



PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN DOSEN PEMULA

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

LAPORAN AKHIR

1. JUDUL PENELITIAN

Analisis Variasi Tenunan Serat Pelepah Sawit Dan Serat Sintetis (UHMWPE) Terhadap Kekuatan Komposit Sebagai Bahan Pembuatan Soft Body Armors

Bidang Fokus	Tema	Topik (jika ada)	Prioritas Riset
Pertahanan dan Keamanan	Teknologi pendukung hankam	Pengembangan sumber daya pertahanan	Material maju

Rumpun Ilmu Level 1	Rumpun Ilmu Level 2	Rumpun Ilmu Level 3
ILMU TEKNIK	ILMU KETEKNIKAN INDUSTRI	Teknik Mesin

Skema Penelitian	Strata (Dasar/Terapan/Pengembangan)	Nilai SBK	Target Akhir TKT	Lama Kegiatan
Penelitian Dosen Pemula	Riset Dasar	50.000.000	3	1 Tahun

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
HERWANDI 0210027401 Ketua Pengusul Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Dosen	Teknik Perancangan Mekanik	Mengatur semua tahapan proses penelitian, mengkoordinir semua kegiatan dengan para anggota dalam pembuatan sample uji, pengujian mekanik, pengamatan morfologi permukaan dengan SEM dan melakukan analisis hasil uji coba dengan anggota peneliti 1.	6006081
YULIYANTO 0216077503 Anggota Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Dosen	Teknik Mesin dan Manufaktur	pembuatan sample uji (pembuatan tenunan serat pelepah sawit dan UHMWPE), pengujian tarik, pengujian flexure, pengamatan morfologi permukaan dengan SEM, analisis data bersama ketua peneliti.	6644809
ADHE ANGGRY 0225107502 Anggota Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Dosen	Teknik Perancangan Mekanik	Membantu dalam proses pembuatan tenunan serat pelepah sawit dan serat UHMWPE, dan analisis data hasil proses SEM	6653105
MUHAMMAD ZAKI ARIZA 0022420 Mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Mahasiswa	Teknik Perancangan Mekanik	Pengambilan serat pelepah sawit diperkebunan, membantu proses pembuatan tenunan serat pelepah sawit dan serat UHMWPE, membantu proses perlakuan kimia terhadap serat pelepah sawit, dan membantu proses pengujian mekanik.	-

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
NABILA NUR AFIFAH 0022421 Mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Mahasiswa	Teknik Perancangan Mekanik	Pengambilan serat pelepah sawit diperkebunan, membantu proses pembuatan tenunan serat pelepah sawit dan serat UHMWPE, membantu proses perlakuan kimia terhadap serat pelepah sawit, dan membantu proses pengujian mekanik.	-

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (Jika Ada)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Dana
PT. Gunung Maras Lestari	Dede Pramayuda	Tahun 1 Rp 0

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian	Keterangan
1	Artikel di Jurnal	Artikel di Jurnal Bereputasi Internasional	Accepted/Published	https://macs.semnan.ac.ir/

5. ANGGARAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

Total RAB 1 Tahun Rp 49.240.000,00

Tahun 1 Total Rp 49.240.000,00

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Cetakan uji flexure	Unit	30	200.000	6.000.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Cetakan uji tarik	Unit	30	98.000	2.940.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Glass 500 ml Pyrex	Unit	4	43.000	172.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Glass 250 ml Pyrex	Unit	4	37.000	148.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Katalis/Hardener (MEKPo) - 5 kg	Unit	3	420.000	1.260.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Kuas, jepit, cutter, dan kotak utk benda uji	Unit	1	300.000	300.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	pipe Plastik	Unit	2	10.000	20.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Serat UHMWPE	Unit	23	350.000	8.050.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unsaturated poliester merk SHCP 2668 WNC - 20 kg	Unit	5	689.000	3.445.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Wax glasses untuk mencegah lengketnya resin ke cetakan	Unit	5	301.000	1.505.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Bereputasi Internasional	Biaya publish di jurnal International: Journal Mechanics of advanced Composite Structures (https://macs.semnan.ac.id/)	Paket	1	4.000.000	4.000.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa mobil ke desa mabat-bakam (pengambilan pelepah sawit dan koordinasi dengan Mitra)	OK (kali)	4	350.000	1.400.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Bayar sewa peralatan uji balistik (Senjata dan lapangan tembak)	Unit	40	300.000	12.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa peralatan pengerjaan penghalusan pelepah sawit menjadi serat pelepah sawit	Unit	20	200.000	4.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa peralatan pengerjaan tenunan serat	Unit	10	400.000	4.000.000

*. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Penelitian serat alami seperti serat pelepah sawit untuk berbagai kebutuhan sudah banyak dilakukan para peneliti. Penelitian yang sudah dilakukan pada serat pelepah sawit, masih banyak kekurangan yang dilakukan para peneliti sebelumnya, yaitu: penelitiannya masih menggunakan serat yang dipotong kecil-kecil, padahal kekuatan dengan serat potongan kecil tidak kuat. Selain itu juga khusus untuk soft body armors belum ada penelitian yang menggunakan serat pelepah sawit. Oleh karena itu untuk mencapai pemanfaatan lebih luas maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode yang dijelaskan seperti mengubah serat pelepah sawit menjadi tenunan yang digabungkan dengan serat sintesis (UHMWPE) sebagai penguat dan resin sebagai matrik. Penggunaan resin hanya untuk uji tarik dan flexure, sedangkan untuk shooting test tidak menggunakan resin. Kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian adalah untuk mendapatkan komposit dari tenunan serat pelepah sawit yang telah diperlakukan dengan larutan kimia (NaOH, Acetyl acid, dan Silane) dengan serat UHMWPE, kemudian dilakukan proses pembuatan variasi tenunan terhadap kedua serat alami dan serat UHMWPE ini. Selanjutnya dilakukan uji kekuatan tarik (ASTM D3039), flexure (ASTM D7264) dan uji balistik (National Institute of Justice (NIJ)). Hasil pengujian tarik dan flexure menjelaskan bahwa komposisi benda uji NaOH 5% dengan Acetyl acid 1 jam memberi nilai pengujian tarik dan flexure yang lebih baik dan hasil shooting test juga menjelaskan bahwa NaOH 5% dengan Acetyl acid 1 jam yang berada pada variasi 4 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan variasi yang lain. Variasi 4 ini merupakan gabungan antara layer variasi 1 dan layer tenunan serat UHMWPE. Untuk melihat bentuk patahan dari uji tarik dengan menggunakan mikroskop type Raxvision SWH 45x, keseluruhan benda uji memiliki void, sehingga sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari benda uji. Selain itu regangan serat UHMWPE lebih besar dari regangan serat OPF dan resin maka serat UHMWPE tidak mengalami kerusakan sedangkan serat OPF dan resin langsung hancur atau putus.

