_1 E_2 t_1 t_2}{E_1 t_1 + E_2 t_2} + \frac{b}{12} (E_1 t_1^3 + E_2 t_2^3) \dots\dots\dots(15)$$

Selanjutnya, pada panel komposit sandwich yang dikenai uji *three-point bending*, besarnya tegangan geser core (*core shearstress*) dapat dihitung dengan persamaan (ASTM C393):

$$\tau = \frac{P}{(d+c)b} \dots\dots\dots(16)$$

Dengan catatan; P = beban maksimum (N), d = tebal sandwich (mm), c = tebal core (mm), dan b = lebar sandwich, Besarnya tegangan bending maksimum pada bagian permukaan (*facing bending stress*) dapat dihitung dengan persamaan (ASTM C 393):

$$\sigma_b = \frac{PL}{2t(d+c)b} \dots\dots\dots(17)$$

Dengan catatan; L = panjang bentangan (mm) dan t = tebal facing (mm). Jika pengujian bending panel komposit sandwich dilakukan dengan *four point bending method*, besarnya tegangan bending maksimum dapat dihitung dengan persamaan (ASTM C 393):

$$\sigma_b = \frac{PL}{4t(d+c)b} \dots\dots\dots(18)$$

2.3.6. Sifat Impak Komposit

Rumusan untuk menghitung besarnya energi yang terserap komposit pada pengujian impak izot adalah (*Manual book of Gotech-Izod Impact*);

$$E_{serap} = WR \left[(\cos \beta - \cos \alpha) - (\cos \alpha' - \cos \alpha) \left\langle \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \alpha'} \right\rangle \right] \dots\dots\dots(19)$$

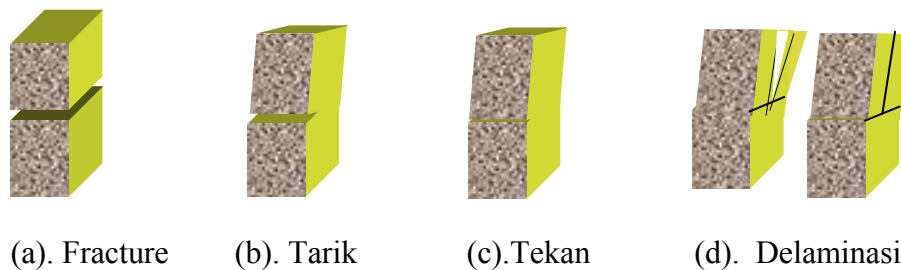
Energi terserap pada pengujian impak charpy adalah (Shackelford, 1992):

$$E_{serap} = WR [\cos \beta - \cos \alpha] \dots\dots\dots(20)$$

Dengan catatan; E_{serap} = energi terserap (J), W = berat pendulum (N), R = panjang lengan pendulum (m), β = sudut pantul pendulum ($^{\circ}$), dan α = sudut ayun pendulum ($^{\circ}$). Besarnya kekuatan impak dapat dihitung dengan persamaan (Shackelford, 1992);

$$\text{Kekuatan Impak} = \frac{E_{serap}}{A} \dots\dots\dots(21)$$

dengan A = luas penampang komposit. Pola kegagalan uji impak ditunjukkan pada gambar 4.



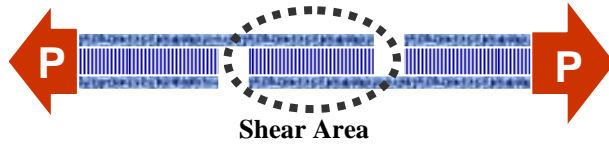
Gambar 4. Karakteristik kegagalan impak

2.3.7. Kekuatan Geser Antara Komposit Skin dan Core

Tegangan geser antara komposit skin dengan *core*, dapat dihitung (ASTM C-273):

$$\sigma_s = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(22)$$

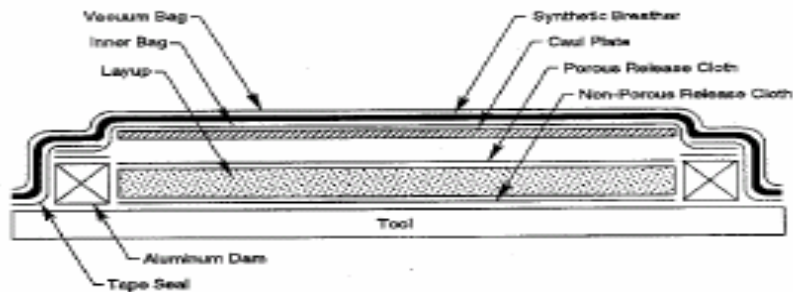
dengan cataran: σ_s = tegangan geser (MPa), P = gaya geser (N), A = luasan yang digagalkan (mm²). Metode pengujian geser yang biasa dilakukan ditunjukkan pada gambar 5.



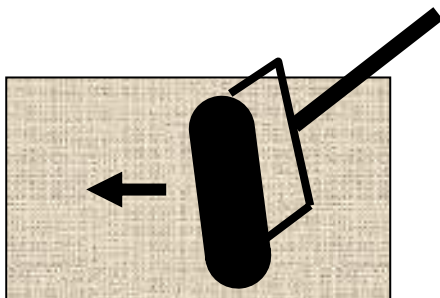
Gambar 5. Mekanisme pengujian geser panel sandwich (ASTM C-273).

2.3.8. Manufaktur Komposit

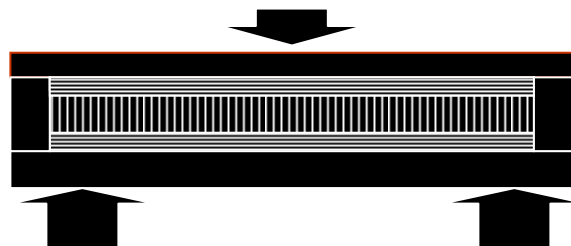
Pembuatan komposit diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu proses Cetakan terbuka dan proses cetakan tertutup. Proses cetakan terbuka terdiri dari *hand lay-up*, *spray - up*, *vacuum bag*, *filamen winding* dan *centrifugal casting*, sedangkan proses cetakan tertutup terdiri dari *compression moulding*, *injection moulding*, *pultrusion*, *cold press moulding*, *resin injector*, dan *reinforced reaction injection moulding*. Proses yang paling sederhana dan banyak dilakukan adalah metoda *hand lay-up* dan *cold press moulding*. Metoda *hand lay-up* inengalami kesulitan untuk mengontrol fraksi volume serat, sedangkan metoda *cold press moulding* dapat mengendalikan ketebalan komposit dan fraksi volume serat (Schwartz, 1984).



Gambar 6. Prosedur manufaktur komposit dengan *vacuum bag*



Gambar 7. *Hand lay up*



Gambar 8. *Press mold*

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT

3.1. Tujuan Khusus

Tujuan utama penelitian ini adalah memanfaatkan limbah sekam padi dan serat rami sebagai bahan pembuatan panel komposit sandwich untuk panel *interior* otomotif dan panel rumah hunian. Rincian tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

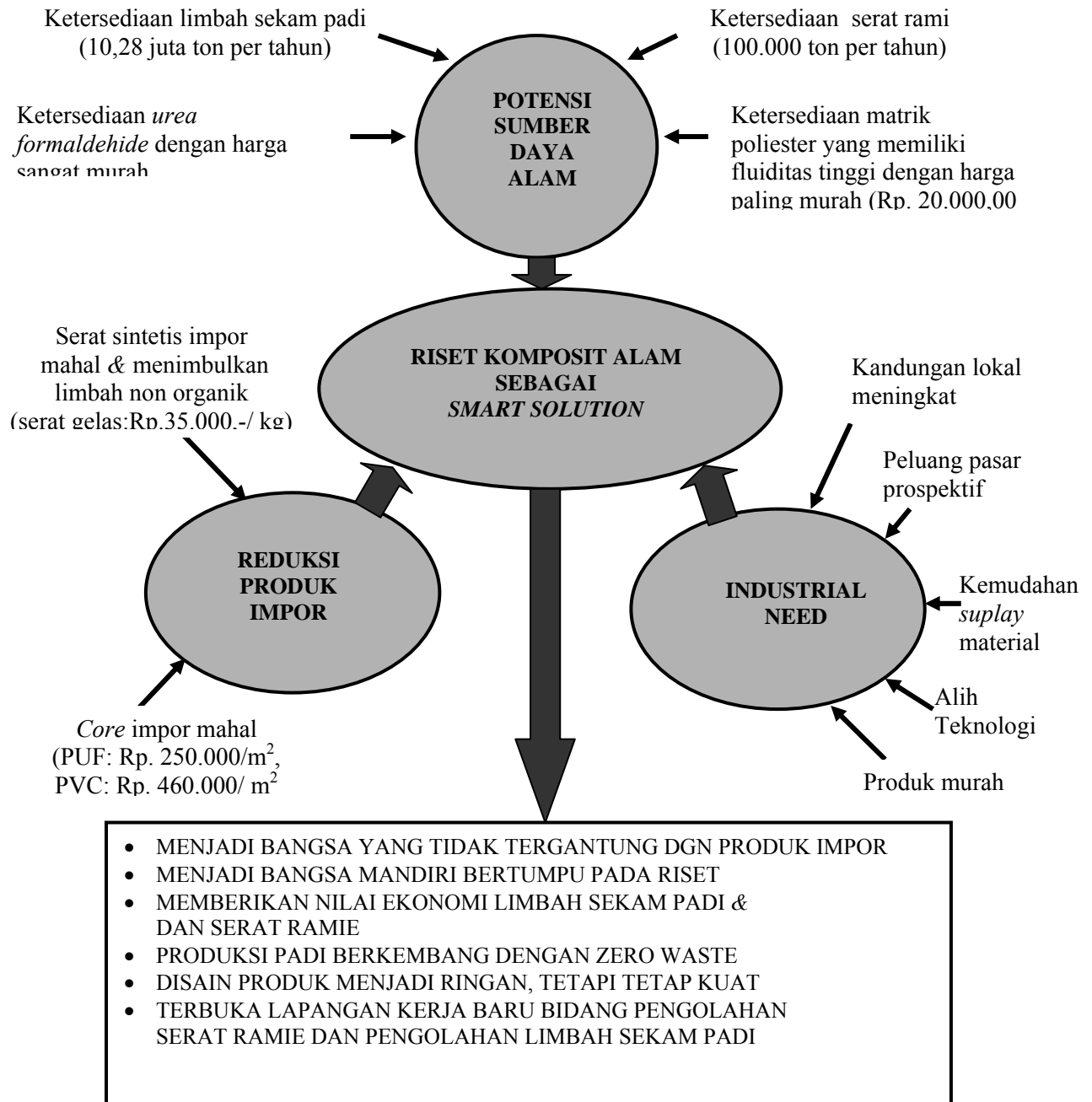
3.2. Tujuan Tahun I

- a. Menyelidiki teknik pengolahan limbah sekam padi & serat rami (pembersihan, kontrol kadar air, densitas).
- b. Mengkaji teknik manufaktur *core* limbah sekam padi - *urea formaldehyde* dengan metode *hot press* dan teknik pembuatan mat serat ramie.
- c. Menyelidiki pengaruh perlakuan alkali (5% NaOH) serat rami terhadap sifat tarik serat.
- d. Optimasi sifat fisis-mekanis *core* limbah sekam padi - *urea formaldehyde* dengan fraksi massa sekam (30 s.d 70%). Pengujian: mekanis (tekan, bending, geser, tarik, dampak) dan fisis (densitas, kontrol air *core*, foto makro, SEM, kestabilan dimensi).
- e. Optimasi sifat fisis-mekanis bahan komposit serat rami - *polyester* dengan variabel fraksi volume serat (20-50%), perlakuan alkali (NaOH) serat (0, 2,...,8 jam), temperature *post cure* (50, 75, 100, 125, 150 °C). Pengujian mekanis: tarik, bending, dampak, sedangkan pengujian fisis: foto makro, SEM, kestabilan dimensi.
- f. Pembuatan *prototype* produk *core* dan panel *interior* kereta api (meja kereta komersial) dari bahan serat rami – poliester.

3.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan salah satu tahapan alih teknologi dengan memberdayakan penggunaan bahan lokal limbah sekam padi dan serat ramie. Keberhasilan ini mampu meningkatkan kemandirian bangsa untuk mengurangi ketergantungan dengan produk bahan *core* impor (*polyurethane/PUP*, *Divinylcell PVC*, *balsa*, *honeycomb*) dan serat impor (serat gelas, karbon, Kevlar) dari luar negeri, seperti DIAB-group (www.diabgroup.com). Pemanfaatan serat alam, seperti serat ramie dan serat alam lainnya, sebagai penguat komposit telah menggeser penggunaan serat sintetis. Walaupun tak sepenuhnya menggeser, namun penggunaan serat alam menggantikan serat sintetis adalah sebuah langkah bijak dalam

menyelamatkan kelestarian lingkungan dari limbah yang dibuat dan keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Pengembangan teknologi komposit berpenguat bahan alam ini juga merupakan salah satu upaya untuk mengentaskan bangsa kita dari krisis teknologi, sehingga kepercayaan bangsa lain di bidang teknologi menjadi tumbuh kembali. Secara konseptual, pentingnya penelitian ini ditunjukkan dalam bentuk skema pada gambar 9.



Gambar 9. Skema konseptual pentingnya penelitian

Pemanfaatan bahan limbah sekam padi sebagai bahan *core* untuk pembuatan panel komposit sandwich sampai saat ini belum pernah diteliti. Berdasarkan hasil survey, komposit jenis *particle board* yang terbuat dari sekam padi belum ditemukan hingga saat ini. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan hemiselulosa di dalam sekam padi dan tingginya kandungan abu (silikat). Namun, bahan ini sangat berpotensi untuk dijadikan produk *core* yang tidak memerlukan sifat mekanis tinggi (Houston, 1972). Harga jual limbah sekam padi dengan harga berkisar Rp. 15,00/kg sampai Rp 50,00/kg dan bahan tersebut biasanya hanya digunakan untuk pembakaran batu bata. Dengan memanfaatkan bahan limbah sekam padi di wilayah Indonesia yang memiliki kapasitas 10,28 juta ton per tahun diharapkan dapat diproduksi *core* yang lebih murah lagi.

Bahan perekat pembuatan *core* adalah *urea formaldehyde* yang diproduksi oleh PT. Pamalite Adhesive Industry - Probolinggo Jawa Timur, dengan harga yang sangat murah (Rp. 4.000,00/-/liter). Dengan mengkombinasikan antara bahan limbah sekam padi dan *urea formaldehyde* maka dapat diyakini bahwa produk *core* yang dihasilkan hanya berkisar sekitar Rp. 50.000,-/m². Teknologi manufakturnya dapat dilakukan dengan teknologi *hot press* untuk memperpendek waktu pengeringan sehingga tingkat produktifitasnya tinggi.

Selain itu, untuk menekan biaya bahan baku pembuatan panel komposit sandwich yang biasanya dilakukan dengan serat sintetis, maka dapat dipilih serat alam lokal, seperti rami. Potensi pemanfaatan serat rami ini sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan penguat komposit karena kapasitas serat rami 100.000 ton/tahun di Koppontren Darussalam Garut Jawa Barat. Serat ini dapat digunakan sebagai penguat komposit *skin* dengan matrik *unsaturated polyester*. Selain memiliki fluiditas yang baik, harga *polyester* pun relatif murah (Rp. 20.000,-/liter) dibandingkan matrik polimer yang lain seperti epoxy (Rp. 125.000,-/liter).

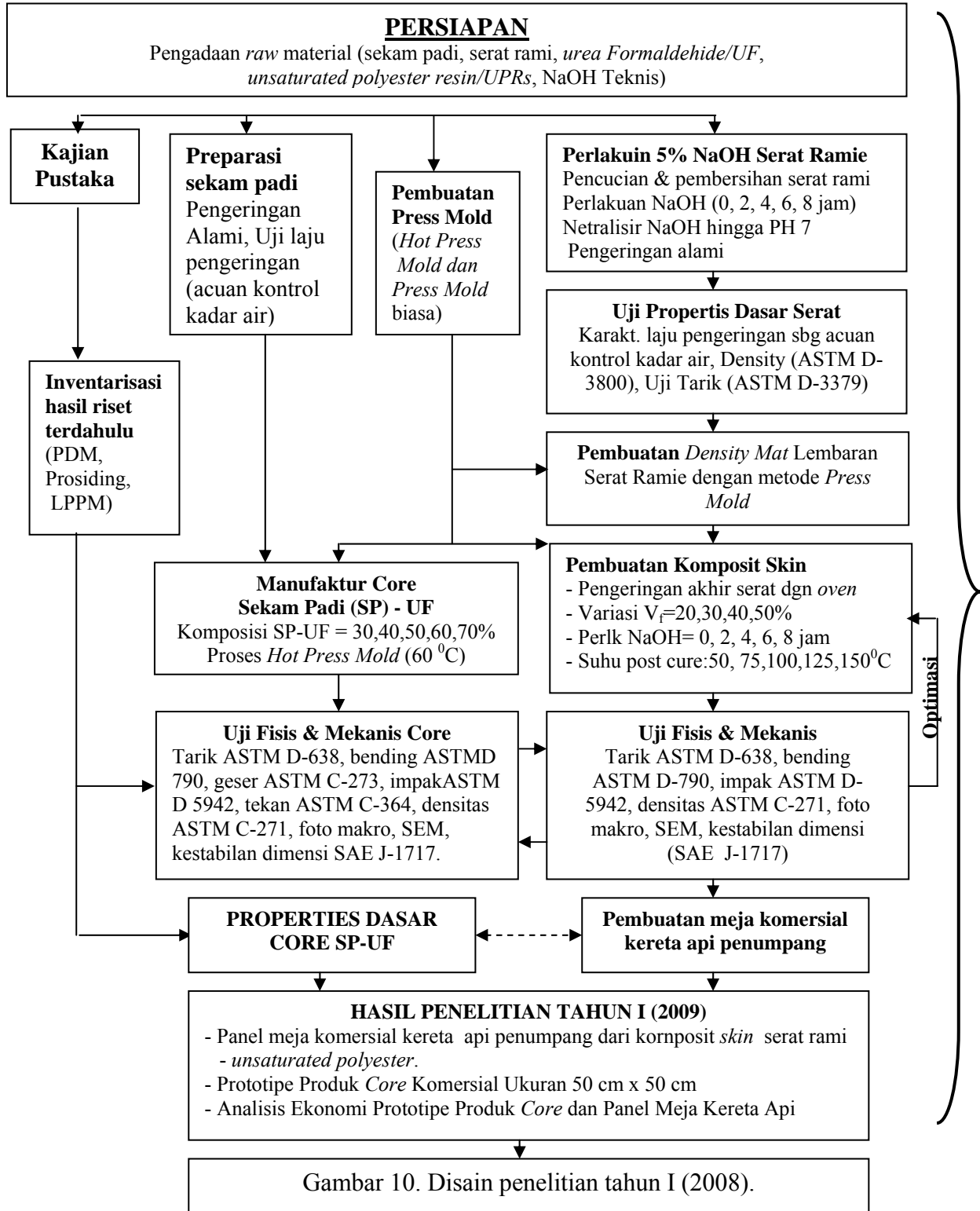
Untuk meningkatkan sifat mekanis komposit *skin* (serat rami -poliester) maka dapat dilakukan proses modifikasi permukaan serat dengan perlakuan kimia. Perlakuan kimia yang paling mudah dilakukan adalah perlakuan alkali, seperti dengan perendaman di dalam larutan NaOH. Perlakuan ini bertujuan untuk menghilangkan lapisan lignin dan kotoran lainnya yang ada dipermukaan serat sehingga serat memiliki *mechanical interlocking* yang baik dengan *polyester* (Diharjo dkk, HB XIII, 2005-2007).

Melalui penelitian ini, ketergantungan dengan bahan sintetis serat dan *core* impor diharapkan menjadi berkurang. Selama ini, panel kendaraan (otomotif) lainnya masih dibuat

dari bahan plat baja dan komposit *glassfiber reinforced plastic* (GFRP). Dengan menggunakan bahan komposit alam ini, maka diharapkan mampu mengurangi ketergantungan bahan logam jadi, serat gelas dan *core import*. Hal ini sangat mendukung program pemerintah untuk meningkatkan pemberdayaan material lokal untuk menciptakan produk lokal yang handal dan mampu bersaing dengan produk dari luar negeri. Secara tidak langsung, penelitian ini bersifat mendidik kemandirian bangsa dalam bidang teknologi.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Disain Penelitian



TAHUN 1

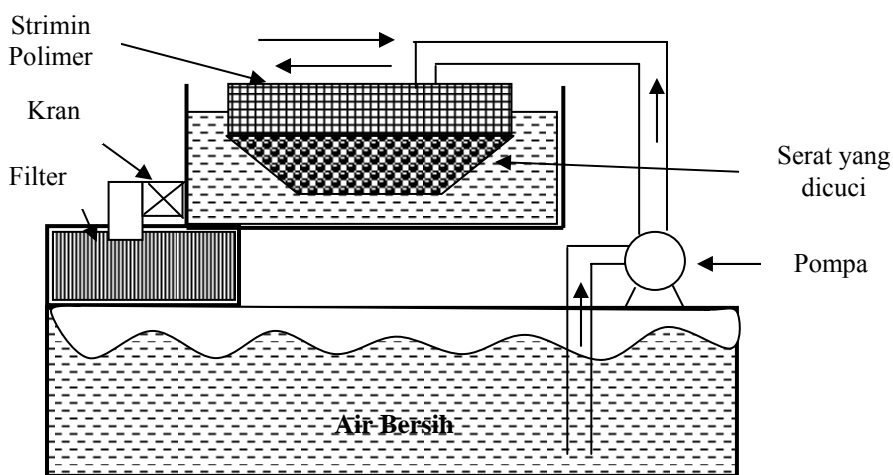
4.2. Pengadaan Bahan Baku Utama Penelitian

Tabel 1. Bahan Baku Penelitian dan sumber pengadaannya

No	Jenis Bahan Baku	Sumber Pengadaan	Keterangan
1	Serat Rami	Kawasan kota Garut dan sekitarnya - Jawa Barat	Kapasitas = \pm 2,5 ton/hari
2	Limbah Sekam Padi	Berbagai RMU (Rice Mill Unit) di Karesidenan Surakarta	Kapasitas Produksi di Karesidenan Surakarta Sekitar 5 ton/hari
3	Urea Formaldehyde	PT. Pimalite Adhesive Industry - Probolinggo Jawa Timur	Harga tahun 2007 sebesar Rp.3000/liter
4	Unsaturated Polyester & hardener MEKPO	PT. Justus Kimia Raya Cabang Semarang	Harga tahun 2007 adalah RP.17.000/liter
5	NaOH Teknis	Toko Kimia di Wilayah Surakarta (seperti Kimia Farma dll)	Harga tahun 2007 adalah Rp. 20.000/kg

4.3. Teknik Pengolahan Serat Rami dan Pengujian Serat Rami

Mekanisme pembersihan serat ramie dilakukan dengan menggunakan air seperti pada gambar 11. Hasilnya berupa Serat berih. Selanjutnya, serat ditiriskan (pengeringan alami) tanpa sinar matahari selama 3 hari hingga kering.

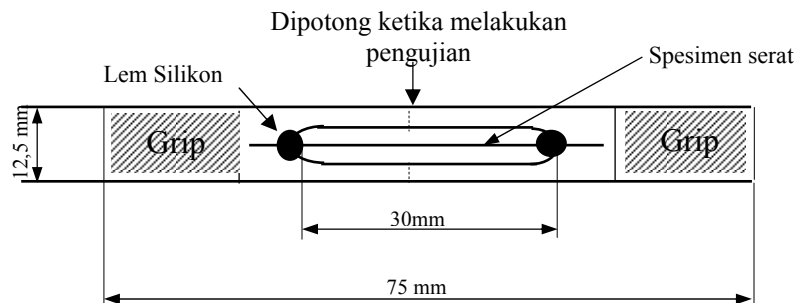


Gambar 11. Proses Penetralisiran Serat Dari Efek Perendaman NaOH

Untuk melakukan perlakuan alkali serat. perlu dipersiapkan larutan alkali (5% NaOH). Perbandingan volume serat dengan larutan alkali adalah 1 : 15. Perlakuan dilakukan pada kondisi larutan alkali disirkulasi menggunakan pompa aquarium. Perendaman serat di dalam larutan alkali divariasi selama 2, 4, 6 dan 8jam. Selanjutnya, serat dinetralkan dari efek NaOH

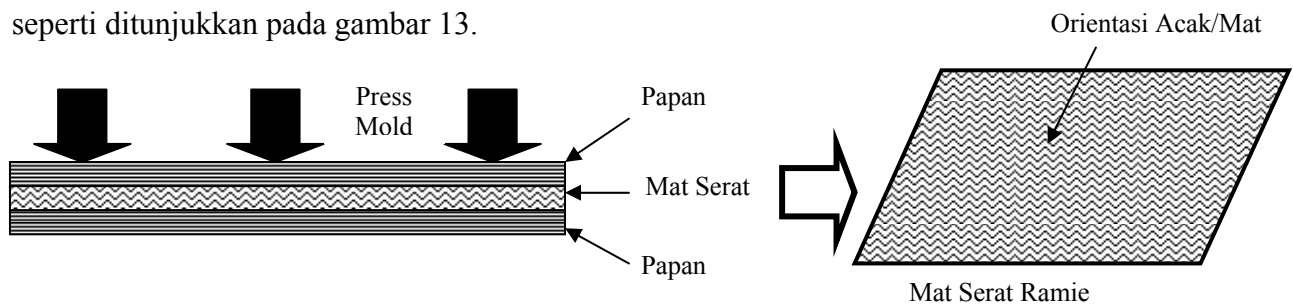
dengan direndam di air bersih yang diganti secara periodik hingga PH 7. Serat ditiriskan kembali hingga kering, serat tersebut siap diproses lebih lanjut, baik untuk diuji maupun dibuat menjadi mat serat.

Pengujian serat ramie meliputi uji massa jenis (ASTM D-3800), pengujian sifat tarik serat (ASTM D 3379) dan SEM. Penguji tarik dan SEM dilakukan untuk mengetahui efek perlakuan alkali. Pengujian tarik dilakukan, di Lab bahan FT Mesin UGM Yogyakarta dengan, alat uji tarik serat TENSO LAB. Sampel uji tarik serat ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Spesimen Uji Tarik Serat (ASTM D 3379)

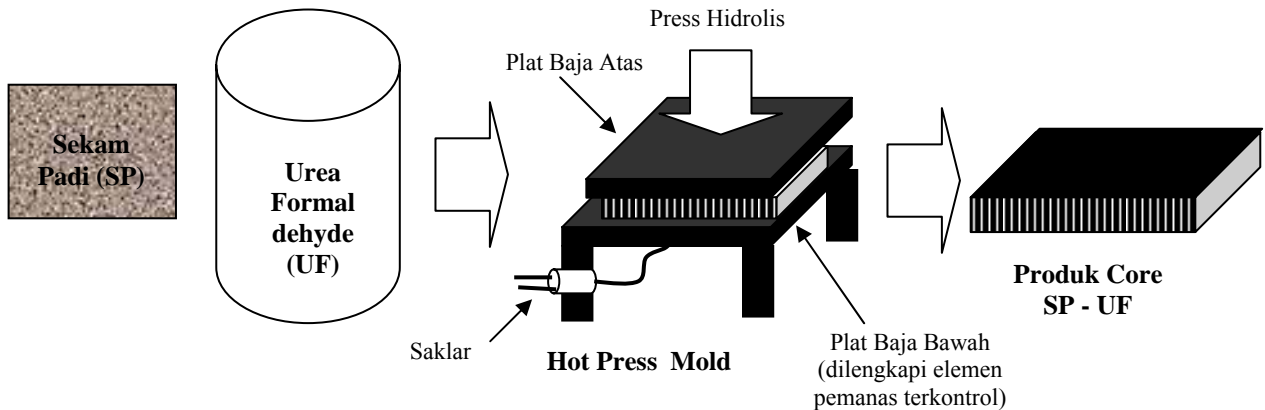
Pembuatan mat serat dilakukan dengan mengepres serat yang ditata terlebih dahulu seperti ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Manufaktur Mat Serat Ramie

4.4. Teknik Pengolahan Sekam Padi dan Manufaktur Core

Sekam padi sebelum diolah dibersihkan dan dikeringkan sehingga mencapai kadar air $\pm 10\%$. Proses manufaktur *core* dilakukan dengan mencampur sekam padi (SP) dan *urea formaldehyde* (UF) pada variasi fraksi volume 40, 50, 60, dan 70%. Campuran SP-UF yang diletakkan secara merata pada permukaan cetakan dilakukan pengepresan hingga ketebalan 5, 10, 15 dan 20 mm. Dengan mengetahui massa jenis sekam padi dan UF maka dapat diperhitungkan volume *core*. Ketika pengepresan berlangsung, pemanasan dilakukan pada suhu sekitar 63°C untuk mempercepat pengeringan (*curing*). Mekanisme manufaktur *core* ditunjukkan pada gambar 14.

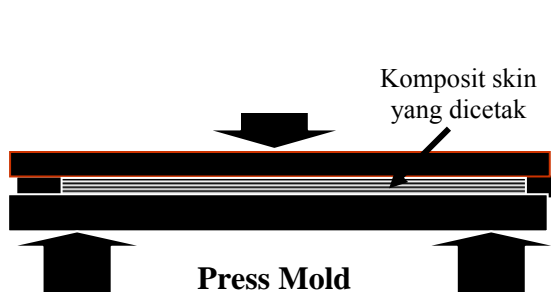


Gambar 14. Mekanisme Manufaktur Core Sekam Padi - Urea Formaldehyde

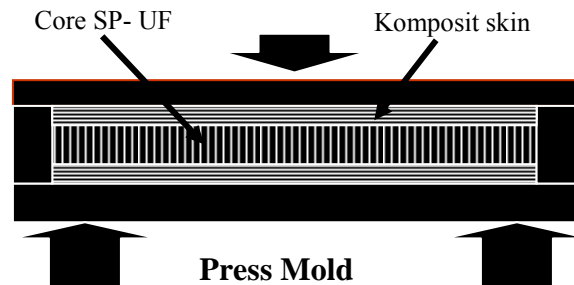
4.5. Manufaktur Komposit Skin dan Sandwich

Tahap awal preparasi serat sebelum dicetak adalah menyelidiki karakteristik pengeringan serat (kadar air) dengan alat uji. *moisture content* pada suhu pemanasan tertentu ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Kurva kadar air ini digunakan sebagai acuan pengeringan serat sebelum dicetak. Serat yang digunakan berbentuk mat lembaran hasil proses sebelumnya. Komposit *skin* serat ramie - *unsaturated polyester* dibuat dengan variasi V_f antara 20-50%. Hardener yang digunakan adalah MEKPO (Metyl Etyl Keton Peroxide) dengan kandungan 1% dari volume resin (v/v). Manufaktur komposit dilakukan dengan metode cetak tekan hidrolis manual, seperti ditunjukkan pada gambar 15a.

Manufaktur komposit sandwich juga dilakukan dengan peralatan yang sama. Pada mulanya, mat serat ramie diletakkan pada alas cetakan dan dibasahi dengan resin *polyester* sesuai perencanaan tebal *skin* (1, 2, 3, 4 atau 5 mm), dan kemudian di atasnya diletakkan *core* dengan ketebalan tertentu (5, 10, 15 atau 20 mm). Serat ramie dan matrik *polyester* ditambahkan lagi di atas *core* sesuai dengan perencanaan. Setelah itu, *cover molding* atas ditutupkan pada cetakan dan dilanjutkan penekanan dengan dongkrak hidrolis hingga ketebalan yang diinginkan. Mekanisme manufakturnya ditunjukkan pada gambar 15b.



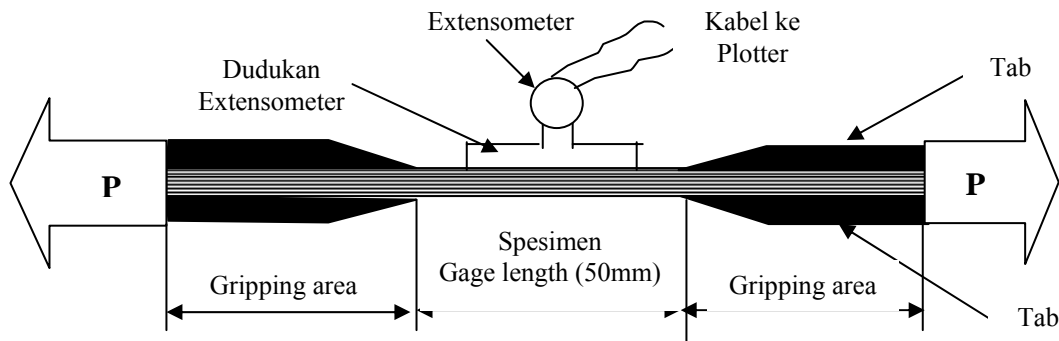
Gambar 15a. Manufaktur Komposit Skin



Gambar 15b. Manufaktur Komposit Sandwich

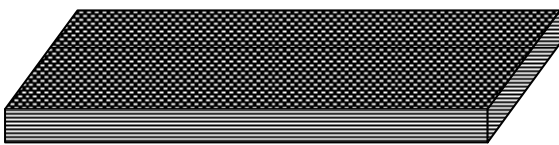
4.6. Mekanisme Pengujian Mekanis Komposit Skin, Core dan Komposit Sandwich

Standar spesimen uji tarik komposit serat ramie -poliester mengacu pada standar ASTM D-638, seperti pada gambar 16. Kedua ujung spesimen diberi tab sepanjang 45 mm. Pengujian tarik dilakukan dengan UTM kapasitas 1 ton.

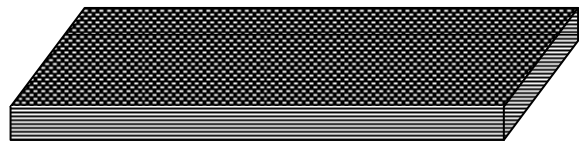


Gambar 16. Sampel uji dan metode pengujian tarik komposit (ASTM D-638)

Hasil pengujian tersebut akan ditampilkan dalam kurva hubungan antara sifat tarik (tegangan, modulus, regangan) vs fraksi volume serat untuk setiap perlakuan NaOH. Analisis kurva tersebut akan memberikan informasi lamanya perlakuan alkali serat yang menghasilkan sifat tarik komposit yang paling optimum. Sampel uji bending dan impak bahan komposit *skin* dan *core* adalah sama. karena dikategorikan jenis bahan komposit. Dimensi sampel uji ditunjukkan pada gambar 17.

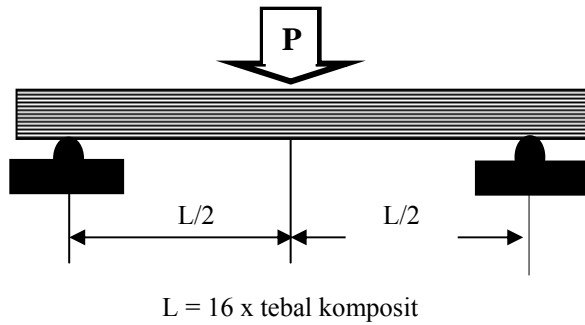


Dimensi: tebal direncanakan 3 mm,
Lebar 12.7mm, panjang 62.5 mm
(a). Spesimen uji impak izod (ASTM D 5941)

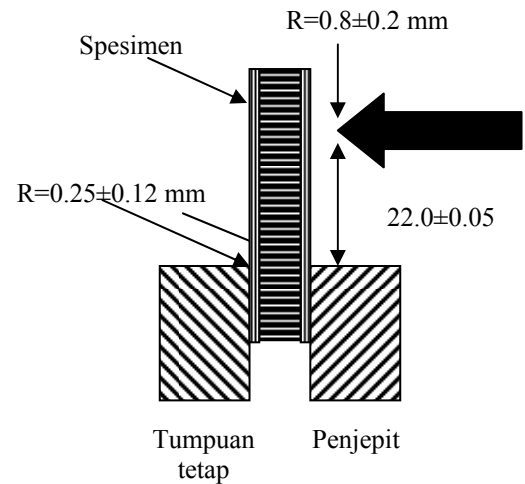


Dimensi: tebal direncanakan 3 mm,
Lebar 12.7mm, panjang 60 mm
(b). Spesimen uji bending (ASTM D790)

Gambar 17. Bentuk dan ukuran spesimen impak izod dan bending.