B. KATA KUNCI

Serat_pelepah_sawit; UHMWPE; NaOH; Acetyl_acid; Silane

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan saat ini adalah pengambilan serat pelepah sawit di perusahaan perkebunan PT. Gunung Maras Lestari (PT.GML) [1]. Pelepah yang sudah diambil selanjutnya dihancurkan atau dikelupaskan kulit keras pelepah tersebut seperti Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pengupasan kulit keras

Proses selanjutnya dilakukan perendaman selama 1 bulan lebih seperti Gambar 2 dibawah ini. Perendaman ini dilakukan untuk melunakkan pelepah agar mendapat serat sawit tersebut.



Gambar 2. Proses perendaman

Perendaman pelepah sawit ini membutuhkan waktu yang sangat lama agar mendapatkan serat sawit yang mudah dilepaskan dari partikel-partikel yang melapisi serat. Dari proses perendaman ini selanjutnya dilakukan penjemuran (Gambar 3) untuk mendapatkan serat sawit yang kering agar mengurangi kadar air dan mudah disikat untuk menghilangkan partikel-partikel yang melekat pada serat. Proses penyikatan serat dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 3. Proses pengeringan



Gambar 4. Proses penyikatan serat

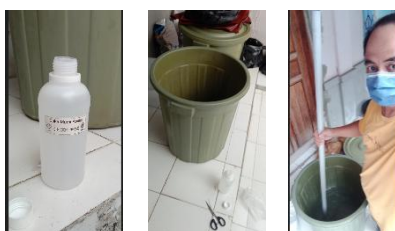
Selain dengan proses penyikatan untuk menghilangkan partikel yang melekat pada serat dan sekaligus memperkuat kekuatan tarik dari serat maka perlu dilakukan perlakuan kimia seperti perlakuan kimia NaOH [2][3][4][5], Acetyl acid [6] dan Silane [6]. Proses perlakuan kimia NaOH dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perlakuan kimia NaOH

Setelah proses perlakuan kimia NaOH selanjutnya dilakukan pengeringan dengan cara dijemur dengan panas matahari mengingat jumlah seratnya yang banyak sehingga tidak memungkinkan dilakukan dengan oven pemanas (ukuran terlalu kecil). Dalam proses perlakuan kimia NaOH ini dibagi 2 variasi diantaranya: variasi pertama untuk presentase 10% NaOH dengan waktu rendam 90 menit, dan variasi kedua 5% NaOH dengan waktu 90 menit [3][4].

Proses untuk perlakuan kimia Acetyl acid dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini. Perlakuan kimia Acetyl acid dilakukan dalam 4 variasi diantaranya adalah variasi pertama untuk presentase 5% Acetyl acid dengan waktu rendam 1 jam, variasi kedua untuk presentase



Gambar 6. Perlakuan kimia Acetyl acid

5% Acetyl acid dengan waktu rendam 3 jam, variasi ketiga untuk presentase 10% Acetyl acid dengan waktu rendam 1 jam, dan variasi keempat untuk presentase 5% Acetyl acid dengan waktu rendam 3 jam [7]. Setiap variasi yang dilakukan perendaman perlu dilakukan pengeringan untuk memastikan pengaruh Acetyl acid dapat berfungsi optimal.

Untuk perlakuan kimia silane dapat dilihat pada Gambar 7. Proses perlakuan kimia silane



Gambar 7. Perlakuan kimia Silane

dilakukan dalam 4 variasi diantaranya adalah variasi pertama untuk presentase 2% Silane dari serat 10% 3jam dengan waktu rendam 3 jam, variasi kedua untuk presentase 2% Silane dari serat 10% 1jam dengan waktu rendam 3 jam, variasi ketiga untuk presentase 2% Silane dari serat 5% 3jam dengan waktu rendam 3 jam, dan variasi keempat untuk presentase 2% Silane dari serat 5% 1jam dengan waktu rendam 3 jam [6]. Dalam proses kimia silane terhadap serat sawit ini dilakukan penjemuran dengan sinar matahari untuk mendapatkan pengaruh optimal dari perlakuan kimia silane.

Proses selanjutnya adalah pemotongan serat sawit dengan ukuran 200 mm. Gambar 8 menunjukkan proses pemotongan serat untuk bahan pembuatan benda uji.



Gambar 8. Proses pemotongan serat sawit untuk persiapan benda uji

Selain mempersiapkan potongan serat sawit juga mempersiapkan pemotongan benang UHMWPE [8] dengan ukuran 200 mm. Serat sawit yang telah dipotong selanjutnya dibuat menjadi bentuk pelintiran dari beberapa serat, mengingat ukuran serat sawit tidak besar (0.2 mm sampai 0.8 mm). Pelintiran serat sawit ini juga dilakukan karena benang UHMWPE berukuran 2 mm dan 1.2 mm. Oleh karena itu perlu dibuat pelintiran dengan beberapa serat menjadi ukuran sebesar ukuran serat benang UHMWPE yang digunakan. Proses pelintiran serat sawit dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini. Benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan bentuk tenunan, sehingga dengan adanya pelintiran serat sawit yang berukuran sama dengan benang UHMWPE sangat membantu sekali dalam proses tenunannya.



Gambar 9. Proses pelintiran serat sawit

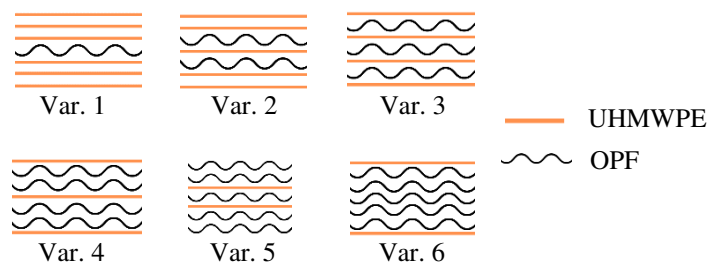
Untuk benda uji tarik dan uji lentur bentuk tenunan tidak bisa digunakan dalam benda uji mengingat tebal dan lebar benda uji yang sesuai standar uji tidak memungkinkan diletakkan tenunan, sehingga untuk mewakili bentuk tenunan dan memudahkan memasukkan serat sawit dan benang UHMWPE masuk ke cetakan maka dilakukan penyusunan serat sawit dan benang

UHMWPE dan kemudian dijahit sehingga keduanya bisa menyatu. Gambar 10 menunjukkan proses penjahitan serat sawit dan benang UHMWPE.



Gambar 10. Proses penjahitan serat sawit dan benang UHMWPE

Setelah proses penjahitan dilanjutkan ke proses pembuatan benda uji tarik dan uji lentur dengan bahan matrik dari resin unsaturated polyester dengan merk SHCP 2668 WNC [3][4]. Proses pembuatan benda uji tarik dan uji lentur sesuai dengan variasi benda uji pada Gambar 11 dan proses pembuatannya dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini.



Gambar 11. Variasi benda uji tarik dan uji lentur



Gambar 12. Proses pembuatan benda uji tarik dan uji lentur

Khusus untuk benda uji tembak, bentuk benda uji dibuat tenunan [8] dengan beberapa variasi seperti Gambar 13 dan proses tenunan benda uji tembak dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini.



Gambar 16. Proses pengujian benda uji tarik

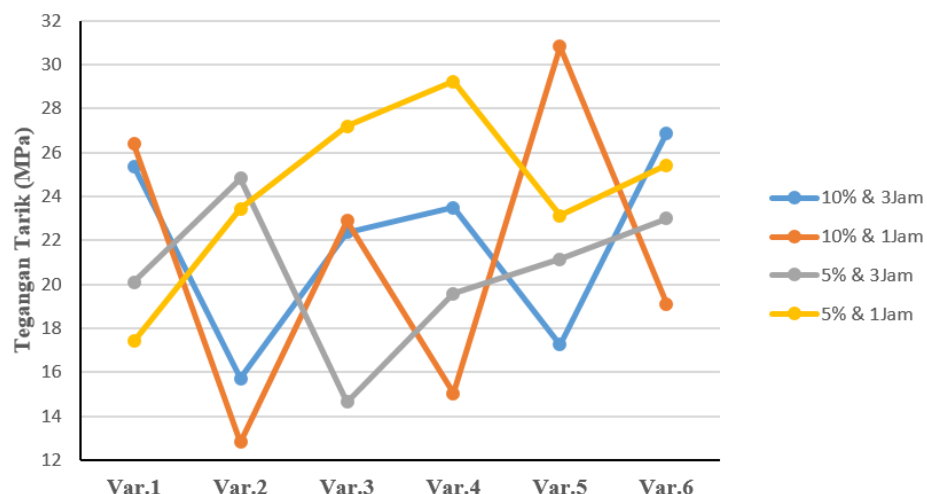
Untuk benda uji tembak masih dalam proses tenun (lihat Gambar 17), saat ini baru menyampai presentase 60%. Variasi benda uji tembak berjumlah 4 variasi dimana setiap variasi terdiri dari 5 layer. Saat ini baru diselesai 3 variasi dengan 5 layer, tinggal 1 variasi lagi dengan 5 layer. Setelah itu setiap variasi akan ditempelkan pada papan untuk memperkuat benda uji tembak saat ditembak sehingga setiap ikatan tenun lebih kuat saat terjadi tembakan sehingga fungsi tenunan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 17. Tenunan benda uji tembak

Hasil pengujian tarik

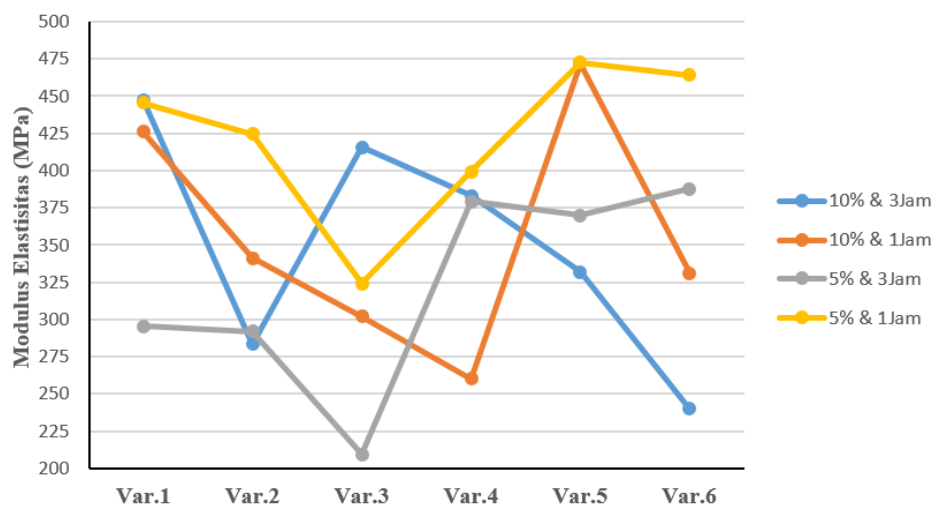
Hasil pengujian tarik dengan menggunakan mesin universal testing machine dan standar pengujian yang digunakan adalah ASTM D-638 terdiri dari kekuatan tarik (Gambar 18), modulus elastisitas (Gambar 19) dan regangan (Gambar 20).