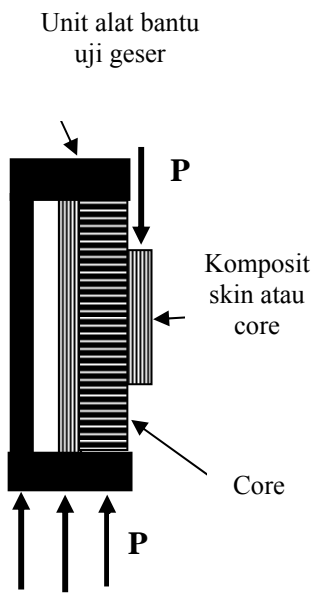


(a). Metoda pengujian three point bending skin dan core (ASTM D790)

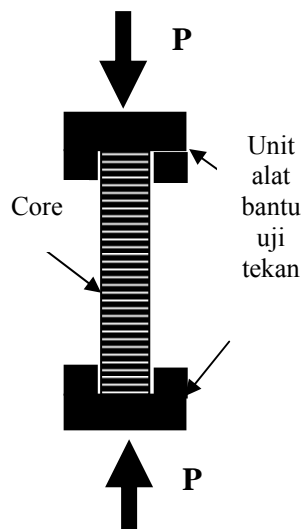


(b). Metoda pengujian impak izod skin dan core (ASTM D 5941)

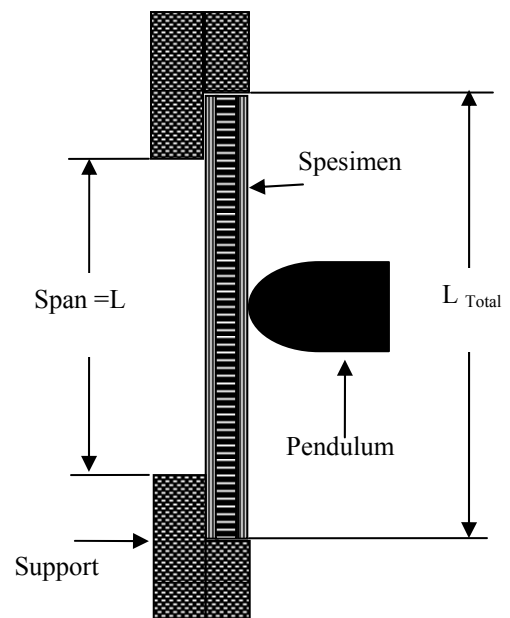
Gambar 18. Prosedur Pengujian Bending dan Impak Izod sample uji komposit skin dan core.



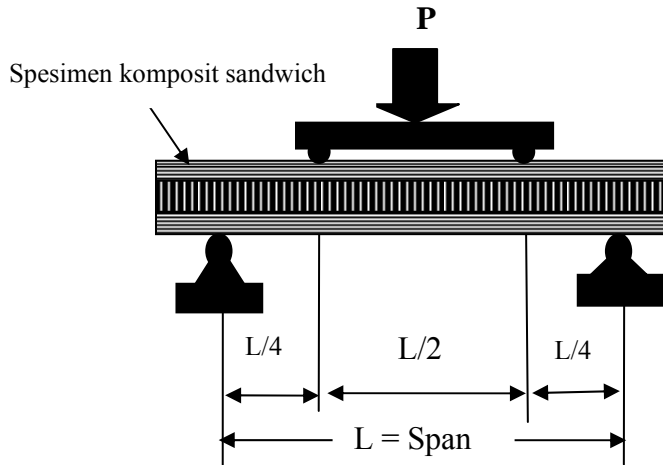
Gambar 19. Pengujian geser core dan lamina core (ASTM D273)



Gambar 20. Pengujian tekan core (ASTM C 364)



Gambar 21. Pengujian impak Charpy (ASTM D 5942)

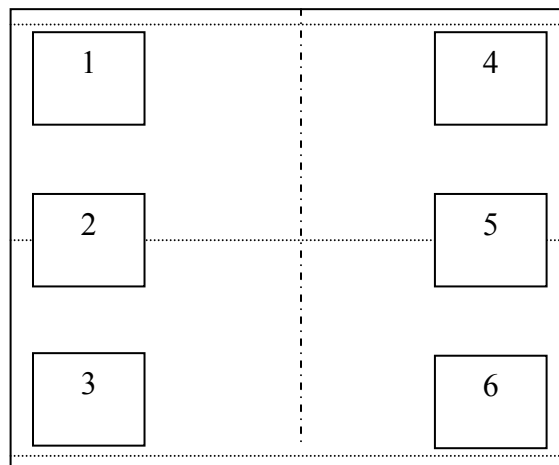


Gambar22. Pengujian four-point bending komposit sandwich (ASTM C-393)

4.7. Uji Kestabilan Dimensi

Pengujian ini mengikuti standar *interior automotive Plastic Part Testing*, yang akan dilakukan di Balai Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia (PPEI) Jakarta Barat. Peralatan yang akan digunakan adalah *Drying Oven Model 2-2060* Isuzu Siesakusho Co. Ltd. dan jangka sorong (Sumardi, HB X, 2002-2003).

Spesimen uji berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 50 mm. Spesimen yang diuji terdiri dari komposit serat acak dengan ketebalan 3 mm dan 5 mm, komposit serat acak-anyam-acak (3 lamina), dan komposit serat acak-anyam-acak-anyam-acak (5 lamina). Spesimen diberi tanda berupa 6 titik yang saling berpotongan dan berjarak tertentu terhadap garis referensi. Pengukuran dilakukan sebelum dan setelah dikenai perlakuan panas. Data hasil pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan dibandingkan

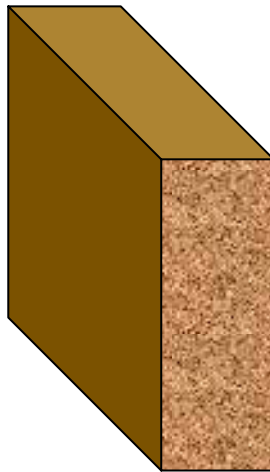


Gambar 23. Spesimen uji kestabilan dimensi.

4.8. Manufaktur Prototipe Produk (*Core* Komersial, Panel Komposit *Skin* dan *Sandwich*)

Rincian target jenis prototipe produk hasil penelitian ini dan proses manufaktumya dijelaskan sebagai berikut:

- a. Produk penelitian Tahun I : panel *core* komersial dari bahan limbah sekam padi – *urea formaldehyde* dan panel *interior* kendaraan dari bahan komposit skin serat ramie – poliester (gambar 24). Proses manufaktur *core* dilakukan dengan metode *hot press mold* di UNS, sedangkan proses manufaktur panel *interior* kendaraan dilakukan dengan metode cetak tekan atau *vacuum infussion*.



Gambar 24. Potensi aplikasi prototype produk hasil penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Uji Propertis Dasar Serat Ramie

Dari hasil pengujian densitas dihasilkan propertis dasar serat ramie mempunyai densitas 1.5 gr/cm^3 .

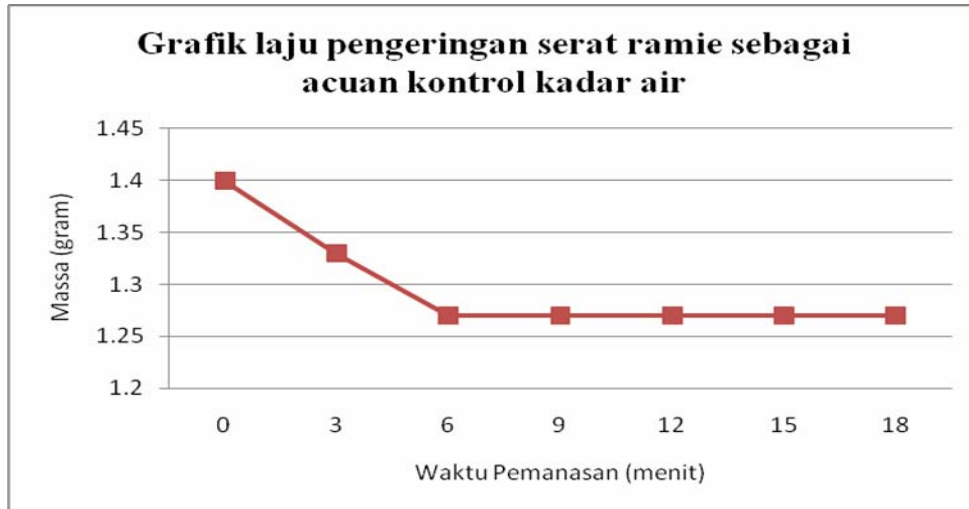
5.1.1. Uji propertis laju pengeringan serat ramie

Hasil pengujian laju pengeringan serat ramie dengan acuan laju kontrol kadar air seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian laju pengeringan serat ramie

No.	Waktu (menit)	Massa(Gram)
1	0	1.4
2	3	1.33
3	6	1.27
4	9	1.27
5	12	1.27
6	15	1.27
7	18	1.27

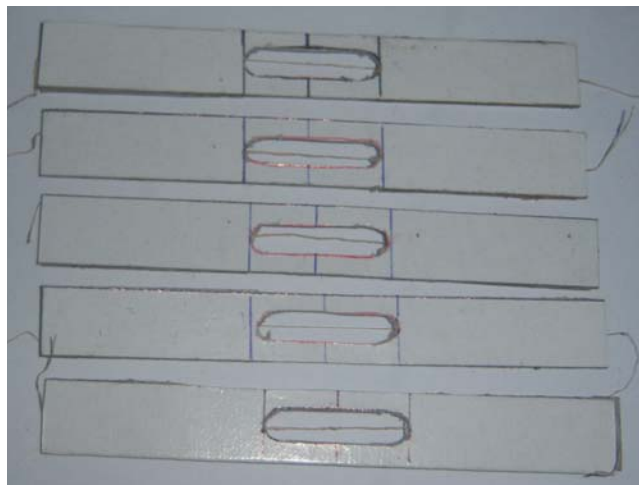
Dasar laju pengeringan serat ramie acuan laju kontrol penguapan kadar air adalah air menguap pada suhu minimal 100°C . Pengujian laju pengeringan serat ramie dilakukan dengan menggunakan pemanasan suhu 105°C . Pencatatan penurunan massa dilakukan setiap tiga menit sekali. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa serat ramie mengalami penurunan massa dari 1,4 gram menjadi konstan pada massa 1,27 gram. Penurunan perubahan masa ini menunjukkan adanya penguapan air dalam serat ramie. Penguapan air secara total terjadi dari menit ke enam hingga menit ke delapan belas dan seterusnya yang ditandai dengan tidak adanya perubahan massa serat. Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pengeringan yang paling efektif untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam serat ramie dapat dilakukan dengan cara memanaskan serat ramie pada suhu 105°C selama enam menit. Adapun grafik laju pengeringan serat ramie sebagai acuan kontrol kadar air seperti pada gambar 25.



Gambar 25. Grafik laju pengeringan serat ramie sebagai acuan control kadar air

5.1.2. Uji Propertis tegangan tarik serat ramie

Pengujian properties dasar serat ramie guna mengetahui kekuatan tarik serat ramie dilakukan dengan metode pengujian tarik serat tunggal. Sampel specimen dipersiapkan dengan variasi non perlakuan dan perlakuan NaOH 5% dengan variasi lama perendaman 2, 4, 6, 8 jam yang kemudian di netralisir dengan akuades hingga pH 7. Spesimen sampel uji tarik serat ramie tunggal ditunjukkan sesuai gambar 26.



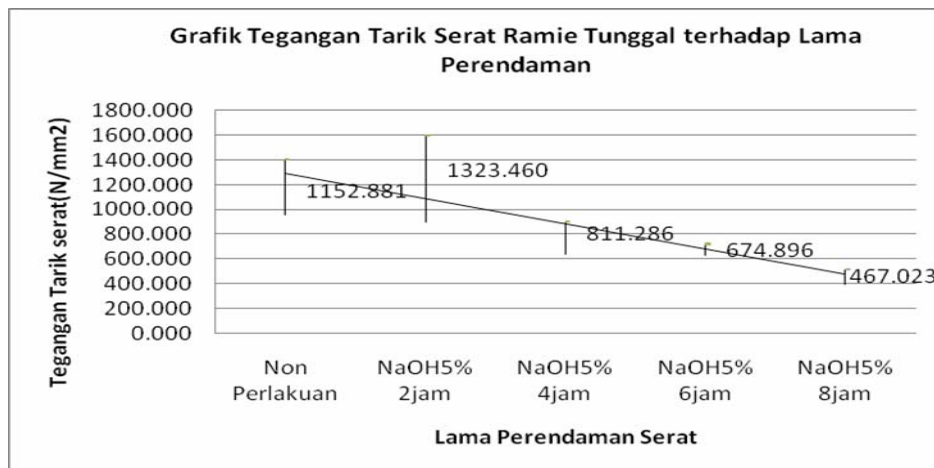
Gambar 26. Spesimen uji tarik tunggal serat ramie

Hasil pengujian tarik serat ramie perlakuan alkali variasi lama perendaman dengan acuan pengujian ASTM D 3379 ditunjukkan sesuai tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian tarik serat ramie perlakuan alkali variasi lama perendaman

Jenis Perlakuan	Tegangan Tarik(N/mm ²)		
	Min	Max	Rata-rata
Non Perlakuan	952.794	1401.070	1152.881
NaOH5% 2jam	896.685	1595.606	1323.460
NaOH5% 4jam	640.489	896.685	811.286
NaOH5% 6jam	626.256	718.916	674.896
NaOH5% 8jam	398.527	513.973	467.023

Dari hasil pengujian tarik serat ramie perlakuan alkali 5% variasi lama perendaman dengan acuan pengujian ASTM D 3379 menunjukkan bahwa efek perlakuan alkali 5% dapat meningkatkan tegangan tarik setelah perendaman selama 2 jam yaitu mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi terbesar 1323,460 N/mm². Namun efek dari perendaman yang terlalu lama mempunyai efek menurunkan kekuatan tarik serat ramie. Dengan mengacu pada persamaan dasar tegangan tarik yang berbanding terbalik dengan kuadrat dari luas specimen, maka semakin besar luas specimen semakin kecil pula nilai tegangan tarik. Dari hasil pengamatan dengan mikroskop, penurunan kekuatan tarik serat ramie diakibatkan karena terjadinya perubahan diameter serat ramie. Laju perubahan diameter serat ramie semakin membesar seiring dengan lamanya perendaman. Hal inilah yang menyebabkan efek tegangan tarik semakin menurun akibat perendaman dengan larutan NaOH kadar 5% yang semakin lama. Adapun grafik tegangan tarik serat ramie tunggal terhadap lama perendaman ditunjukkan oleh gambar 27.



Gambar 27. Grafik tegangan tarik serat ramie tunggal perlakuan alkali 5% variasi waktu perendaman

5.2. Komposit Skin Serat Ramie

Komposit merupakan campuran sifat kimia dan mekanis dua atau lebih unsur bahan, baik mikro maupun makro, yang tidak mampu saling larut dengan komposisi kimia dan ukuran yang berbeda. Komposit tersusun dari dua bagian yaitu serat atau fiber dan matrik. Pada penelitian ini bahan komposit yang digunakan adalah serat ramie dan matrik yang digunakan adalah UPRs jenis Yukalak 157 BQTN-EX. Sifat dasar dari bahan penelitian ini yaitu serat ramie dengan densitas serat 1,5 gram/cm³ dan matrik jenis Yukalak 157 BQTN-EX dengan densitas 1,215 gram/cm³. Sifat fisis dan mekanis yang diteliti dalam penelitian ini adalah sifat kekuatan tarik, bending, impact, kestabilan dimensi dari komposit berpenguat serat ramie.

5.2.1 Uji tarik komposit skin dari serat ramie

Pengujian tarik komposit skin berpenguat serat ramie merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan tarik komposit tersebut. Sampel specimen dipersiapkan dengan variasi $V_f = 20\%$, 30% , 40% , dan 50% . Spesimen sampel uji tarik komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai gambar 27.



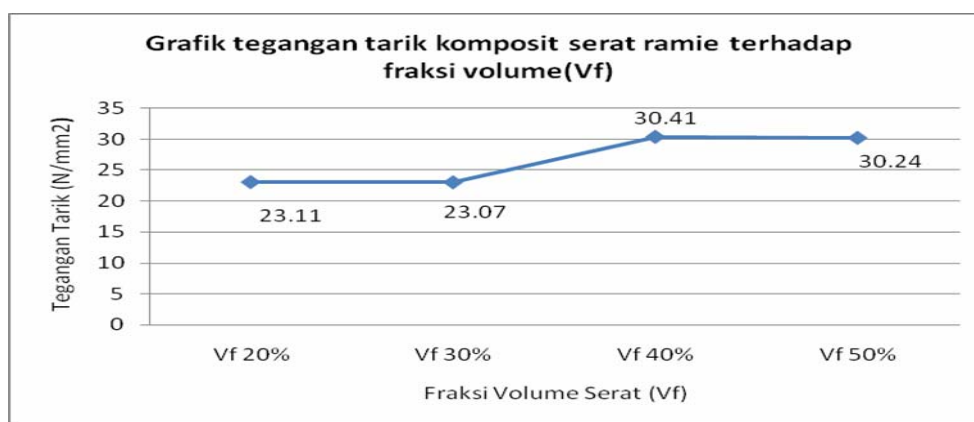
Gambar 28. Spesimen sampel uji tarik komposit skin berpenguat serat ramie

Data hasil pengujian tarik komposit berpenguat serat ramie dengan variasi fraksi volume serat dengan acuan pengujian ASTM D 638 ditunjukkan sesuai tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian tarik komposit berpenguat serat ramie

V_f	Luas rata-rata (mm^2)	Beban rata-rata (Kg)	Tegangan tarik rata-rata (N/mm^2)
20%	40.04	94.14	23.11
30%	43.03	100.68	23.07
40%	45.37	139.98	30.41
50%	60.775	187.7	30.24

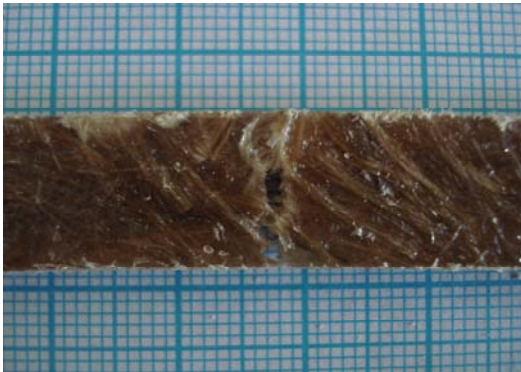
Dengan mengetahui bahwa fungsi utama serat adalah menahan beban tertinggi dalam komposit, maka secara umum tegangan tarik komposit semakin meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serat. Peningkatan tegangan tarik komposit ini disebabkan oleh kandungan serat ramie yang semakin banyak. Dari grafik hasil pengujian tarik komposit berpenguat serat ramie menunjukkan bahwa tegangan tarik komposit menghasilkan nilai yang semakin meningkat. Tegangan tarik tertinggi dicapai dengan $V_f = 40\%$ yaitu sebesar 30.41N/mm^2 . Grafik tegangan tarik komposit berpenguat serat ramie terhadap variasi fraksi volume ditunjukkan oleh gambar 29.