Gambar 18. Tegangan tarik benda uji

Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 18 ini dapat dianalisis beberapa hal diantaranya adalah:

- Kekuatan tarik maksimum terjadi pada variasi 5 sebesar 30,8105 MPa dengan komposisi benda uji pada perlakuan NaOH 10% dengan perlakuan *Acetyl Acid* selama 1 jam. Kondisi ini terjadi mengingat matriks menyerap lebih banyak kedalam tenunan serat sawit dimana serat sawit berada pada posisi samping.
- Pada variasi 5 ini benda uji dengan perlakuan NaOH 5% dan memiliki perlakuan *Acetyl Acid* selama 1 jam dan 3 jam lebih unggul dari NaOH 10% yang perlakuan *Acetyl Acid* selama 3 jam. Ini menunjukkan bahwa perlakuan serat sawit dengan *Acetyl Acid* selama 3 jam tidak memberi banyak kontribusi terhadap kekuatan mekanik serat alam.
- Variasi 3 dan variasi 4 didominasi oleh benda uji NaOH 5% yang memiliki perlakuan *Acetyl Acid* selama 1 jam berada pada tegangan tarik tertinggi. Variasi 4 yang memiliki nilai tertinggi dari variasi 3 menunjukkan bahwa NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* selama 1 jam yang dilakukan pada serat pelepah sawit dapat berkontribusi banyak untuk menahan tekanan yang diberikan bila bergabung dengan serat UHMWPE.
- Benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* selama 1 jam juga mendominasi kekuatan tarik peringkat kedua pada variasi 2, variasi 5 dan variasi 6. Kondisi ini menunjukkan bahwa NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* selama 1 jam lebih banyak memiliki kemampuan untuk meningkatkan kekuatan tarik dari serat alami.
- Kekuatan tarik dari *dashboard* mobil yang memiliki jenis bahan plastik ABS *High Impact* adalah sebesar 20-40 Mpa, sehingga penelitian ini sudah memenuhi standar.

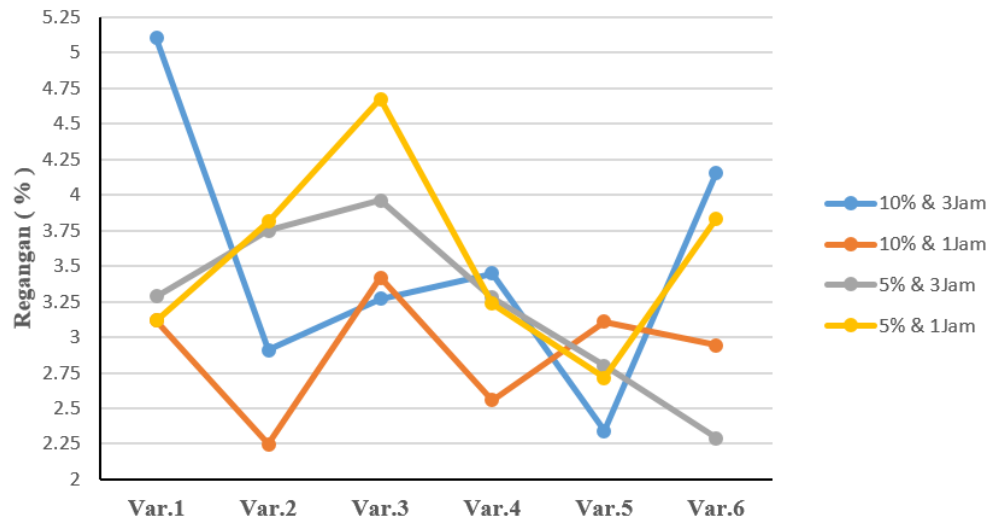


Gambar 19 Modulus elastisitas benda uji

Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 19 ini dapat dianalisis beberapa hal diantaranya adalah:

- Modulus elastisitas benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam terjadi penurunan mulai dari variasi 1 ke variasi 3 dan kemudian naik secara kontinyu dari variasi 3 ke variasi 4 dan variasi 5. Ini menunjukkan bahwa NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam lebih optimal dibandingkan dengan komposisi kimia yang lain.

- Nilai maksimum modulus elastisitasnya 472,7295 Mpa (benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam pada variasi 5). Kemampuan NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam lebih baik untuk meningkatkan kemampuan serat alami.
- Variasi 1, variasi 2, variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 menunjukkan bahwa NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam berada pada posisi tertinggi dari perlakuan kimia yang lain.



Gambar 20 Regangan benda uji

Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 20 ini dapat dianalisis beberapa hal diantaranya adalah:

- Nilai maksimum regangan terjadi pada variasi 1 untuk benda uji NaOH 10% dengan *Acetyl Acid* 3 jam sebesar 5,099 %, dan regangan nomor dua tertinggi terjadi pada NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam sebesar 4,671 %.
- Penurunan nilai regangan secara kontinyu pada NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam yang dimulai dari variasi 3 sampai variasi 5.
- Nilai regangan dari *dashboard* mobil yang memiliki jenis bahan plastik ABS *High Impact* adalah 2 %. Sehingga penelitian ini sudah memenuhi standar bila digunakan untuk kebutuhan *dashboard* mobil.

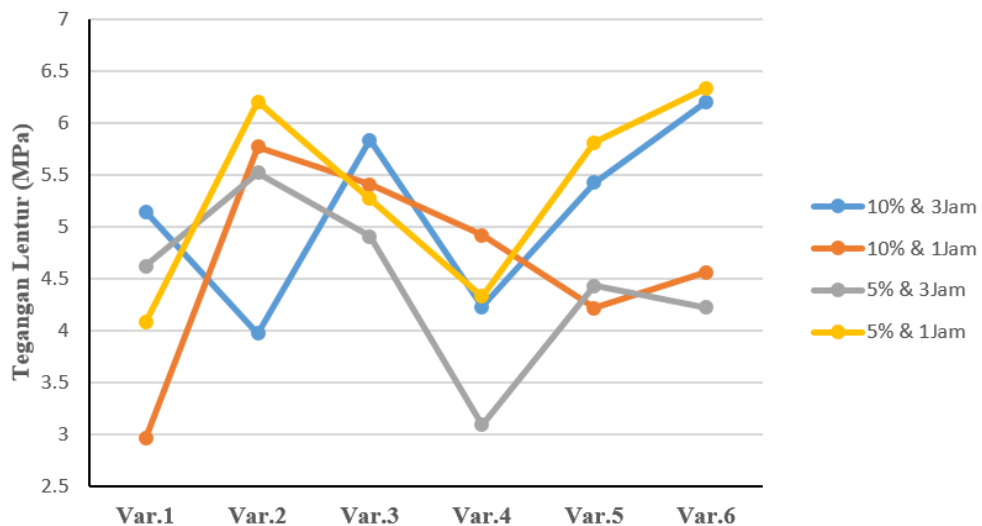
Hasil pengujian flexure

Hasil pengujian flexure dengan menggunakan mesin universal testing machine dan standar pengujian yang digunakan adalah ASTM D-790 terdiri dari tegangan lentur (Gambar 21) dan modulus lentur (Gambar 22).

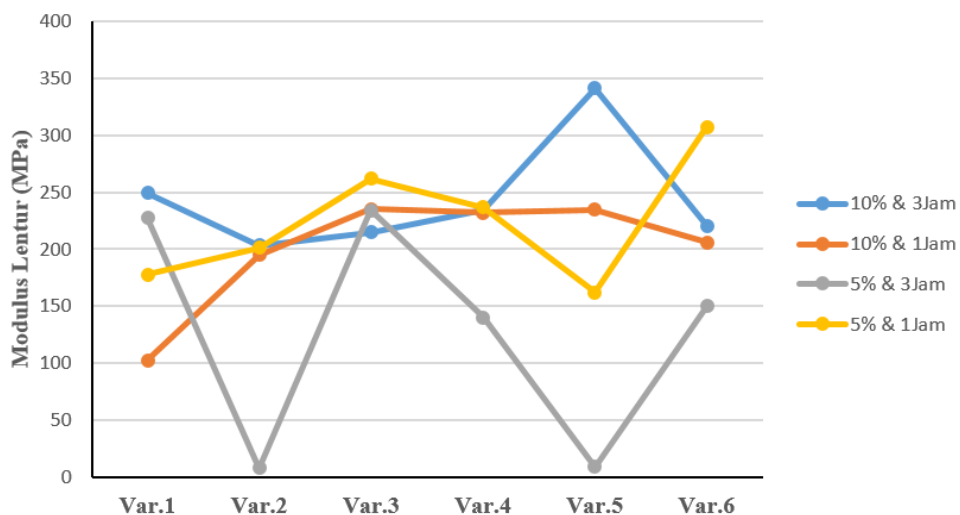
Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 21 ini dapat dianalisis beberapa hal diantaranya adalah:

- Nilai maksimal tegangan lentur terjadi pada benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam pada variasi 6 sebesar 6,34 MPa.

- Benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam memiliki nilai maksimal tegangan lentur pada variasi 2, variasi 5 dan variasi 6. Ini menunjukkan bahwa kemampuan serat pelepah sawit yang diperlakukan secara kimia dapat meningkatkan kemampuan tegangan lentur.
- Nilai tegangan lentur dari *dashboard* mobil yang memiliki jenis bahan plastik ABS *High Impact* adalah 37-76 MPa. Sehingga tegangan lentur yang diperoleh dari penelitian ini tidak memenuhi standar *dashboard*, maka perlu dilakukan pengkajian lagi terhadap benda uji yang dibuat.



Gambar 21 Tegangan Lentur



Gambar 22 Modulus Lentur

Dari grafik yang ditampilkan pada Gambar 22 ini dapat dianalisis beberapa hal diantaranya adalah:

- Modulus lentur benda uji NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam memiliki nilai paling tinggi pada variasi 3, variasi 4 dan variasi 6. Ini menunjukkan bahwa NaOH 5% dengan *Acetyl Acid* 1 jam memiliki komposisi perlakuan kimia yang lebih baik.

- Nilai maksimum Modulus lentur adalah 341,5 MPa (pada variasi 5 untuk benda uji NaOH 10% dengan *Acetyl Acid* 3 jam).
- Nilai tegangan lentur dari *dashboard* mobil yang memiliki jenis bahan plastik ABS *High Impact* adalah 1235 - 2588 MPa. Sehingga modulus lentur yang diperoleh dari penelitian ini tidak memenuhi standar bila menggunakan komposit yang diteliti ini.

Hasil pengujian tembak

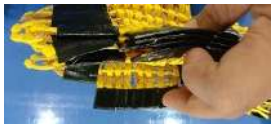
Pengujian tembak ini dilakukan di Satuan Brimob Kompi 1 Yon A Kepulauan Bangka Belitung jalan Matras lama Sungailiat (Gambar 23). Hasil pengujian tembak dengan menggunakan senjata pistol dengan peluru diameter 9 mm dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.



Gambar 23. Satuan Brimob Kompi 1 YON A – Lokasi uji tembak.

Tabel 1. Hasil pengujian tembak

Nomor Benda Uji	Gambar layer Pertama	Gambar Layer belakang (layer 5)	Kecepatan (m/detik)	Keterangan
5% 1Jam Var 1			327,2	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Tenunan ditunen dengan lebih rapat sehingga peluru lebih dapat ditahan. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Variasi 1 lebih handal dalam menahan laju peluru.
5% 1Jam Var 2			318,5	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer hanya 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
5% 1Jam Var 3			323,9	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Dari 2 layer tenunan OPF, setiap layer ada 3 pintalan yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
5% 1Jam Var 4			321,7	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Tenunan ditunen dengan lebih rapat sehingga peluru lebih dapat ditahan. • Setiap layer ada dua pintalan OPF yang putus.

				• Variasi 1 digabung dengan layer UHMWPE lebih handal dalam menahan laju peluru karena bagian belakang layer yang tembus lebih rapat dibandingkan variasi yang lain.
5% 3Jam Var 1			339,2	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
5% 3Jam Var 2			321,7	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
5% 3Jam Var 3			318,5	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Dari 2 layer tenunan OPF, setiap layer ada 3 pintalan yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
5% 3Jam Var 4			303,2	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 1Jam Var 1			323,9	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 1Jam Var 2			334,1	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 1Jam Var 3			327,2	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Dari 2 layer tenunan OPF, setiap layer ada 3 pintalan yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 1Jam Var 4			333,7	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditunen dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.

10% 3Jam Var 1			318,9	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan ditenun dengan lebih rapat sehingga peluru lebih dapat ditahan. • Variasi 1 lebih handal dalam menahan laju peluru.
10% 3Jam Var 2			323,9	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan tidak ditenun dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 3Jam Var 3			327,2	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Dari 2 layer tenunan OPF, setiap layer ada 3 pintalan yang putus. • Tenunan tidak ditenun dengan rapat sehingga peluru lebih mudah menembus.
10% 3Jam Var 4			321,7	• 5 layer tembus peluru. • Serat UHMWPE dan OPF tidak terikat kuat. • Setiap layer ada 2 pintalan OPF yang putus. • Tenunan ditenun dengan lebih rapat sehingga peluru lebih dapat ditahan. • Variasi 1 digabung dengan layer UHMWPE lebih handal dalam menahan laju peluru.