Gambar 29. Grafik tegangan tarik komposit berpenguat serat ramie terhadap variasi fraksi volume

Berdasarkan hasil pengamatan penampang patahan hasil pengujian tarik, maka patahan didominasi oleh serat yang tercabut (*fiber pull out*) terlebih dahulu sebelum gagal. Hal ini menyebabkan komposit mengalami penurunan tegangan tarik. Sesuai gambar 29 pada $V_f = 20\%$ dan $V_f = 30\%$ di atas menunjukkan bahwa kekuatan lebih tinggi pada $V_f = 20\%$, hal ini sesuai dengan penampang patahan pada gambar 30a dan gambar 30b, dimana penampang patahan pada gambar 30b menunjukkan kejadian *fiber pull out* lebih banyak daripada penampang patahan di gambar 30a. Begitu pula pada $V_f = 40\%$ dan $V_f = 50\%$ menunjukkan

bahwa pada $V_f=50\%$ *fiber pull out* jauh lebih banyak daripada komposit dengan $V_f=40\%$. Oleh karena itu, kekuatan komposit pada $V_f=50\%$ menjadi turun. Tegangan tarik tertinggi dicapai dengan $V_f=40\%$ yaitu sebesar 30.41N/mm^2 dikarenakan pada komposit dengan $V_f=40\%$ kandungan serat yang banyak dan kejadian *fiber pull out* lebih sedikit sehingga kemampuan menahan tegangan tarik lebih kuat. Penampang patahan komposit hasil pengujian tarik komposit dengan variasi $V_f=20\%$, 30% , 40% , dan 50% sesuai gambar 30a, 30b, 30c, dan 30d.



Gambar 30a. Komposit dengan $V_f=20\%$



Gambar 30b. Komposit dengan $V_f=30\%$



Gambar 30c. Komposit dengan $V_f=40\%$



Gambar 30d. Komposit dengan $V_f=50\%$

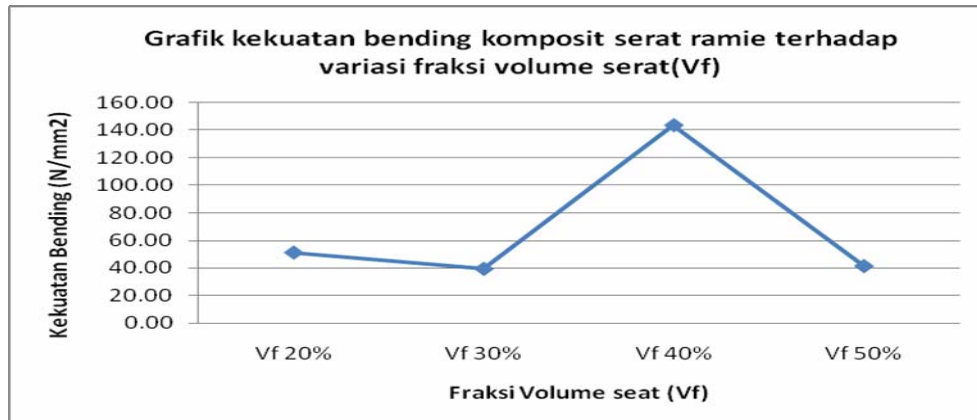
5.2.3 Uji bending komposit berpenguat serat ramie variasi V_f

Pengujian bending komposit skin berpenguat serat ramie merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan bending komposit tersebut. Sampel spesimen dipersiapkan dengan variasi $V_f=20\%$, 30% , 40% , dan 50% . Data hasil pengujian bending komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai tabel 5.

Tabel 5. Data hasil pengujian bending komposit skin berpenguat serat ramie

Variasi V_f	Kekuatan bending rata-rata (N/mm^2)
V_f 20%	51.48
V_f 30%	39.66
V_f 40%	143.96
V_f 50%	41.66

Dengan prinsip fungsi utama serat adalah menahan beban tertinggi dalam komposit, maka kekuatan bending komposit pun dapat ditingkatkan dengan menambah fraksi volume serat. Peningkatan kekuatan bending komposit ini disebabkan oleh kandungan serat yang semakin banyak. Dari grafik hasil pengujian bending komposit berpenguat serat ramie sesuai tabel 5 menunjukkan bahwa kekuatan bending komposit menghasilkan nilai yang semakin meningkat. Tegangan bending tertinggi dicapai dengan $V_f = 40\%$ yaitu sebesar $143.96 N/mm^2$. Sehingga dapat disimpulkan dari hasil pengujian bending menunjukkan adanya kesamaan trend grafik antara kekuatan bending dan tegangan tarik. Grafik kekuatan bending komposit berpenguat serat ramie terhadap variasi fraksi volume serat ditunjukkan oleh gambar 31.



Gambar 31. Grafik kekuatan bending komposit berpenguat serat ramie variasi fraksi volume

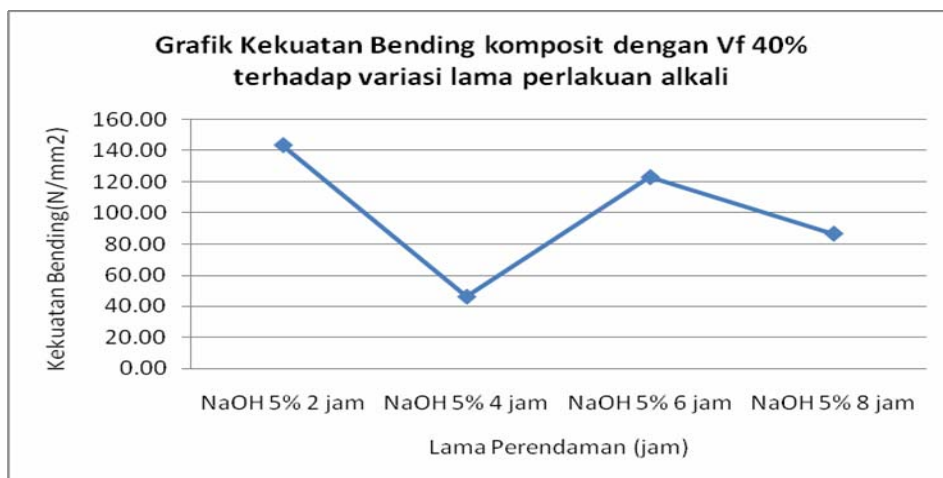
5.2.4 Uji bending komposit berpenguat serat ramie perlakuan NaOH 5%

Pengujian bending komposit berpenguat serat ramie perlakuan NaOH 5% variasi lama perendaman 2, 4, 6, 8 jam dilakukan dengan acuan pengujian sesuai standar ASTM D 790. Data hasil pengujian bending komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai tabel 6.

Tabel 6. Data hasil pengujian bending komposit skin berpenguat serat ramie

Perlakuan	Fraksi Volume(V_f)	Kekuatan Bending rata-rata (N/mm^2)
NaOH 5% 2 jam	40%	143.96
NaOH 5% 4 jam	40%	46.02
NaOH 5% 6 jam	40%	123.26
NaOH 5% 8 jam	40%	86.76

Dari hasil pengujian bending komposit skin dengan $V_f=40\%$ konstan diperoleh kekuatan bending tertinggi pada komposit dengan perlakuan alkali 5% lama perendaman 2 jam sebesar $143.96 N/mm^2$. Hasil ini sinkron dengan hasil pengujian tarik serat tunggal yang menunjukkan nilai tegangan tarik serat tunggal tertinggi dicapai pada perlakuan alkali 5% selama 2 jam. Begitu pula sebaliknya, terjadinya penurunan kekuatan serat akibat perendaman yang terlalu lama. Sehingga, dengan mengetahui nilai optimasi tegangan tarik serat tunggal tertinggi dicapai pada perlakuan alkali 5% selama 2 jam dan pengaruh perbesaran diameter serat - serat kekasaran permukaan serat mengakibatkan *mechanical interlocking* yang kuat antara matrik dan serat. Hal inilah yang menyebabkan nilai optimasi kekuatan bending tertinggi dicapai pada komposit perlakuan NaOH 5% selama 2 jam. Adapun grafik kekuatan bending komposit dengan $V_f 40\%$ terhadap variasi lama perlakuan alkali sesuai gambar 32.



Gambar 32. Grafik kekuatan bending komposit dengan $V_f 40\%$ terhadap variasi lama perlakuan alkali

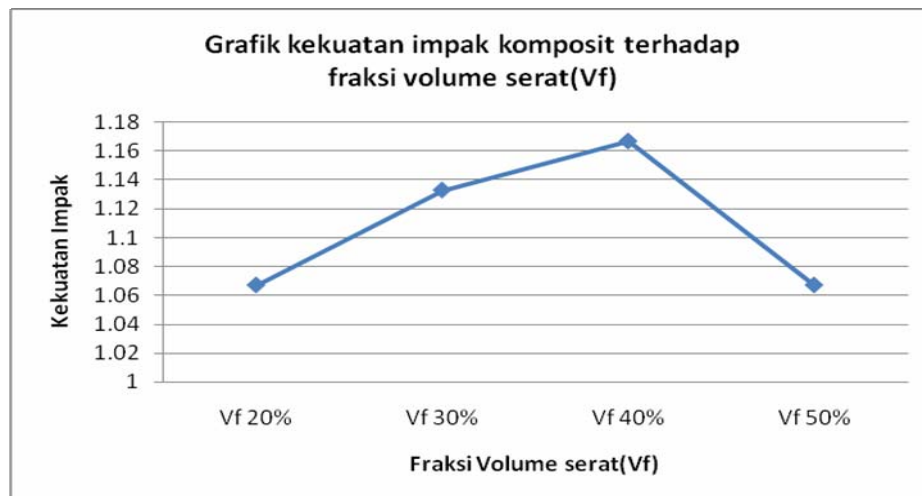
5.2.5. Uji impak komposit berpenguat serat ramie variasi V_f

Pengujian impak komposit skin berpenguat serat ramie merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan impak komposit tersebut. Sampel specimen dipersiapkan dengan variasi $V_f = 20\%$, 30% , 40% , dan 50% . Data hasil pengujian impak komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai tabel 7.

Tabel 7. Data hasil pengujian impak komposit berpenguat serat ramie variasi V_f

Fraksi Volume	Kekuatan Impak (J/mm^2)
20%	1.067
30%	1.133
40%	1.167
50%	1.067

Dari hasil pengujian impak sesuai tabel 7, kekuatan impak mulai meningkat dengan jelas pada $V_f 30\%$ dan peningkatan kekuatan impak maksimum diperoleh pada $V_f 40\%$ hingga kekuatan impak mencapai $1,167 J/mm^2$. Peningkatan kekuatan impak tersebut jelas dipengaruhi akibat adanya penambahan kandungan serat dalam komposit. Selanjutnya hasil perhitungan impak ditampilkan dalam grafik kekuatan impak terhadap variasi fraksi volume serat (V_f) seperti pada gambar 33.



Gambar 33. Grafik kekuatan impak terhadap variasi fraksi volume serat(V_f)

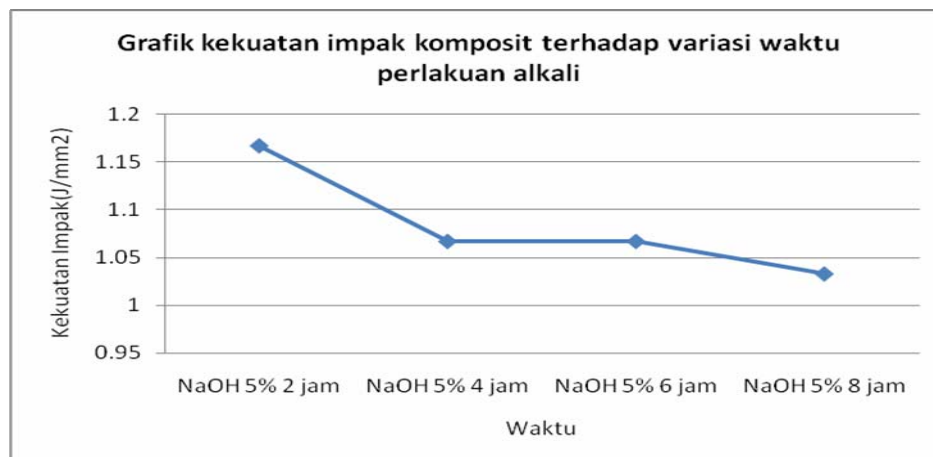
5.2.6. Uji impak komposit berpenguat serat ramie perlakuan NaOH 5%

Pengujian impak komposit skin berpenguat serat ramie merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan impak komposit tersebut. Sampel spesimen dipersiapkan dengan perlakuan alkali variasi waktu perendaman serat (2, 4, 6, 8 jam) dengan V_f konstan 40%. Data hasil pengujian impak komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai tabel 8.

Tabel 8. Data hasil pengujian impak komposit skin berpenguat serat ramie

Perlakuan	Fraksi Volume(V_f)	Kekuatan Impak Rata-rata (J/mm ²)
NaOH 5% 2 jam	40%	1.167
NaOH 5% 4 jam	40%	1.067
NaOH 5% 6 jam	40%	1.067
NaOH 5% 8 jam	40%	1.033

Dari hasil pengujian impak sesuai tabel 8, kekuatan impak tertinggi terjadi pada komposit dengan perlakuan alkali 5% selama 2 jam yaitu sebesar 1.167 J/mm². Hal ini menunjukkan adanya sifat propertis dasar serat yang jauh lebih kuat pada perlakuan NaOH 5% selama 2 jam dan juga dengan kasarnya permukaan serat dapat menyebabkan *mechanical interlocking* yang kuat antara matrik dan serat pada komposit tersebut. Sebaliknya, penurunan kekuatan impak disebabkan akibat sifat propertis dasar serat yang menurun kekuatannya dan juga akibat ketidaksempurnaan ikatan antara matrik dan serat yang menyebabkan lemahnya *mechanical interlocking* antar serat dan matrik. Grafik kekuatan impak terhadap variasi waktu perlakuan NaOH 5% seperti pada gambar 34.



Gambar 34. Grafik kekuatan impak terhadap variasi waktu perlakuan NaOH 5%

5.2.7. Uji Kestabilan Dimensi Komposit Skin Serat Ramie

Pengujian kestabilan dimensi komposit skin berpenguat serat ramie dilakukan dengan acuan standar pengujian SAE J 1717. Sampel spesimen dibuat dengan variasi $V_f = 20\%$, 30% , 40% , dan 50% . Metode pengujian dengan pemanasan specimen pada suhu 95°C selama 4 jam kemudian didinginkan secara alami selama 30 menit. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pemanasan. Spesimen sampel uji kestabilan dimensi komposit skin berpenguat serat ramie ditunjukkan sesuai gambar 35.



Gambar 35. Spesimen sampel uji kestabilan komposit skin

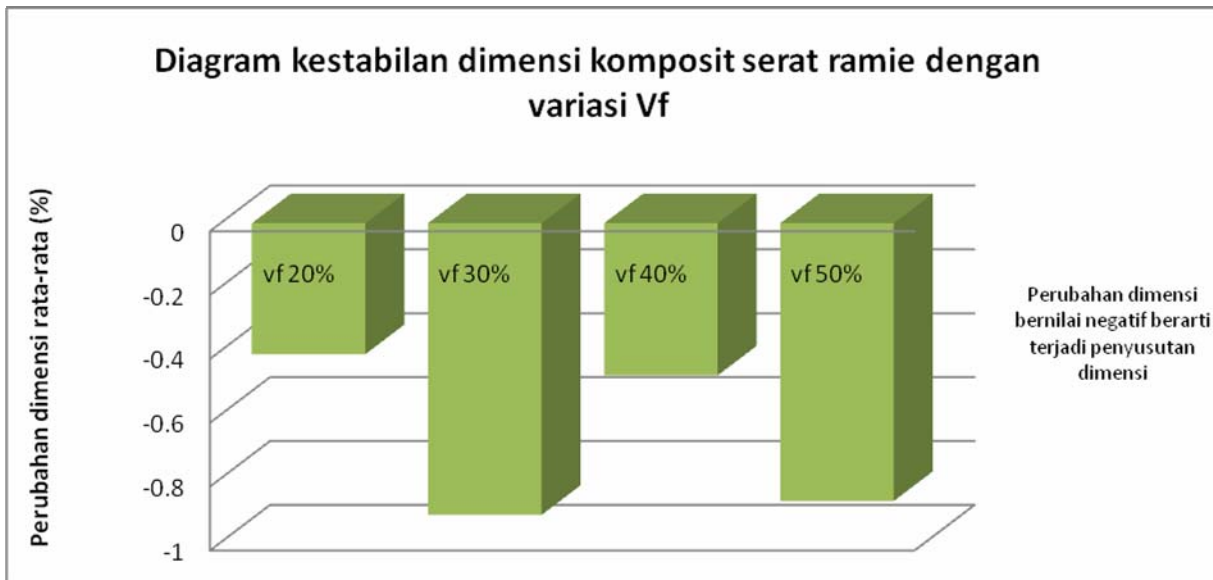
Data hasil pengujian kestabilan dimensi komposit berpenguat serat ramie dengan variasi fraksi volume serat dengan acuan pengujian SAE J 1717 ditunjukkan sesuai tabel 9.

Tabel 9. Data hasil pengujian kestabilan dimensi komposit skin berpenguat serat ramie

No.	Uji Kestabilan Dimensi Komposit Skin serat Ramie	
	Variasi V_f	Perubahan Dimensi Rata-rata(%)
1	$V_f 20\%$	-0.41
2	$V_f 30\%$	-0.91
3	$V_f 40\%$	-0.48
4	$V_f 50\%$	-0.87

Dari hasil pengujian kestabilan dimensi komposit skin menghasilkan nilai prosentase perubahan dimensi rata-rata negative. Hal ini menunjukkan terjadinya penyusutan dimensi pada komposit skin berpenguat serat ramie. Kestabilan dimensi dari tertinggi dicapai berturut-turut pada specimen dengan $V_f = 20\% > V_f = 40\% > V_f = 50\% > V_f = 30\%$. Prosentase perubahan

dimensi yang kecil menunjukkan tingkat kestabilan dimensi yang tinggi. Kestabilan dimensi tertinggi pada $V_f=20\%$ yaitu $-0,41\%$ dikarenakan volume matrik pengisi komposit jauh lebih padat dari pada volume serat, sehingga perubahan dimensi akibat desakan matrik ke serat relatif kecil. Oleh karena itu, sangatlah logis apabila kestabilan dimensi tertinggi dicapai pada fraksi volume serat terkecil ($V_f=20\%$). Adapun diagram batang kestabilan dimensi komposit berepenguat serat ramie ditunjukkan seperti pada gambar 36.



Gambar 36. Diagram batang kestabilan dimensi komposit berepenguat serat ramie

5.3. Pengujian Fisis & Mekanis Core SP:UF

Core merupakan inti dari sandwich. Dalam penelitian ini akan dibahas karakteristik laju pengeringan sekam padi sebagai acuan kontrol kadar air, sifat mekanis dan fisis core dengan komposisi sekam padi (SP) dan *urea formaldehit* (UF) tipe UA-181. Metode pencampuran sekam padi (SP) dan urea formaldehit (UF) dilakukan dengan metode *spray up*, yaitu *urea formaldehit* (UF) di *spray*-kan ke dalam sekam padi (SP) hingga merata. Dalam penelitian ini, variable komposisi dalam pembuatan core berdasarkan komposisi berat (w/w) yaitu kandungan SP:UF = 30%:70%, 40%:60%, 50%:50%, dan 60%:40%. Dalam penelitian ini akan dibahas sifat fisis dan mekanis hasil pengujian laju pengeringan sekam padi, pengujian tarik, bending, geser, dampak, tekan, densitas, dan kestabilan dimensi core SP:UF.