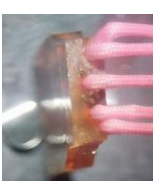
Hasil Mikroskop

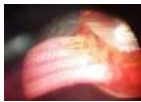
Untuk menampilkan gambar permukaan sampel yang menjelaskan sebaran matriks dan fiber serta cacat-cacat yang terjadi pada daerah fasa dan interface, serta dapat melihat apakah partikel-partikel dapat terdispersi secara merata atau tidak, dalam penelitian ini hanya menggunakan mikroskop merk Raxvision SWH 10X x 4,5 sehingga pembesarannya hanya 45 kali (gambar mikroskop yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 24). Hasil gambar yang diambil dari mikroskop dapat dilihat pada table 2 di bawah ini.

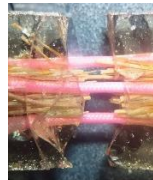


Gambar 24. Mikroskop Type Raxvision 45x

Tabel 2. Data gambar permukaan benda uji tarik

No. Benda Uji	Gambar	Keterangan
5% 1Jam Var. 1		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 1Jam Var. 2		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 1Jam Var. 3		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 1Jam Var. 4		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 1Jam Var. 5		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 1Jam Var. 6		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 3Jam Var. 1		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 3Jam Var. 2		- Semua serat OPF putus semua. - Semua serat UHMWPE tidak putus. - Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.

5% 3Jam Var. 3		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 3Jam Var. 4		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 3Jam Var. 5		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
5% 3Jam Var. 6		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 1Jam Var. 1		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 1Jam Var. 2		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan. • Proses uji tidak terjadi dengan baik karena yang patah bagian pemegang benda uji.
10% 1Jam Var. 3		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan. • Proses uji tidak terjadi dengan baik karena yang patah bagian pemegang benda uji.
10% 1Jam Var. 4		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan. • Proses uji tidak terjadi dengan baik karena yang patah bagian pemegang benda uji.

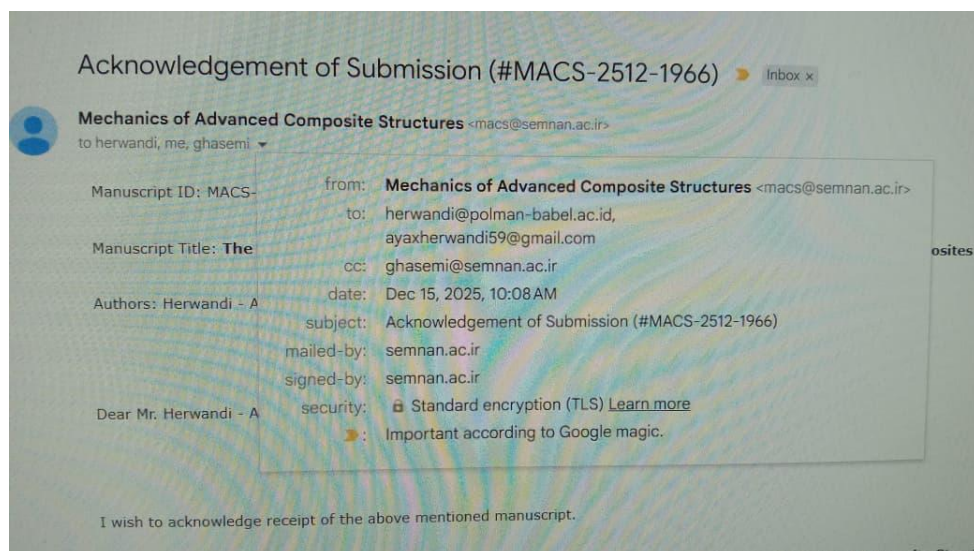
10% 1Jam Var. 5		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 1Jam Var. 6		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan. • Proses uji tidak terjadi dengan baik karena yang patah bagian pemegang benda uji.
10% 3Jam Var. 1		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan. • Proses uji tidak terjadi dengan baik karena yang patah bagian pemegang benda uji.
10% 3Jam Var. 2		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 3Jam Var. 3		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 3Jam Var. 4		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
10% 3Jam Var. 5		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.

10% 3Jam Var. 6		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
--------------------	---	--

Dari hasil pengambilan gambar permukaan benda uji dengan mikroskop type Raxvision SWH 45x, keseluruhan benda uji memiliki void, sehingga sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari benda uji. Selain itu regangan dari serat UHMWPE lebih besar dari regangan dari serat OPF dan resin maka serat UHMWPE tidak mengalami kerusakan sedangkan serat OPF dan resin langsung hancur atau putus.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Hasil untuk penelitian ini adalah mendapatkan komposit yang memiliki kemampuan dasar pada TKT 3 untuk Level II-A, II dan III-A dari Soft Body Armors (Peralatan anti peluru) [8][9][10][11] dan luaran dari Penelitian ini untuk mendapatkan jurnal International di Journal Mechanics of Advanced Composite Structures (<https://m.acs.semnan.ac.ir/>) dan mendapatkan paten. Untuk hasil yang diperoleh saat ini untuk Jurnal International di Journal Mechanics of Advanced Composite Structures (<https://m.acs.semnan.ac.ir/>) sudah dilakukan pengiriman dan menunggu proses publikasi (lihat gambar 25 dan Gambar 26). Sedangkan untuk paten masih dalam proses persiapan untuk pengiriman ke paten.



Gambar 25. Tanggal submit artikel

Acknowledgement of Submission (#MACS-2512-1966) Inbox x



Mechanics of Advanced Composite Structures <macs@semnan.ac.ir>
to herwardi, me, ghasemi ▾

Manuscript ID: MACS-2512-1966

Manuscript Title: **The Effect of Palm Fiber Weaving and UHMWPE on The Strength of Soft Body Armour Composites**

Authors: Herwardi - Alwi

Dear Mr. Herwardi - Alwi

I wish to acknowledge receipt of the above mentioned manuscript.

It should be noted that the manuscript will be reviewed for possible publication in **Mechanics of Advanced Composite Structures**.

We kindly remind you that the submitted manuscript must not have been published previously and should not be submitted elsewhere while under consideration by our journal.

Our editorial decision will be communicated to you once the manuscript has been reviewed by the referees.

I wish to take this opportunity to thank you for sharing your work with us.

Sincerely,

Executive Managing Editor

Mechanics of Advanced Composite Structures

<https://macs.semnan.ac.ir/>

Gambar 26. Informasi submit artikel dari jurnal International

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta mengunggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (Fundamental, Pascasarjana, PKDN, Dosen Pemula) boleh mengisi bagian ini (tidak wajib) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

Penelitian yang dilakukan ini melibatkan mitra dari PT Gunung Maras Lestari (PT.GML) dalam hal penyediaan pelepah kelapa sawit. Proses pengambilan pelepah ini langsung kami ambil diperkebunan PT GML beberapa kali pengambilan dan kami pun dibantu selain penyediaan pelepah sawit juga tenaga kerja dalam pengambilan pelepah sawit di perkebunan. Kami sangat terbantu dengan adanya penyediaan pelepah sawit dan tenaga kerja dari operator perkebunan yang telah membantu dalam proses pengambilannya. Gambar 27 menunjukkan peran mitra PT.GML dalam menyediakan pelepah sawit untuk penelitian.



Gambar 27. Peran mitra dari PT.GML dalam penyediaan pelepah sawit

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Proses penelitian yang kami lakukan ini tidak sesuai dengan jadwal penelitian yang sudah kami buat sehingga kami mengalami beberapa kesulitan sehingga mempengaruhi kinerja yang sudah kami rencanakan. Adapun kendala yang kami hadapi adalah waktu proses pengolahan pelepah sawit menjadi serat, sangat membutuhkan waktu yang lama dimana butuh waktu satu bulan lebih untuk mendapatkan pelepah yang bisa dihancurkan agar memudahkan mendapatkan serat. Setelah itu butuh waktu pengeringan, kemudian kami perlu melakukan penyisiran serat agar mendapatkan serat sawit yang sudah bersih dari kotorannya atau partikel-partikel yang melekat pada serat. Penyisiran butuh waktu dua minggu, kemudian dilanjut perlakuan kimia selama satu minggu. Setelah selesai perlakuan kimia, dilanjutkan dengan proses pemotongan serat, pelintiran serat dan proses tenun. Proses ini dilakukan selama satu bulan lebih satu minggu. Selanjutnya baru bisa dilakukan pengujian, sekarang semua proses sudah selesai. Pekerjaan sekarang menunggu proses publish jurnal dan mempersiapkan pengajuan paten.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Penelitian sudah selesai dilaksanakan, maka perlu pekerjaan lanjutan diantaranya adalah menunggu publishnya artikel yang sudah dikirim ke jurnal International di Journal Mechanics of Advanced Composite Structures (<https://macs.semnan.ac.ir/>) dan mempersiapkan pengajuan paten. Hasil penelitian tahun ini menjadi dasar untuk pengembangan bahan baru sintetis yaitu ceramic fiber atau kevlar sebagai salah satu bahan sintetis yang akan digabungkan dengan serat sawit sehingga pada tahun 2027 nanti akan diperoleh soft body armors yang lebih optimal. Gambar 28 dibawah ini menunjukkan road map penelitian penulis yang akan dilakukan.

16, no. 1, pp. 175–188, 2019, doi: 10.1007/s42235-019-0016-5.

7. L. Y. Mwaikambo and M. P. Ansell, “The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok for composite reinforcement,” *Angewandte Makromolekulare Chemie*, vol. 272, no. 4753, pp. 108–116, 1999, doi: 10.1002/(sici)1522-9505(19991201)272:1<108::aid-apmc108>3.3.co;2-0.
8. M. Karhankova et al., “Composites in Ballistic Applications Focused on Ballistic Vests—A Review,” *Journal of Composites Science*, vol. 8, no. 10, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3390/jcs8100415.
9. and H. A. K. Maryam Khosravi, Javad Seyfi, Ardeshir Saeidi, “Spin-coated polyvinylidene fluoride/graphene nanocomposite thin films with improved b-phase content and electrical conductivity,” 2020.
10. A. Khodadadi et al., “Experimental and numerical analysis of penetration into Kevlar fabric impregnated with shear thickening fluid,” *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, vol. 31, no. 3, pp. 392–407, 2018, doi: 10.1177/0892705717704485.
11. R. Nayak et al., “Body armor for stab and spike protection, Part 1: Scientific literature review,” *Textile Research Journal*, vol. 88, no. 7, pp. 812–832, 2018, doi: 10.1177/0040517517690623.



Analisis Variasi Tenunan Serat Pelelepah Sawit Dan Serat Sintetis (UHMWPE) Terhadap Kekuatan Komposit Sebagai Bahan Pembuatan Soft Body Armors

ABSTRAK

Kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposit dari tenunan serat pelelepah sawit yang telah diperlakukan dengan larutan kimia (dengan beberapa presentase NaOH, Acetyl acid, dan Silane) dengan serat UHMWPE, kemudian dilakukan proses pembuatan variasi tenunan terhadap kedua serat alami dan serat UHMWPE ini. Selanjutnya dilakukan uji kekuatan tarik (ASTM D3039) dan uji balistik (National Institute of Justice (NIJ)). Hasil pengujian tarik menjelaskan bahwa komposisi benda uji NaOH 5% dengan Acetyl acid 1 jam memberi nilai pengujian tarik yang lebih baik dan hasil shooting test juga menjelaskan bahwa NaOH 5% dengan Acetyl acid 1 jam yang berada pada variasi 4 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan variasi yang lain.