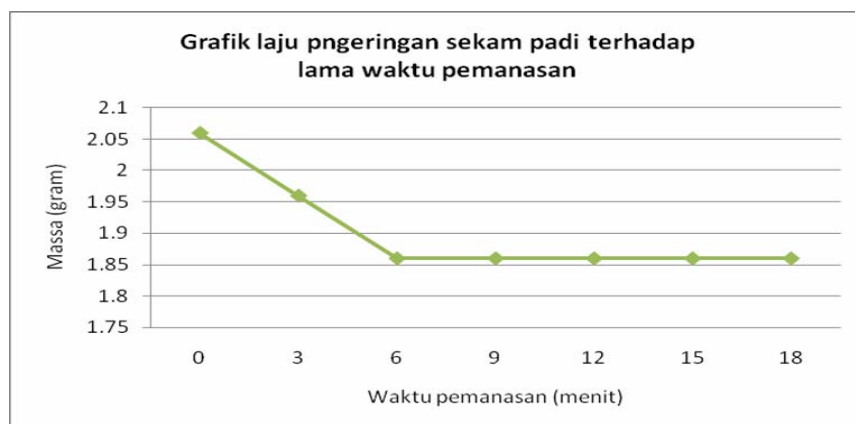
5.3.1. Uji propertis laju pengeringan sekam padi

Hasil pengujian laju pengeringan sekam padi dengan acuan laju kontrol kadar air ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10. Data hasil pengujian laju pengeringan serat ramie

No.	Waktu(menit)	Massa (gram)
1	0	2.06
2	3	1.96
3	6	1.86
4	9	1.86
5	12	1.86
6	15	1.86
7	18	1.86

Dasar laju pengeringan acuan laju kontrol kadar air yaitu air menguap pada suhu minimal 100°C. Pengujian laju pengeringan sekam padi dilakukan dengan menggunakan pemanasan suhu 105°C. Pencatatan penurunan massa dilakukan setiap tiga menit sekali. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sekam padi mengalami penurunan massa dari 2.06 gram menjadi konstan pada massa 1.86 gram. Penurunan perubahan masa ini menunjukkan adanya penguapan air dalam sekam padi. Penguapan air secara total terjadi dari menit ke enam hingga menit ke delapan belas dan seterusnya yang ditandai dengan tidak adanya perubahan massa serat. Dari hasil pengujian tersebut, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pengeringan yang paling efektif untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam sekam padi dapat dilakukan dengan cara memanaskan sekam padi pada suhu 105°C selama enam menit. Adapun grafik laju pengeringan sekam padi sebagai acuan kontrol kadar air seperti pada gambar 37.



Gambar 37. Grafik laju pengeringan sekam padi sebagai acuan kontrol kadar air

5.3.2. Uji Tarik Core SP:UF

Pengujian tarik core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM D-638. Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF = 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji tarik core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 38.



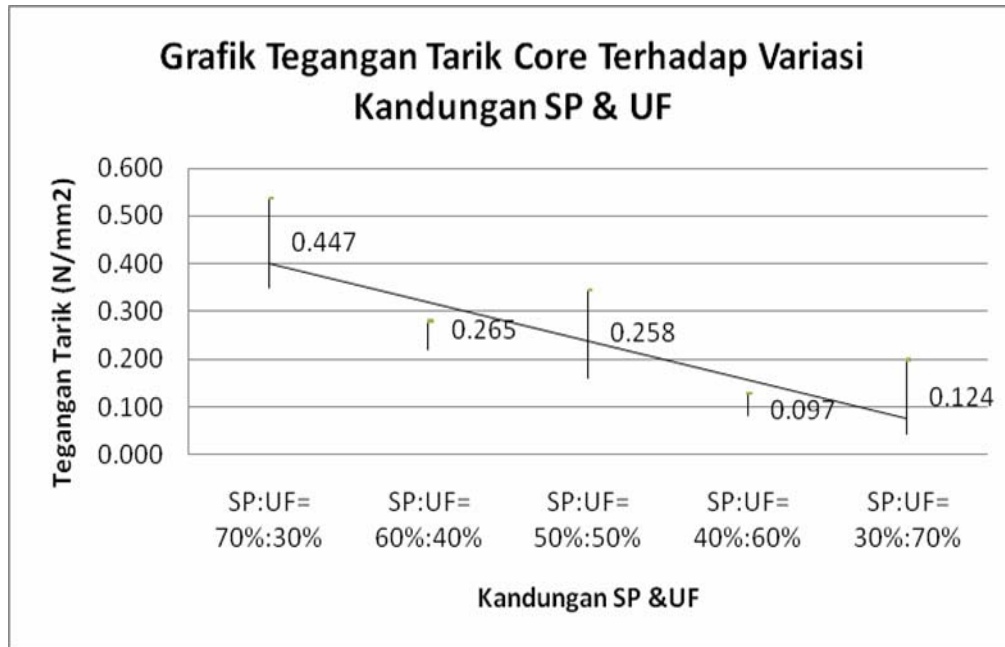
Gambar 38. Spesimen sampel uji tarik core SP:UF

Data hasil pengujian tarik core SP:UF dengan acuan pengujian ASTM D-790 ditunjukkan sesuai tabel 11.

Tabel 11. Data hasil pengujian tarik core SP:UF

Kandungan SP:UF	Tegangan tarik(N/mm ²)		
	Min	Max	Average
SP:UF= 70%:30%	0.350	0.536	0.447
SP:UF= 60%:40%	0.221	0.280	0.265
SP:UF= 50%:50%	0.160	0.345	0.258
SP:UF= 40%:60%	0.083	0.130	0.097
SP:UF= 30%:70%	0.043	0.199	0.124

Dari hasil pengujian tarik core dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% diperoleh tegangan tarik core SP:UF tertinggi pada core dengan komposisi SP:UF= 70%:30% sebesar 0.447 N/mm². Tegangan tarik core SP:UF semakin menurun dengan semakin bertambahnya komposisi UF seperti ditunjukkan pada tabel 11. Pertambahan *urea formaldehit* menyebabkan core semakin rapuh apabila dikenai beban tarik, hal ini disebabkan sifat dasar dari urea formaldehit yang getas. Sehingga kekuatan tarik dari core SP:UF pada komposisi 30%:70% mengalami degradasi penurunan tegangan tarik yang sangat signifikan seperti pada gambar 39. Grafik tegangan tarik core terhadap variasi kandungan SP;UF ditunjukkan sesuai gambar 39.



Gambar 39. Grafik tegangan tarik core terhadap variasi kandungan SP&UF

Berdasarkan pengamatan penampang patahan core SP:UF hasil pengujian tarik core SP:UF dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% sesuai gambar 40a, 40b, 40c, 40d, dan 40e menunjukkan bahwa patahan murni terjadi pada daerah ikatan antara SP&UF. Pada patahan komposisi SP:UF= 70%:30% sesuai gambar 40a menunjukkan adanya patahan yang tidak secara langsung yang menunjukkan kekuatan ikatan core SP:UF yang baik yang mampu menahan beban tarik menjadi lebih kuat, sedangkan dari gambar 40b, 40c, 40d, 40e kemampuan menahan beban tarik lebih dominan pada *urea formaldehit*, sehingga seakan-akan kontribusi kandungan sekam padi tidak berpengaruh pada kandungan UF yang tinggi. Dengan mengetahui sifat dasar dari *urea formaldehit* yang getas, maka kekuatan tarik dari core SP:UF pada komposisi 30%:70% mengalami degradasi penurunan tegangan tarik yang sangat signifikan. Berikut penampang patahan core SP:UF hasil pengujian tarik core SP:UF dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% sesuai gambar 40a, 40b, 40c, 40d, dan 40e



Gambar 40a. Core SP:UF=70%:30%



Gambar 40b. Core SP:UF= 60%:40%



Gambar 40c. Core SP:UF=50%:50%



Gambar 40d. Core SP:UF= 40%:60%



, Gambar 40e. Core SP:UF=30%:70%

5.3.3. Uji bending Core SP:UF

Pengujian bending core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM D-790. Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji bending core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 41.



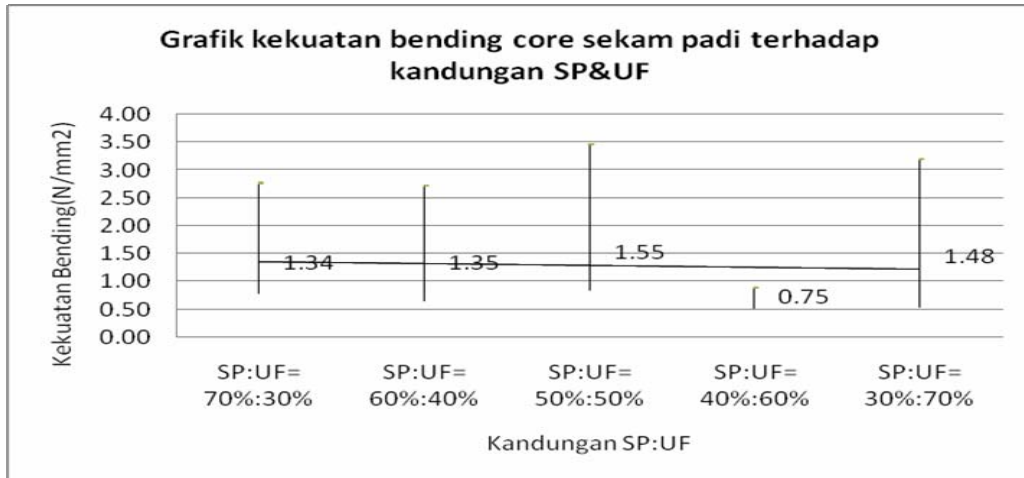
Gambar 41. Spesimen sampel uji bending core SP:UF

Pengujian bending core SP:UF merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan bending core SP:UF. Data hasil pengujian bending core SP:UF disajikan pada tabel 12.

Tabel 12. Data hasil pengujian bending core SP:UF

Kandungan SP:UF	Kekuatan Bending(N/mm ²)		
	Rata-rata	Min	Max
SP:UF= 70%:30%	1.34	0.78	2.77
SP:UF= 60%:40%	1.35	0.64	2.73
SP:UF= 50%:50%	1.55	0.83	3.46
SP:UF= 40%:60%	0.75	0.51	0.90
SP:UF= 30%:70%	1.48	0.54	3.20

Dari hasil pengujian bending core dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70% diperoleh kekuatan tarik rata-rata yang hampir sama nilainya, artinya perbedaan kandungan SP:UF tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan bending. Selanjutnya grafik kekuatan bending core terhadap variasi kandungan SP&UF ditunjukkan sesuai gambar 42.



Gambar 42. grafik kekuatan bending core terhadap variasi kandungan SP&UF

Penampang patahan menunjukkan penampang patahan rata-rata menunjukkan patahan yang bersifat getas. Berikut penampang patahan core SP:UF hasil pengujian bending core SP:UF dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% sesuai gambar 43a, 43b, 43c, 43d, dan 43e.



Gambar 43a. Core SP:UF= 70%:30%



Gambar 43b. Core SP:UF= 60%:40%



Gambar 43c. Core SP:UF= 50%:50%



Gambar 43d. Core SP:UF= 40%:60%



Gambar 43e. Core SP:UF= 30%:70%

5.3.4. Uji Geser Core SP:UF

Pengujian geser core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM C-273. Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji geser core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 44.



Gambar 44. Spesimen sampel uji geser core SP:UF

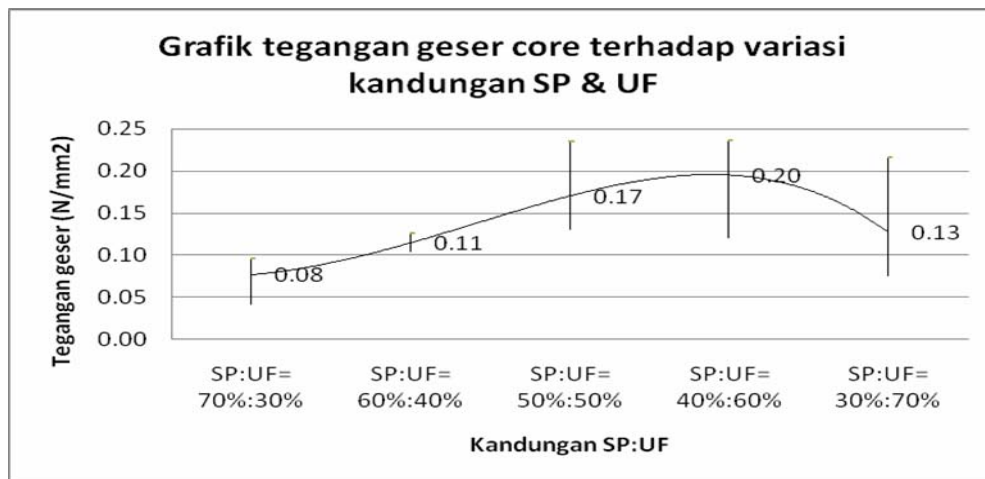
Pengujian geser core SP:UF merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui tegangan geser core SP:UF. Data hasil pengujian geser core SP:UF ditampilkan pada tabel 13.

Tabel 13. Data hasil pengujian geser core SP:UF

Kandungan SP:UF	Tegangan Geser (N/mm^2)		
	Rata-rata	Min	Max
SP:UF= 70%:30%	0.08	0.04	0.10
SP:UF= 60%:40%	0.11	0.10	0.13
SP:UF= 50%:50%	0.17	0.13	0.24
SP:UF= 40%:60%	0.20	0.12	0.24
SP:UF= 30%:70%	0.13	0.08	0.22

Dari hasil pengujian geser core dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% diperoleh tegangan geser core SP:UF tertinggi rata-rata pada core dengan komposisi SP:UF=40%:60% sebesar $0.20 N/mm^2$. Tegangan geser core SP:UF semakin meningkat dengan semakin bertambahnya komposisi UF seperti ditunjukkan pada tabel 13. Pertambahan urea formaldehid menyebabkan core semakin padat (kokoh), sehingga kekuatan geser core SP:UF dari komposisi 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%

mengalami kenaikan yang drastis. Namun pada komposisi SP:UF=30%:70% mulai terjadi penurunan tegangan geser. Penurunan tegangan geser pada komposisi SP:UF=30%:70% disebabkan akibat penambahan UF yang berlebih mengakibatkan kerapuhan pada core, sehingga tegangan geser cenderung menjadi turun. Grafik tegangan geser core terhadap variasi kandungan SP&UF ditunjukkan pada gambar 45.



Gambar 45. Grafik tegangan geser core terhadap variasi kandungan SP&UF

Pengamatan penampang patahan hasil pengujian geser core SP:UF rata-rata kegagalan core disebabkan akibat tegangan geser murni akibat pengujian geser. Berikut penampang patahan hasil pengujian geser seperti pada gambar 46.



Gambar 46. Penampang patahan hasil pengujian geser core SP:UF

5.3.5. Uji impak core SP:UF

Pengujian impak core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM D-5942 Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji impak core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 47.



Gambar 47. Spesimen sampel uji impak core SP:UF

Berikut ini merupakan tampilan data kekuatan impak core SP:UF sesuai tabel 14 dan data energi serap core SP:UF sesuai tabel 15.

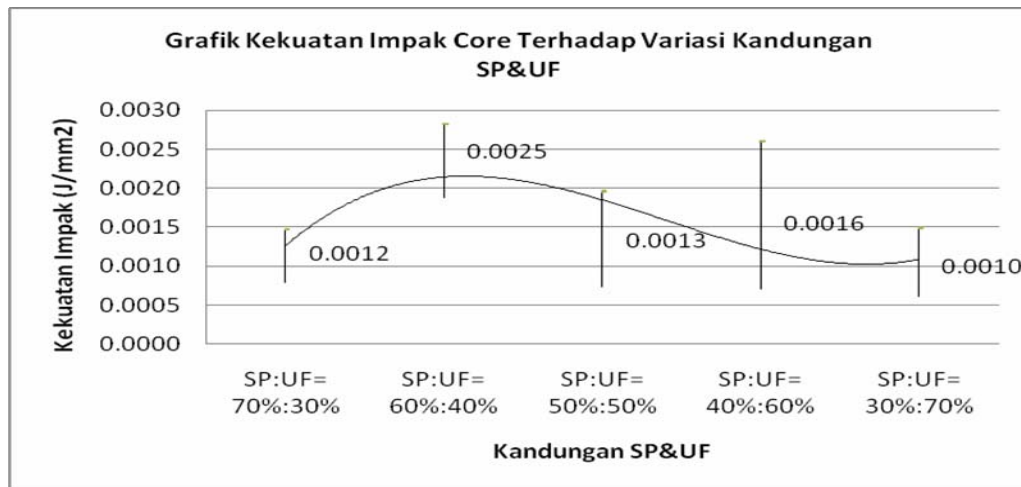
Tabel 14. Data kekuatan impak core SP:UF

Kandungan SP:UF	Kekuatan Impak (J/mm ²)		
	Rata-rata	Min	Max
SP:UF= 70%:30%	0.0012	0.0008	0.0015
SP:UF= 60%:40%	0.0025	0.0019	0.0028
SP:UF= 50%:50%	0.0013	0.0007	0.0020
SP:UF= 40%:60%	0.0016	0.0007	0.0026
SP:UF= 30%:70%	0.0010	0.0006	0.0015

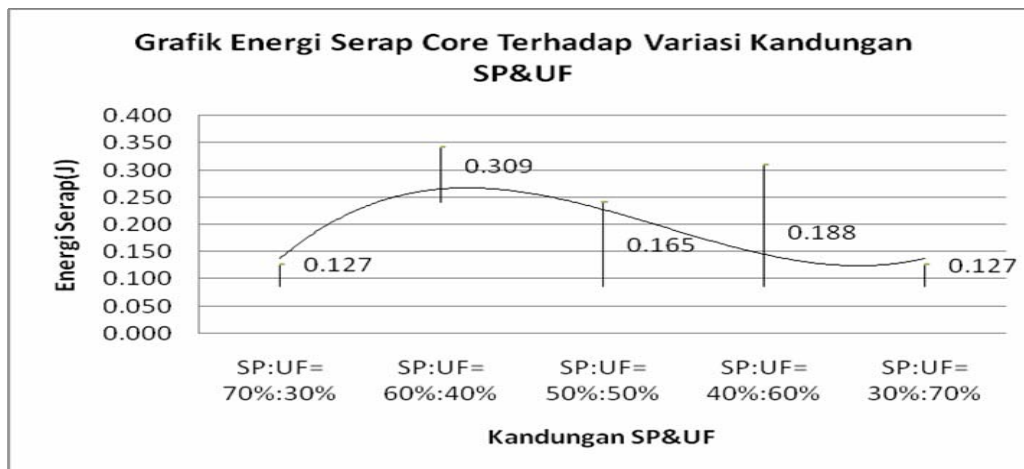
Tabel 15. Data energi serap core SP:UF

Kandungan SP:UF	Energi Serap (J)		
	Rata-rata	Min	Max
SP:UF= 70%:30%	0.127	0.086	0.127
SP:UF= 60%:40%	0.309	0.241	0.342
SP:UF= 50%:50%	0.165	0.086	0.241
SP:UF= 40%:60%	0.188	0.086	0.310
SP:UF= 30%:70%	0.127	0.086	0.127

Dari hasil pengujian impact core dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70% diperoleh kekuatan impact dan energi serap maksimum pada SP:UF= 60%:40% sebesar 0.0016 J/mm² dan 0,188J. Kesesuaian formulasi kandungan SP:UF menyebabkan terjadinya kenaikan kekuatan impact dan energi serap. Namun, dengan semakin banyaknya UF yang mempunyai sifat dasar getas menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan impact dan energi serap. Grafik kekuatan impact dan energi serap core terhadap variasi kandungan SP:UF ditunjukkan pada gambar 48a dan gambar 48b.



Gambar 48a. Grafik kekuatan impact core terhadap variasi kandungan SP:UF



Gambar 48b. Grafik kekuatan energi serap core terhadap variasi kandungan SP:UF

Berdasarkan pengamatan penampang patahan core SP:UF hasil pengujian impact core SP:UF dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70%

sesuai gambar 49a, 49b, 49c, 49d, dan 49e menunjukkan bahwa patahan murni terjadi pada daerah ikatan antara SP& UF. Pada patahan 40% UF sesuai gambar 49b menunjukkan adanya patahan yang berawal dengan terjadinya keretakan menyamping yang menunjukkan adanya ikatan yang kuat antara SP dan UF, sehingga kekuatan impact dan energi serap mempunyai nilai optimum. Namun, pada spesimen dengan UF = 30%, 50%, 60%, dan 70% menunjukkan patahan cenderung membentuk profil getas (membentuk sudut seolah-olah 45°) yang menyebabkan kekuatan impact menurun dan berimbas pada penyerapan energi yang semakin menurun pula. Berikut penampang patahan core SP:UF hasil pengujian tarik core SP:UF dengan komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70% sesuai gambar 49a, 49b, 49c, 49d, dan 49e.



Gambar 49a. Core SP:UF= 70%:30%



Gambar 49b. Core SP:UF= 60%:40%



Gambar 49c. Core SP:UF= 50%:50%



Gambar 49d. Core SP:UF= 40%:60%



Gambar 49e. Core SP:UF= 30%:70%

5.3.6. Uji tekan core SP : UF

Pengujian tekan core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM C-364. Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF=70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji tekan core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 50.



Gambar 50. Spesimen sampel uji tekan core SP:UF

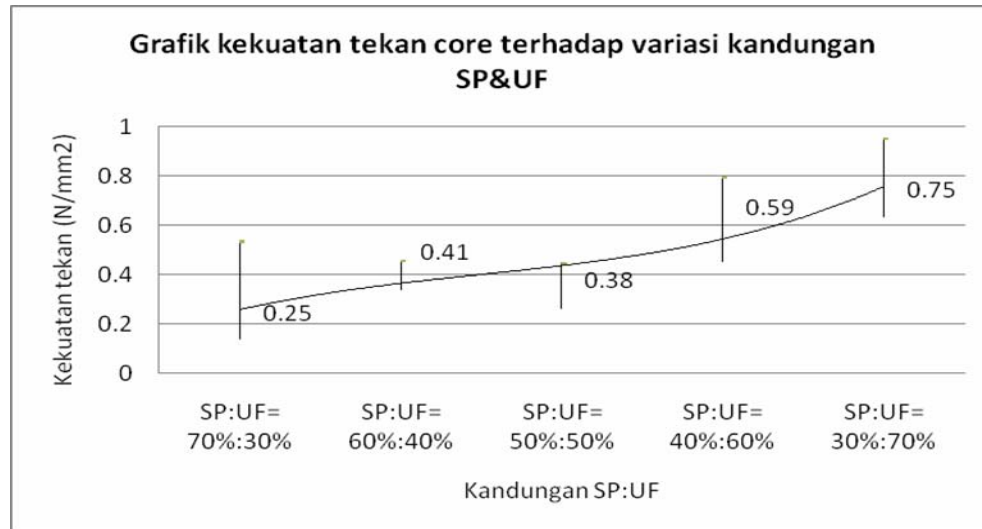
Pengujian tekan core SP:UF merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan tekan core SP:UF. Data hasil pengujian tekan core SP:UF ditampilkan pada tabel 16.

Tabel 16. Data hasil pengujian tekan core SP:UF

Kandungan SP:UF	Kekuatan Tekan (N/mm ²)		
	Average	Min	Max
SP:UF= 70%:30%	0.25	0.14	0.54
SP:UF= 60%:40%	0.41	0.34	0.46
SP:UF= 50%:50%	0.38	0.26	0.45
SP:UF= 40%:60%	0.59	0.45	0.80
SP:UF= 30%:70%	0.75	0.63	0.95

Dari hasil pengujian tekan core komposisi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70% diperoleh kekuatan tekan core SP:UF tertinggi rata-rata pada core dengan komposisi SP:UF=30%:70% sebesar 0.75 N/mm². Pertambahan *urea formaldehit* menyebabkan core semakin padat, sehingga grafik kekuatan tekan mempunyai trend yang

semakin meningkat. Oleh karena itu, dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa efek penambahan kandungan *urea formaldehit* menyebabkan ketahanan core terhadap beban tekan meningkat. Grafik kekuatan tekan core terhadap variasi kandungan SP&UF ditunjukkan pada gambar 51.



Gambar 51. Grafik kekuatan tekan core terhadap variasi kandungan SP&UF

Berdasarkan pengamatan pada saat pengujian tekan core SP:UF menunjukkan bahwa rata-rata core mengalami kehancuran akibat beban tekan. Adapun gambar pada saat pengujian core ditunjukkan sesuai gambar 52.



Spesimen uji

Gambar 52. Core hancur saat pengujian tekan

5.3.7. Uji densitas core SP : UF

Pengujian densitas core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian ASTM C-271 Sampel spesimen dibuat dengan variasi pencampuran komposisi berat (w/w) SP:UF=70%:30%, 60%:40%, 50:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Spesimen sampel uji densitas core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 53.



Gambar 53. Spesimen sampel uji densitas core SP:UF

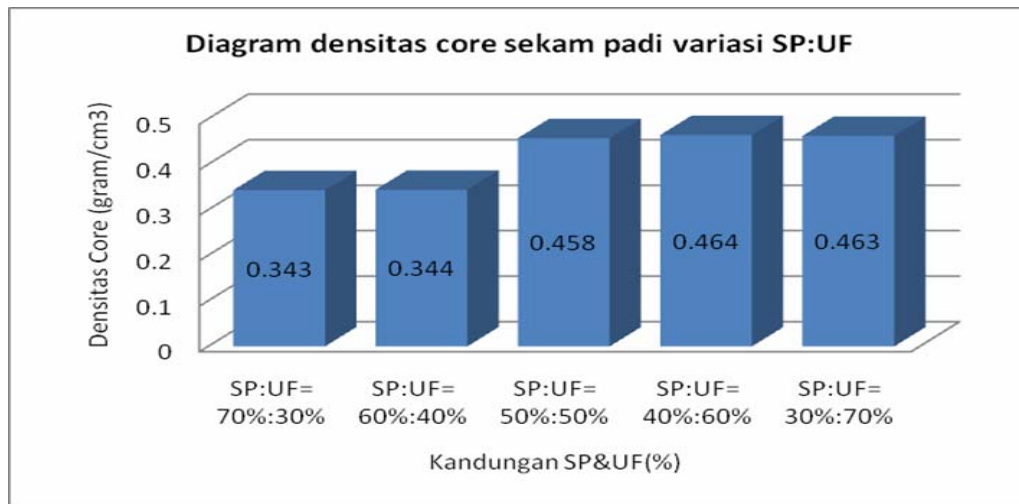
Pengujian densitas core SP:UF merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui densitas (berat jenis) core SP:UF. Data hasil pengujian densitas core SP:UF ditampilkan pada tabel 17.

Tabel 17. Data hasil pengujian densitas core SP:UF

Kandungan SP:UF	Densitas (gram/cm ³)
SP:UF= 70%:30%	0.343
SP:UF= 60%:40%	0.344
SP:UF= 50%:50%	0.458
SP:UF= 40%:60%	0.464
SP:UF= 30%:70%	0.463

Dari hasil pengujian densitas core SP:UF menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan UF maka semakin tinggi densitasnya, begitu pula sebaliknya semakin rendah kandungan UF maka semakin rendah pula densitasnya. Sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa densitas core SP:UF sangat dipengaruhi dengan banyak sedikitnya

kandungan UF. Diagram densitas core dengan variasi kandungan SP:UF ditunjukkan pada gambar 54.



Gambar 54. Diagram densitas core dengan variasi kandungan SP:UF

5.3.8. Uji kestabilan dimensi

Pengujian kestabilan dimensi core SP:UF dilakukan dengan acuan standar pengujian SAE J 1717. Sampel spesimen dibuat dengan variasi SP:UF= 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan 30%:70%. Metode pengujian dengan pemanasan spesimen pada suhu 95°C selama 4 jam kemudian didinginkan secara alami selama 30 menit. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengomanasan. Spesimen sampel uji kestabilan dimensi core SP:UF ditunjukkan sesuai gambar 55.



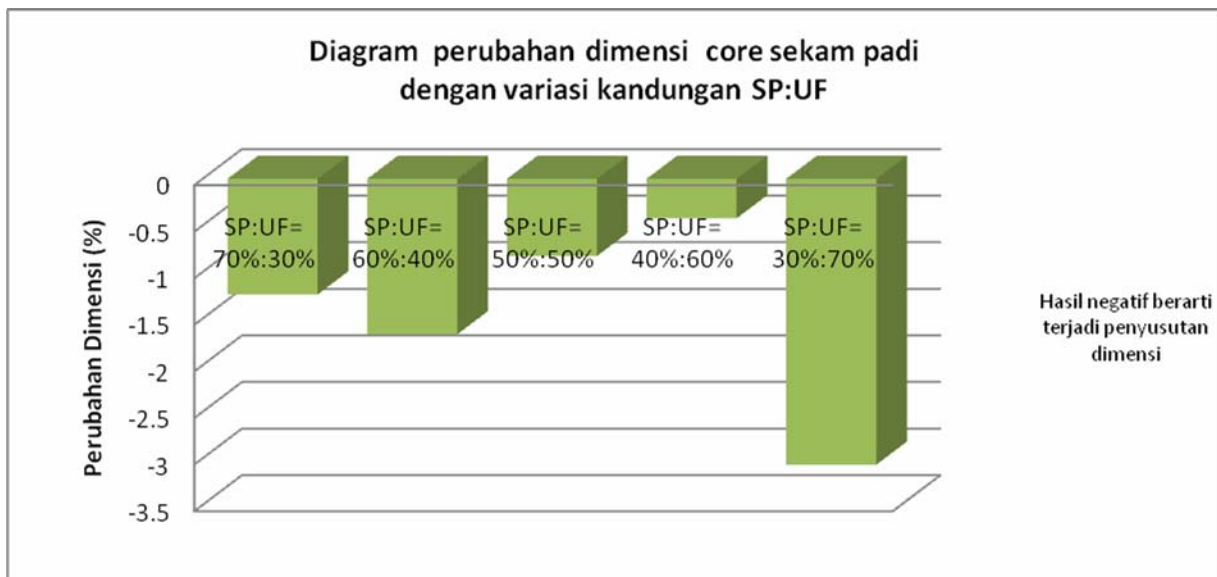
Gambar 55. Spesimen sampel uji kestabilan dimensi core SP:UF

Data hasil pengujian kestabilan dimensi core SP:UF dengan acuan pengujian SAE J 1717 ditunjukkan sesuai tabel 18.

Tabel 18. Data hasil pengujian kestabilan dimensi core SP:UF

Uji Kestabilan Dimensi Core SP:UF	
Variasi Vf	Perubahan Dimensi Rata-rata(%)
SP:UF= 70%:30%	-1.24
SP:UF= 60%:40%	-1.67
SP:UF= 50%:50%	-0.83
SP:UF= 40%:60%	-0.42
SP:UF= 30%:70%	-3.07

Dari hasil pengujian kestabilan dimensi, perubahan dimensi rata-rata bernilai negatif. Hal ini menunjukkan terjadinya penyusutan dimensi pada core SP:UF akibat pemanasan. Kestabilan dimensi dari tertinggi hingga terendah dicapai pada spesimen dengan kandungan SP:UF berturut-turut SP:UF= 40%:60% > SP:UF= 50%:50% > SP:UF= 70%:30% > SP:UF= 60%:40% > SP:UF= 30%:70%. Kestabilan dimensi tertinggi pada SP:UF= 40%:60% yaitu sebesar -0,42%, prosentase yang kecil menunjukkan perubahan dimensi yang sangat kecil atau dapat dikatakan dimensi cenderung stabil. Adapun diagram batang kestabilan dimensi core SP:UF ditunjukkan seperti pada gambar 56.



Gambar 56. Diagram batang kestabilan dimensi core SP:UF

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

- a. Laju pengeringan sekam padi dengan metode pemanasan pada suhu 105°C selama enam menit. Teknik pengolahan serat ramie yang mempunyai densitas 1,5 gram/mm³ dengan metode pencucian menggunakan akuades hingga pH 7, sedangkan laju pengeringan serat ramie paling efektif dengan dipanaskan pada suhu 105°C selama enam menit.
- b. Teknik manufaktur *core* limbah sekam padi - *urea formaldehyde* dengan metode *spray-up urea formaldehyde* ke sekam padi dilakukan dalam ruang tertutup, kemudian dimasukkan kedalam cetakan selama 12 jam, jika dengan *hotpress* dapat dilakukan dengan waktu pencetakan selama 4 jam pemanasan di bawah terik matahari.
- c. Pengaruh perlakuan alkali (5% NaOH) serat rami terhadap sifat tarik serat yaitu meningkatkan kekuatan tarik serat pada perendaman 2 jam, namun perendaman yang terlalu lama akan menurunkan kekuatan tarik serat.
- d. Optimasi sifat mekanis *core* limbah sekam padi - *urea formaldehyde* berdasarkan kekuatan tekan optimum pada *core* dengan kandungan SP:UF=30%:70%, kekuatan bending cenderung konstan, tegangan geser optimum dengan kandungan SP:UF=40%:60%, tegangan tarik optimum dengan kandungan SP:UF=70%:30%, kekuatan impak optimum dengan kandungan SP:UF=40%:60%. Densitas *core* SP:UF semakin meningkat dengan bertambahnya UF, laju kontrol kadar air *core* akan stabil dengan metode pengovenan selama 6 menit pada suhu 105°C, dan kestabilan dimensi terbaik diperoleh pada *core* dengan kandungan SP:UF=40%:60%.
- e. Optimasi sifat mekanis terbaik dari pengujian tarik, bending, impak bahan komposit serat rami - *polyester* dengan variabel fraksi volume serat (20%,30%,40%,dan 50%) terjadi pada V_f sekitar 40%, perlakuan alkali (NaOH) serat (0, 2, 4, 6, dan,8 jam) menghasilkan sifat mekanis terbaik dengan perendaman NaOH 5% selama 2 jam. Kestabilan dimensi terbaik dengan V_f sekitar 40%.
- f. Pembuatan *prototype* produk *core* dan panel *interior* kereta api (meja kereta komersial) dari bahan serat rami – poliester sangat potensial untuk dikembangkan.

6.2. Saran

Tim peneliti menyarankan agar penelitian pada tahap berikutnya dibiayai kembali guna keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

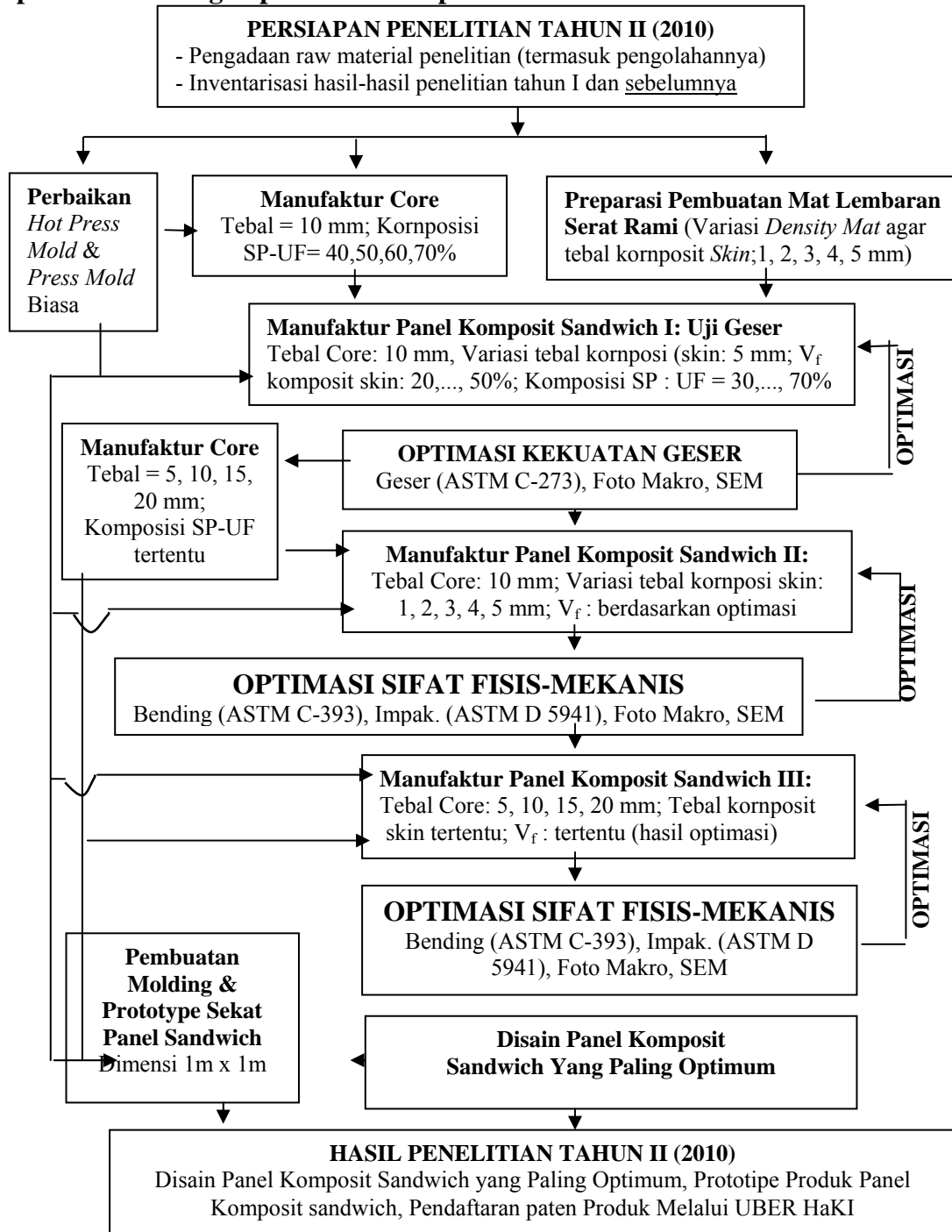
- Annual Book of Standards, Section 8, D 638-02, " Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics", ASTM, 2002.*
- Annual Book of Standards, Section 15, C 273-00, "Standard Test Methods for Shear Properties of Sandwich Core Materials ", ASTM, 2000.*
- Annual Book of Standards, Section 15, C 393-00, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions", ASTM, 1994.*
- Annual Book of Standards, Section 8, D 790-02, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials 1", ASTM, 2002.*
- Annual Book of Standards, Section 8, D 5942-96, "Standard Test Methods for Determining Charpy Impact Strength of Plastics¹", ASTM, 1996.*
- Annual Book of Standards, D 5941 – 00 , "Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics", ASTM, 2000.*
- Annual Book of Standards, D 3800-99 , "Standard Test Method for Density of Fibers", ASTM, 1999.*
- Annual Book of Standards, C 271 – 99 , "Standard Test Method for Density of Sandwich Core Materials", ASTM, 1999.*
- Anonim, *"Interior Automotive Plastic Part testing, Standar of Automotive Engineering", SAE J 1717, USA.*
- Anonim, *Manual Book of Izod Impact - Gotech*
- Anonim, 2001, *Technical data Sheet* ,PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.
- Anonim, www.diabgroup.com, *DIAB manufactures and markets products and services based on advanced polymer and composite technologies, Head Office DIAB AB Box 201S-312 22 LAHOLM Sweden.*
- Boimau, K., Marsyahyo, E., Rochardjo, H.S.B., 2005, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Serat Alam Ramie", paper Seminar nasional Perkembangan Riset dan Teknologi bidang Industri, Universitas Gadjah Mada, 18-19 Mei 2005, Jogjakarta
- Brady G.S. dan Clavier HR, 1991 "Materials Handbook", 13th Edition, Mc. Graw Hill, London.
- Clark R.A. dan Ansel M.P., 1986. "Jute and glass Fibre Hybrid laminates", *Journal of Materials Science* 21, pp. 269-276, UK.
- Diharjo K., Masykuri M., Legowo B., dan Abdullah G., 2005-2007. "Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit sandwich Berpenguat Serat Rosella Dengan Core Limbah Kayu Sengon Laul Untuk Komponen Gerbong Kereta Api", Hibah bersaing XIII, 'Dikti, Jakarta.
- Eichorn, Zafeiropoulos, C.A.B.N., Ansel, L.Y.M.M.P., Entwistle, K.M., Escamilla, P.J.H.F.G.C., Groom, L., Hill, M.H.C., Rials, T.G. and Wild, P.M., 2001, "Review Current International Research into Cellulosic Fibers and Composites", *Journal of Materials Science*, Vol. 36, pp. 2107- 2131
- Feng, D., Caulfield, D. F. and Sanadi, A.R., 2001, "Effect of Compatibilizer on the Structure-Property Relationships of Kenaf-Fiber/Polypropylene Composites", *Polymer Composites*, vol. 22, no. 4

- George J., Janardhan R., Anand J.S., Bhagawan S.S. dan Thomas S., 1996. "*Melt Rheological Behavior of Short Pineapple Fibre Reinforced Low Density Polyethylene Composites*", Journal of Polymer, Volume 37, No. 24, Great Britain.
- Gibson, O. F., 1994. "*Principle of Composite Materials Mechanics*", McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Hariyanto A., Sugito B., dan Diharjo K., 2007, "*Kajian peningkatan ketahanan bending komposit hibrid sandwich serat kenaf dan serat gelas bermatrik polyester dengan core kayu sengon laut*", PDM, 'Dikti, Jakarta.
- Hariyanto A., Diharjo K., dan Jamasri, 2006, "*Studi perlakuan alkali dan tebal core terhadap sifat impak komposit hibrid sandwich serat kenaf dan gelas bermatrik polyester dengan core kayu sengon laut*" Seminar nasional Aplikasi Riset, Universitas Petra, 15-16 Pebruari, Surabaya.
- Hara, et-all, 1986, "*Utilization of Agrowastes for Building Materials*", International Research and Development Cooperation Division, AIST, MITI, Japan.
- Houston, D.F., 1972, "*Rice Chemistry and Technology*", American Association of Cereal Chemist, Inc, Minnesota.
- Herina S., 2005, "*Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Fondasi Ekspansif Untuk Bangunan Sederhana*", Kolokium & Open House, Bandung
- Karnani, R., Krishnan, M. and Narayan, R., 1997, "*Biofiber-Reinforced Polypropylene Composite*", Polymer Engineering and Science, vol.37, no.2
- Kaw A. K., 1997. "*Mechanics of Composite Materials*", CRC, Press, New York.
- Marsahyo E., Soekrisno, Jamasri, Rochardjo H.S.B., 2004-2006. "*Kajian Mikromekanika Bahan Komposit Serat Ramie-Epoxy*", Disertasi Doktor (dalam proses penyelesaian), UGM, Yogyakarta.
- McNaught, R., Ellison, G.C., 2000, "*The Use of Natural Fibre in Nonwoven Structures Application in Automotive Component Substrates*", Research and Development Report, Ministry of Agricultural Fisheries and Food Agri, Industrial Materials, London
- Nugraha, I.N.P., Marsyahyo, E., Rochardjo, H.S.B., 2005, "*Pengaruh Perlakuan Kimia pada Serat Alam Ramie terhadap Kekuatan tarik Serat Tunggal*", paper paper Seminar nasional Perkembangan Riset dan Teknologi bidang Industri, Universitas Gadjah Mada, 18-19 Mei 2005, Jogjakarta.
- Ngafwan dkk, (2006)., "*Angka Hambat Panas Serta Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Serat Acak Dari Bahan Limbah Sekam Padi Dengan Matrik Polyester Dengan Variasi Fraksi Volume*" Laporan Penelitian Dosen Muda, DIKTI, Jakarta.
- Peijs, T., 2002, Composites turn green, Department of Materials, Queen Mary, University of London.
- Popov E P, 1996. "Mekanika Teknik (*Mechanics of Materials*) Erlangga, Jakarta
- Prasetyo R.B., Rakhman A. dan Diharjo K., 2005. "*Pemanfaatan Limbah Serat Aren (Arenga Pinnata) Sebagai Penguat Rancangan Panel Komposit dengan Perikat Resin Urea Formaldehyde*", Laporan Penelitian Pemula, Dinas P & K, Jawa Tengah.
- Rahmarestia, dkk., 2006. "*Analisis Penggunaan Sumber Energi Biomassa di Bidang Pertanian*" Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, litbang, deptan, Jakarta.
- Rowel, R.M., 1998, "*Economic Opportunities in Natural Fiber Thermoplastic Composites*", Journal Science and Technology of Polymers and Advanced Materials, Pen Plenum, pp. 869-872

- Rowell R.M, Sanadi A., Jacobson R. dan, Caufield D., 1999. "Properties of kenaf *Polypropylene Composite*.", Processing and Product. Mississippi State university, Ag. & Bio Engineering, pp. 381-392. ISBN 0-9670559-0-3, Chapter 32.
- Roe P.J. dan Ansel M.P., 1985. "*Jute Reinforced Polymer Composites*", Journal of Materials Science 20, pp. 4015-4020, UK.
- Sanadi A.R., Caufield D. E., Jacobson R. E., dan Rowel R. M., 1995. "*Renewable Agricultural Fiber as Reinforcing Filler in Plastics: mechanical Properties of Kenaf Fiber-Polypropylene Composites*", Indust. Rng. Chem. Res. 34: 11889-1896.
- Sanadi A.r., Prasad S.V. dan Rohatgi P.K., 1986. " *Sunhemp Fibre-Reinforced Polyester*", Journal of Materials Science 21, pp. 4299-4304, UK.
- Schwartz, 1984. "*Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York., USA.
- Shackelford, 1992. "*Introduction to Materials Science for Engineer*", Third Edition, MacMillan Publishing Company, New York, USA.
- Song X.M. dan Hwan J.Y., 2001., "*Mechanical Properties (~f('olrpo.,;ite made, Ivith Wood I,'ibre and recycled Tire Rubbet'* . Forest Product Journal, Madison.
- Sombatsompop, N., Chaochancaikul, K., 2004, "*effect of Moisture Content on Mechanical properties, Thermal and Structural Stability and extrude Texture of Poly(vinyl chloride)/wood sawdust Compsites*", polymer Int. society of Chem. Industry, pp. 1210-1218
- Sugito B., Hariyanto A., dan Diharjo K., 2007, "*Studi Pengaruh Fraksi Berat Serat Kenaf Acak Dan Anyam Komposit lamina Tiga Layer Bermatrik Polyester Terhadap Sifat Bending Dan Impak* ", PDM, 'Dikti, Jakarta
- Sumardi T.P., Zulfa A., Basukriadi A_ Raditya D., dan Rahman F., 2003. "*Rekayasa dan Manufaktur bahan Komposit berpenguat Serat Limbah Pisang Sebagai bahan Interior Otomotif dan pesawat terbang*", Hibah Bersaing X, DP3 M-Dikti, Jakarta.
- Urreaga J.M., Matias M.C., Orden M.U.D.L., Munguia M.A.L. dan Sanchez C.G., 2000." *Effect of Coupling Agent on the Oxidation and Darkening of cellulosic Materials Used as Reinforcements for thermoplastic matrices in Composites*", Journal of Polymer Engineering and Science, February Ed., Vol. 4 No. 2.
- Wittig, W.R., 1994, "*The Use of Natural Fibers in Vehicle Components, Plastic in Automotive*", pp. 65-80, pen. Hamser

LAMPIRAN –LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan penelitian tahap 2 tahun 2010

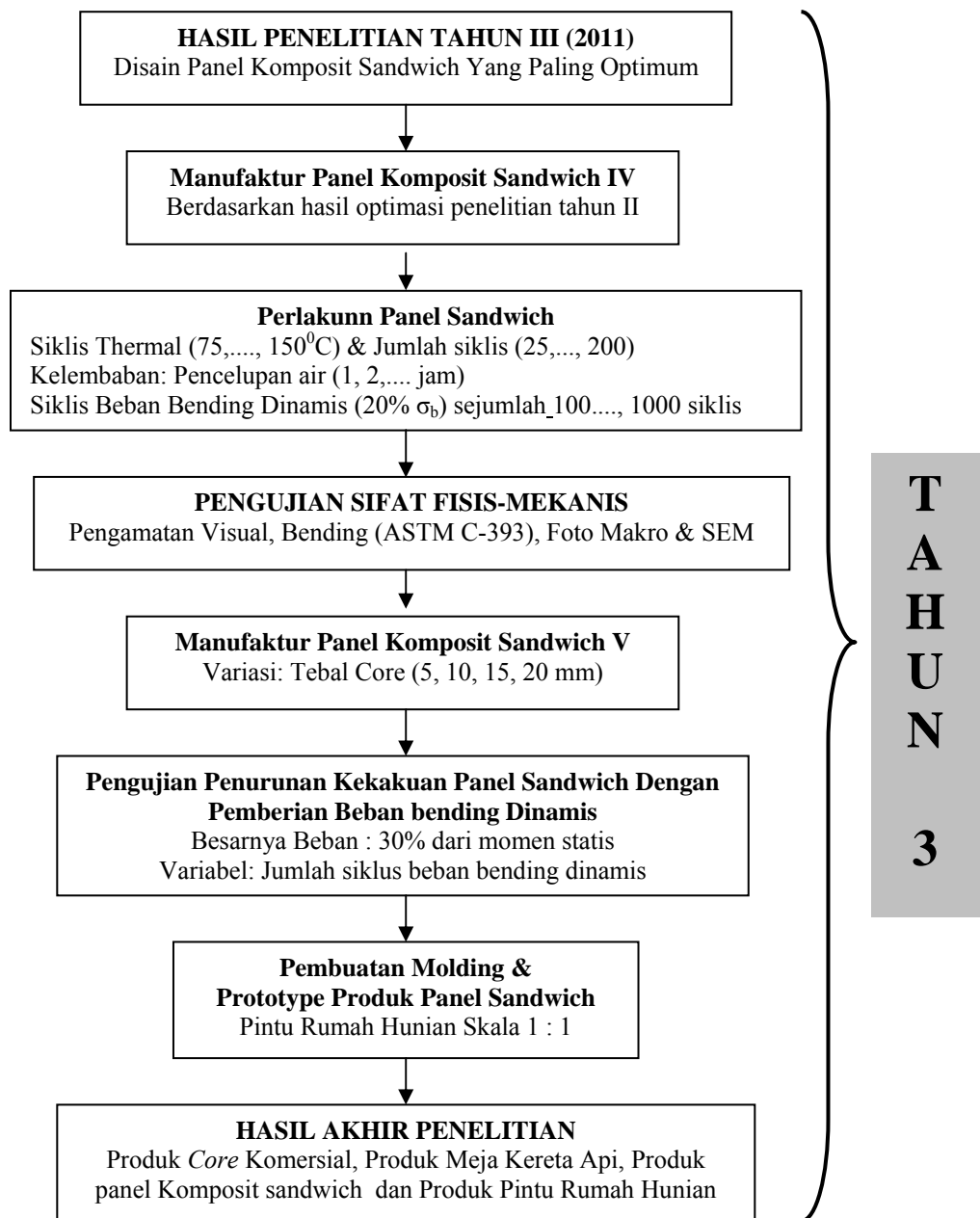


T
A
H
U
N

2

Gambar 10b. Disain penelitian tahun II (2010)

Lampiran 2. Rancangan penelitian tahap 3 tahun 2011



Gambar 10c. Diagram Alir Penelitian Tahun III (2011)

Lampiran 3. Personalia Penelitian

PERSONALIA PENELITIAN

1. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap & Gelar : **Ir. Agus Hariyanto, MT.**
- b. Golongan / Pangkat / NIK : IIIb / Penata Muda TK I / 570
- c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- d. Jabatan Struktural : Dosen & Peneliti
- e. Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- g. Bidang Keahlian : Konstruksi Mesin & Teknik Bahan (Komposit)
- h. Waktu untuk penelitian ini : 7 Bulan
- i. Unit Kerja : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- j. Alamat Surat : Jl. A. Yani Pabelan Kartasura, Surakarta
(57102), Tromol Pos 1,
- k. Telepon : (0271) 717417 ext. 222
- l. Facsimile : 715448
- m. E-mail : agus-haryanto@ums.ac.id

2. Anggota Peneliti

- a. Nama Lengkap & Gelar : **Kuncoro Diharjo, S.T., M.T., Ph.D.**
- b. Golongan/ Pangkat/ NIP : IIIc / Penata / 132 163 118
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Jabatan Struktural : Dosen & Peneliti
- e. Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Sebelas Maret
- g. Bidang Keahlian : Komposit

Lampiran 4. Hasil pengujian laju penyerapan kadar air

a. Laju penyerapan kadar air serat ramie (suhu pemanasan 105°C)

No.	Waktu(menit)	Massa(gram)
1	0	1.4
2	3	1.33
3	6	1.27
4	9	1.27
5	12	1.27
6	15	1.27
7	18	1.27

b. Laju Penyerapan kadar air sekam padi (suhu pemanasan 105°C)

No.	Waktu(menit)	Massa (gram)
1	0	2.06
2	3	1.96
3	6	1.86
4	9	1.86
5	12	1.86
6	15	1.86
7	18	1.86

Lampiran 5. Hasil pengujian kestabilan dimensi komposit variasi Vf

No.	Variasi Vf	Li(mm)	Lf(mm)	Perubahan Dimensi(%)
1	20%	16.04	16	-0.25
2	20%	16.04	16	-0.25
3	20%	16.04	16	-0.25
4	20%	16.36	16.24	-0.73
5	20%	16.36	16.26	-0.61
6	20%	16.36	16.3	-0.37
Rata-rata				-0.41
1	30%	14.84	14.72	-0.81
2	30%	14.6	14.46	-0.96
3	30%	14.74	14.8	0.41
4	30%	15.54	15.26	-1.80
5	30%	15.54	15.28	-1.67
6	30%	15.48	15.38	-0.65
Rata-rata				-0.91
1	40%	15.14	15.06	-0.53
2	40%	15.14	15.06	-0.53
3	40%	15.14	15.06	-0.53
4	40%	15.64	15.54	-0.64
5	40%	15.22	15.2	-0.13
6	40%	15.9	15.82	-0.50
Rata-rata				-0.48
1	50%	16.12	16.08	-0.25
2	50%	16.12	16.04	-0.50
3	50%	16.12	15.89	-1.43
4	50%	16.12	16.02	-0.62
5	50%	16.48	16.28	-1.21
6	50%	16.48	16.28	-1.21
Rata-rata				-0.87

Lampiran 6. Hasil pengujian tarik mulur serat ramie

No. Spesimen	Jenis Perlakuan	Diameter Serat (mm)	Luas serat(mm ²)	Pembeban (Gram)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik(N/mm ²)
1	Non Perlakuan	0.034	0.0009	110.000	1.080	1164.526
2	Non Perlakuan	0.025	0.0005	70.000	0.687	1401.070
3	Non Perlakuan	0.034	0.0009	90.000	0.884	952.794
Rata-rata		0.031	0.0008	90.000	0.884	1152.881
No. Spesimen	Jenis Perlakuan	Diameter Serat(mm)	Luas serat(mm ²)	Pembebanan (gram)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik(N/mm ²)
1	NaOh 5% 2 jam	0.028	0.0006	100.000	0.982	1595.606
2	NaOh 5% 2 jam	0.031	0.0008	70.000	0.687	896.685
3	NaOh 5% 2 jam	0.031	0.0008	100.000	0.982	1280.978
Rata-rata		0.029	0.0007	90.000	0.884	1323.460
No. Spesimen	Jenis Perlakuan	Diameter Serat(mm)	Luas serat(mm ²)	Pembebanan (gram)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik(N/mm ²)
1	NaOh 5% 4 jam	0.031	0.0008	70.000	0.687	896.685
2	NaOh 5% 4 jam	0.031	0.0008	50.000	0.491	640.489
3	NaOh 5% 4 jam	0.031	0.0008	70.000	0.687	896.685
Rata-rata		0.031	0.0008	63.333	0.622	811.286
No. Spesimen	Jenis Perlakuan	Diameter Serat(mm)	Luas serat(mm ²)	Pembebanan (gram)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik(N/mm ²)
1	NaOh 5% 6 jam	0.047	0.0017	120.000	1.178	683.188
2	NaOh 5% 6 jam	0.047	0.0017	110.000	1.080	626.256
3	NaOh 5% 6 jam	0.044	0.0015	110.000	1.080	718.916
Rata-rata		0.046	0.0016	113.333	1.113	674.896
No. Spesimen	Jenis Perlakuan	Diameter Serat(mm)	Luas serat(mm ²)	Pembebanan (gram)	Gaya Tarik (N)	Tegangan Tarik(N/mm ²)
1	NaOh 5% 8 jam	0.056	0.0025	130.000	1.277	513.973
2	NaOh 5% 8 jam	0.047	0.0017	80.000	0.786	455.459
3	NaOh 5% 8 jam	0.047	0.0017	70.000	0.687	398.527
Rata-rata		0.050	0.0020	93.333	0.917	467.023

Lampiran 7. Pengujian kestabilan tarik komposit variasi Vf

No Spesimen	Vf	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	20%	3.20	13.00	41.60	116.70	27.55
2	20%	3.00	13.00	39.00	99.20	24.98
3	20%	3.00	13.00	39.00	89.00	22.41
4	20%	3.00	13.00	39.00	92.60	23.32
5	20%	3.20	13.00	41.60	73.20	17.28
Rata-rata				40.04	94.14	23.11
No Spesimen	Vf	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	30%	3.30	13.00	42.90	94.30	21.59
2	30%	3.30	13.00	42.90	82.60	18.91
3	30%	3.15	13.00	40.95	101.50	24.34
4	30%	3.20	13.00	41.60	126.20	29.79
5	30%	3.60	13.00	46.80	98.80	20.73
Rata-rata				43.03	100.68	23.07
No Spesimen	Vf	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	40%	3.40	13.00	44.20	120.70	26.82
2	40%	3.60	13.00	46.80	118.00	24.76
3	40%	3.30	13.00	42.90	150.40	34.43
4	40%	3.85	13.00	50.05	156.30	30.67
5	40%	3.30	13.00	42.90	154.50	35.37
Rata-rata				45.37	139.98	30.41
No Spesimen	Vf	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	50%	4.75	13.00	61.75	211.70	33.67
2	50%	4.55	13.00	59.15	128.20	21.28
3	50%	4.60	13.00	59.80	199.10	32.70
4	50%	4.80	13.00	62.40	211.80	33.33
Rata-rata				60.78	187.70	30.24

Lampiran 8. hasil uji impak core SP:UF

No.	SP:UF	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	α (Sudut Ayun Pendulum Tanpa Beban)	β (Sudut setelah mengenai spesimen)	Eserap (J)	Kekuatan Impak (J/mm ²)
1	70%:30%	11.35	10	113.5	29	25	0.167	0.0015
2	70%:30%	10.85	10	108.5	29	26	0.127	0.0012
3	70%:30%	10	10	100	29	26	0.127	0.0013
4	70%:30%	11	10	110	29	27	0.086	0.0008
Rata-Rata							0.127	0.0012
No.	SP:UF	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	α	β	Eserap (J)	Kekuatan Impak (J/mm ²)
1	60%:40%	12.5	10	125	29	20	0.342	0.0027
2	60%:40%	12.1	10	121	29	20	0.342	0.0028
3	60%:40%	12.8	10	128	29	23	0.241	0.0019
Rata-Rata							0.309	0.0025
No Spesimen	SP:UF	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	α	β	Eserap (J)	Kekuatan Impak (J/mm ²)
1	50%:50%	12.3	10	123	29	23	0.241	0.0020
2	50%:50%	12.65	10	126.5	29	25	0.167	0.0013
3	50%:50%	11.85	10	118.5	29	27	0.086	0.0007
Rata-Rata							0.165	0.0013
No.	SP:UF	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	α	β	Eserap (J)	Kekuatan Impak (J/mm ²)
1	40%:60%	12.1	10	121	29	27	0.086	0.0007
2	40%:60%	11.9	10	119	29	21	0.310	0.0026
3	40%:60%	12.1	10	121	29	25	0.167	0.0014
Rata-Rata							0.188	0.0016
No.	SP:UF	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Luas (mm ²)	α	β	Eserap (J)	Kekuatan Impak (J/mm ²)
1	30%:70%	11.2	10	112	29	25	0.167	0.0015
2	30%:70%	14	10	140	29	26	0.127	0.0009
3	30%:70%	14	10	140	29	27	0.086	0.0006
Rata-Rata							0.127	0.0010

Lampiran 9. Hasil uji tarik core SP:UF

No Spesimen	SP:UF	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	70%:30%	11.00	19.00	209.00	11.10	0.522
2	70%:30%	12.00	19.00	228.00	11.00	0.474
3	70%:30%	14.00	19.00	266.00	9.60	0.354
4	70%:30%	13.00	19.00	247.00	8.80	0.350
5	70%:30%	10.90	19.00	207.10	11.30	0.536
Rata-Rata						0.447
No Spesimen	SP:UF	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	60%:40%	13.00	19.00	247.00	6.30	0.250
2	60%:40%	13.80	19.00	262.20	5.90	0.221
3	60%:40%	13.40	19.00	254.60	6.10	0.235
4	60%:40%	11.00	19.00	209.00	7.20	0.338
5	60%:40%	12.90	19.00	245.10	7.00	0.280
Rata-Rata						0.265
No Spesimen	SP:UF	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	50%:50%	12.10	19.00	229.90	5.00	0.214
2	50%:50%	10.80	19.00	205.20	6.70	0.321
3	50%:50%	11.85	19.00	225.15	5.80	0.253
4	50%:50%	11.65	19.00	221.35	3.60	0.160
5	50%:50%	11.25	19.00	213.75	7.50	0.345
Rata-Rata						0.258
No Spesimen	SP:UF	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	40%:60%	12.10	19.00	229.90	2.10	0.090
2	40%:60%	13.10	19.00	248.90	2.20	0.087
3	40%:60%	12.50	19.00	237.50	2.00	0.083
4	40%:60%	12.65	19.00	240.35	2.30	0.094
5	40%:60%	11.55	19.00	219.45	2.90	0.130
Rata-Rata						0.097
No Spesimen	SP:UF	Tebal(mm)	Lebar(mm)	Luas(mm ²)	Beban(Kg)	Tegangan tarik(N/mm ²)
1	30%:70%	10.75	19.00	204.25	0.90	0.043
2	30%:70%	11.15	19.00	211.85	4.30	0.199
3	30%:70%	11.40	19.00	216.60	2.80	0.127
4	30%:70%	12.00	19.00	228.00	2.30	0.099
5	30%:70%	11.50	19.00	218.50	3.40	0.153
Rata-Rata						0.124

Lampiran 10. Hasil uji bending core SP:UF

No Spesimen	SP:UF	L(mm)	b(mm)	d(mm ²)	P(kN)	P(N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	70%:30%	160.00	40.00	14.35	0.19	190.00	2.77
2	70%:30%	160.00	40.00	14.00	0.05	51.00	0.78
3	70%:30%	160.00	40.00	13.20	0.06	61.00	1.05
4	70%:30%	160.00	40.00	14.00	0.05	51.00	0.78
Rata-Rata							1.34
No Spesimen	SP:UF	L(mm)	b(mm)	d(mm ²)	P(kN)	P(N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	60%:40%	160.00	40.00	13.35	0.16	162.00	2.73
2	60%:40%	160.00	40.00	15.10	0.06	57.00	0.75
3	60%:40%	160.00	40.00	15.85	0.05	54.00	0.64
4	60%:40%	160.00	40.00	15.00	0.10	101.00	1.35
5	60%:40%	160.00	40.00	13.00	0.07	71.00	1.26
Rata-Rata							1.35
No Spesimen	SP:UF	L(mm)	b(mm)	d(mm ²)	P(kN)	P(N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	50%:50%	160.00	40.00	11.25	0.15	146.00	3.46
2	50%:50%	160.00	40.00	12.20	0.05	50.00	1.01
3	50%:50%	160.00	40.00	12.50	0.05	47.00	0.90
4	50%:50%	160.00	40.00	13.00	0.05	47.00	0.83
Rata-Rata							1.55
No Spesimen	SP:UF	L(mm)	b(mm)	d(mm ²)	P(kN)	P(N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	40%:60%	160.00	40.00	12.60	0.04	40.00	0.76
2	40%:60%	160.00	40.00	13.80	0.06	57.00	0.90
3	40%:60%	160.00	40.00	13.60	0.05	51.00	0.83
4	40%:60%	160.00	40.00	11.85	0.02	24.00	0.51
Rata-Rata							0.75
No Spesimen	SP:UF	L(mm)	b(mm)	d(mm ²)	P(kN)	P(N)	Kekuatan Bending (N/mm ²)
1	30%:70%	160.00	40.00	13.80	0.03	34.00	0.54
2	30%:70%	160.00	40.00	14.70	0.05	50.00	0.69
3	30%:70%	160.00	40.00	12.10	0.16	156.00	3.20
Rata-Rata							1.48

Lampiran 11. Hasil uji densitas core SP:UF

No.	SP:UF	P (mm)	L (mm)	T (mm)	Volume (cm ³)	Massa (gram)	Densitas (gram/cm ³)
1	70%:30%	40	40	14.66	23.456	7.62	0.325
2	70%:30%	40	40	15.34	24.544	9.27	0.378
3	70%:30%	40	40	15.46	24.736	8.1	0.327
Rata-Rata							0.343
1	60%:40%	40	40	14.06	22.496	7.58	0.337
2	60%:40%	40	40	14.64	23.424	8.16	0.348
3	60%:40%	40	40	14.7	23.52	8.17	0.347
Rata-Rata							0.344
1	50%:50%	40	40	12.8	20.48	8.93	0.436
2	50%:50%	40	40	13.66	21.856	9.89	0.453
3	50%:50%	40	40	13.1	20.96	10.16	0.485
Rata-Rata							0.458
1	40%:60%	40	40	14.04	22.464	10.12	0.450
2	40%:60%	40	40	14.24	22.784	10.82	0.475
3	40%:60%	40	40	14.18	22.688	10.62	0.468
Rata-Rata							0.464
1	30%:70%	40	40	13.82	22.112	10.77	0.487
2	30%:70%	40	40	15.42	24.672	10.98	0.445
3	30%:70%	40	40	14.78	23.648	10.78	0.456
Rata-Rata							0.463

Lampiran 12. Hasil uji kestabilan dimensi core SP:UF

No Spesimen	SP:UF	Li(mm)	Lf(mm)	Perubahan Dimensi (%)
1	70%:30%	19.66	19.06	-3.05
2	70%:30%	19.54	19.52	-0.10
3	70%:30%	19.3	19.22	-0.41
4	70%:30%	20.62	20.32	-1.45
5	70%:30%	20.62	20.34	-1.36
6	70%:30%	20.62	20.4	-1.07
Rata-Rata				-1.24
1	60%:40%	19.82	19.3	-2.62
2	60%:40%	20	19.88	-0.60
3	60%:40%	20.04	19.9	-0.70
4	60%:40%	20.32	20.16	-0.79
5	60%:40%	20.58	20.22	-1.75
6	60%:40%	20.82	20.08	-3.55
Rata-Rata				-1.67
1	50%:50%	22.34	22.12	-0.98
2	50%:50%	21.88	21.86	-0.09
3	50%:50%	21.42	21.32	-0.47
4	50%:50%	17.5	17.32	-1.03
5	50%:50%	17.5	17.2	-1.71
6	50%:50%	17.5	17.38	-0.69
Rata-Rata				-0.83
1	40%:60%	19.36	19.26	-0.52
2	40%:60%	19	18.94	-0.32
3	40%:60%	18.44	18.34	-0.54
4	40%:60%	19.72	19.68	-0.20
5	40%:60%	20.6	20.44	-0.78
6	40%:60%	21.12	21.08	-0.19
Rata-Rata				-0.42
1	30%:70%	19.9	19.18	-3.62
2	30%:70%	18.74	18.44	-1.60
3	30%:70%	19.08	18.72	-1.89
4	30%:70%	18.96	18.32	-3.38
5	30%:70%	19.04	18.64	-2.10
6	30%:70%	19.56	18.42	-5.83
Rata-Rata				-3.07

Lampiran 13. Hasil uji tekan core SP:UF

No. Spesimen	SP:UF	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas (mm ²)	P (kN)	P (N)	Kekuatan Tekan (N/mm ²)
1	70%:30%	80.00	50.00	14.40	720.00	0.20	200.00	0.28
2	70%:30%	80.00	50.00	15.50	775.00	0.11	110.00	0.14
3	70%:30%	80.00	50.00	16.70	835.00	0.13	130.00	0.16
4	70%:30%	80.00	50.00	13.00	650.00	0.09	90.00	0.14
5	70%:30%	80.00	50.00	12.70	635.00	0.34	340.00	0.54
Rata-Rata								0.25
1	60%:40%	80.00	50.00	13.40	670.00	0.28	280.00	0.42
2	60%:40%	80.00	50.00	14.70	735.00	0.25	250.00	0.34
3	60%:40%	80.00	50.00	14.75	737.50	0.34	336.00	0.46
4	60%:40%	80.00	50.00	13.15	657.50	0.29	290.00	0.44
5	60%:40%	80.00	50.00	15.00	750.00	0.28	280.00	0.37
Rata-Rata								0.41
1	50%:50%	80.00	50.00	12.45	622.50	0.26	260.00	0.42
2	50%:50%	80.00	50.00	13.80	690.00	0.27	270.00	0.39
3	50%:50%	80.00	50.00	13.40	670.00	0.30	300.00	0.45
4	50%:50%	80.00	50.00	11.50	575.00	0.15	150.00	0.26
5	50%:50%	80.00	50.00	13.10	655.00	0.25	250.00	0.38
Rata-Rata								0.38
1	40%:60%	80.00	50.00	11.65	582.50	0.37	370.00	0.64
2	40%:60%	80.00	50.00	13.00	650.00	0.33	330.00	0.51
3	40%:60%	80.00	50.00	13.10	655.00	0.35	350.00	0.53
4	40%:60%	80.00	50.00	11.90	595.00	0.27	270.00	0.45
5	40%:60%	80.00	50.00	12.30	615.00	0.49	490.00	0.80
Rata-Rata								0.59
1	30%:70%	80.00	50.00	14.50	725.00	0.46	460.00	0.63
2	30%:70%	80.00	50.00	14.80	740.00	0.47	470.00	0.64
3	30%:70%	80.00	50.00	12.60	630.00	0.60	600.00	0.95
4	30%:70%	80.00	50.00	12.15	607.50	0.48	480.00	0.79
5	30%:70%	80.00	50.00	13.80	690.00	0.51	510.00	0.74
Rata-Rata								0.75

Lampiran 14. Hasil uji geser core SP:UF

No Spesimen	SP:UF	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Luas(mm ²)	P(kN)	P(N)	Tegangan Geser (N/mm ²)
1	70%:30%	31.50	32.90	1036.35	0.10	100.00	0.10
2	70%:30%	31.30	29.90	935.87	0.08	80.00	0.09
3	70%:30%	30.55	31.10	950.11	0.04	40.00	0.04
4	70%:30%	31.25	30.00	937.50	0.09	90.00	0.10
5	70%:30%	30.75	29.65	911.74	0.06	60.00	0.07
Rata-Rata							0.08
1	60%:40%	31.85	27.35	871.10	0.11	110.00	0.13
2	60%:40%	30.00	31.85	955.50	0.10	100.00	0.10
3	60%:40%	32.30	27.15	876.95	0.10	100.00	0.11
Rata-Rata							0.11
1	50%:50%	32.80	28.00	918.40	0.14	139.00	0.15
2	50%:50%	31.20	31.15	971.88	0.20	200.00	0.21
3	50%:50%	30.90	27.50	849.75	0.11	110.00	0.13
4	50%:50%	32.00	28.65	916.80	0.12	120.00	0.13
5	50%:50%	30.00	28.30	849.00	0.20	200.00	0.24
Rata-Rata							0.17
1	40%:60%	32.80	27.80	911.84	0.11	110.00	0.12
2	40%:60%	31.75	29.65	941.39	0.19	190.00	0.20
3	40%:60%	31.50	27.45	864.68	0.20	200.00	0.23
4	40%:60%	31.20	31.20	973.44	0.23	230.00	0.24
5	40%:60%	32.00	29.90	956.80	0.18	180.00	0.19
Rata-Rata							0.20
1	30%:70%	31.00	29.85	925.35	0.20	200.00	0.22
2	30%:70%	29.90	28.75	859.63	0.11	110.00	0.13
3	30%:70%	31.75	29.15	925.51	0.07	70.00	0.08
4	30%:70%	31.80	28.30	899.94	0.10	100.00	0.11
5	30%:70%	32.20	28.25	909.65	0.10	100.00	0.11
Rata-Rata							0.13

Lampiran 16. Dokumentasi

A. Proses perlakuan alkali serat ramie



Penimbangan NaOH Teknis



Pemasukan NaOH teknis ke dalam bak penampung



Proses pencampuran NaOH dengan akuades



Proses perlakuan alkali serat ramie

B. Proses pembuatan komposit Serat Ramie



Serat Ramie



Penimbangan resin



Pengukuran katalis



Pencetakan komposit



Hasil cetakan komposit

C. Proses pembuatan core SP:UF



Hardener UF



Penimbangan UF



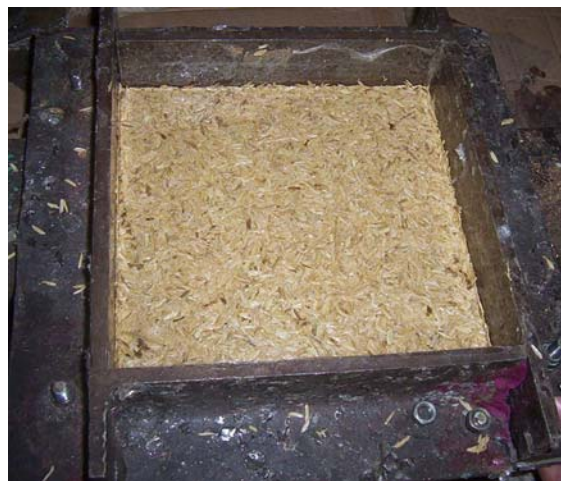
Penimbangan SP



Proses spray up UF ke SP



Proses pencetakan core SP:UF



Hasil cetakan core SP:UF