TEMPAT

1. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
2. Mako Brimob Kompi 1 Batalyon A Pelopor Polda Kep. Babel
3. Rumah Peneliti

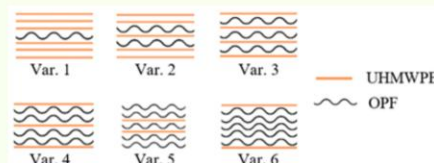
EKSPERIMEN



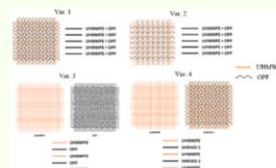
Persiapan Uji Tembak



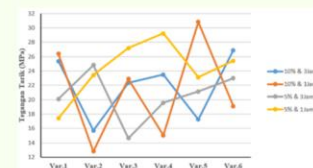
Variasi Benda Uji Tarik dan Uji Tekuk



Benda Uji Tembak



Variasi uji Tembak



Tegangan Tarik

Peneliti PDP 2025

Herwandi, Yulianto, Adhe Anggry, Muhammad Zaki Ariza, Nabila Nur Afifah

Pendanaan dari Kementerian Pendidikan, Sains, dan Teknologi



Semnan University

Mechanics of Advanced Composite Structures

Journal homepage: <https://macs.semnan.ac.ir/>ISSN: [2423-7043](#)

Research Article

The Effect of Palm Fiber Weaving and UHMWPE on The Strength of Soft Body Armour Composites

Herwandi Alwi ^{*id}, Yuliyanto, Adhe Anggry, Muhammad Subhan, Ilham Nur Dimas Yahya, Nabila Nur Afifah, Muhammad Zaki Ariza

Mechanical Engineering Department, Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic, Sungailiat, 33215, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2024-10-19

Revised: 2025-03-22

Accepted: 2025-05-12

Keywords:

Palm frond fiber;
UHMWPE;
NaOH; Acetyl acid;
Silane;

ABSTRACT

Natural fibres, like those found in palm fronds, have been thoroughly studied by researchers for a variety of uses. Nevertheless, there are still a lot of issues with the study done on palm frond fibres. For instance, despite their weakness, the research nevertheless makes use of tiny fibre fragments and fibre powder. Moreover, no studies have been done on the use of palm frond fibres for soft body armour. Therefore, research utilising techniques like turning palm frond fibres into woven fabric mixed with synthetic fibres (UHMWPE/ultra-high-molecular-weight polyethylene) for reinforcement and resin for the matrix is required to achieve wider use. Resin is solely utilised in tensile tests; it is not employed in shooting tests. In order to create changes in the weaving of both natural and UHMWPE fibres, a chemical solution containing different percentages of NaOH, acetyl acid, and silane will be applied to woven palm fibres to create composites. Next, tests for tensile strength (ASTM D3039) and ballistic performance (National Institute of Justice (NIJ)) were carried out. According to the findings of the tensile test, the mixture of 5% NaOH and 1 hour of acetyl acid provided better tensile test values. Variation 4, which contains 5% NaOH and 1 hour of acetyl acid, outperformed the other variations, according to the shooting test results. The UHMWPE fibre woven layer is combined with layer variation 1 in variation 4.

© 2025 The Author(s). Mechanics of Advanced Composite Structures published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

1. Introduction

Oil palm frond waste is abundant in Indonesian oil palm plantations [1, 2], so it is highly inefficient if not utilised for other purposes. To increase the economic value of these plantations, it is necessary to innovate in order to convert palm frond waste into palm frond fibre or natural fibre, which can be used as a material for composite manufacturing. This material can be used for soft body armour, vehicle components, ballistic applications and home interiors [3-12].

The use of natural fibres is highly encouraged in developed countries; so much so that incentives are offered for their use. When used in products, natural fibres are biodegradable and recyclable, and have a lower environmental impact [13-18]. Additionally, natural fibres consume only 17% of the energy required for production compared to synthetic fibres, such as glass fibres [19].

One application of combining natural and synthetic fibres to form composites is in the manufacture of bulletproof vests or soft body armour [20]. This is because bulletproof vests

* Corresponding author.

E-mail address: herwandi@polman-babel.ac.id

Cite this article as:

Alwi, H. Yuliyanto, Anggry, A. Subhan, M. Yahya, I. Afifah, N. and Ariza, M., 2026. The effect of Palm Fiber Weaving and UHMWPE on The Strength of Soft Body Armour Composites. *Mechanics of Advanced Composite Structures*, 13(1), pp. xxx-xxx.

<https://doi.org/10.22075/MACS.2025.39315.2050>

require materials that are lighter and more flexible than metals and ceramics. Nowadays, people consider equipment not only in terms of strength, but also in terms of environmental friendliness [21]. This type of soft bulletproof vest provides a lower level of protection (levels II-A, II and III-A according to National Institute of Justice (NIJ) standards). Users of this level of bulletproof protection include police officers, security guards, riot police and others [6, 22-24].

Several researchers have conducted studies on the mechanical properties of palm fibre for bulletproof protective equipment, including research on composites formed from palm fibre reinforcement and resin matrices. In these studies, the palm fibre was only cut into small pieces. In studies on composites, meanwhile, the palm fibre was either cut into small pieces or made into powder. However, the results showed that the tensile, flexural and impact strengths were not yet optimal [3, 6, 12, 25].

As shown in the above description, palm fibre has the potential to be developed into a natural fibre that meets the criteria for bulletproof protection: it is biodegradable and recyclable; has a low health impact; is lightweight and comfortable to use; and is flexible and economical. To achieve even greater mechanical strength, this research will not process the palm fibre into powder or small pieces, but instead process it into a woven form and apply a chemical treatment. Therefore, soft body armour (bulletproof equipment) and future ballistic applications for composites formed from natural and synthetic fibres and polymers must offer improved protection, comfort, and flexibility [26-31].

Soft body armour provides protection against low-level threats, such as pistol and handgun attacks [32]. It is made from synthetic fibres such as Kevlar, Spectra, Dyneema and PBO. These synthetic fibres have characteristics such as low density, high modulus and low elongation, making them very suitable for ballistic applications [33, 34]. However, soft body armour made from synthetic fibres has more layers, making it heavier and larger. It is also associated with uneven stress transfer from layer to layer during impact [35]. To address this issue, research was conducted into natural materials with high-strength fibres, such as latex (a synthetic fibre). In this study, two models were created: the Kevlar-latex model and the UHMWPE-latex model. Each model consists of only two layers. The results of this study show that the tensile and impact strengths increased when latex fibres were used to coat synthetic fibres, compared to those without latex fibres [6, 36-37].

Previous research into manufacturing composites from palm fibre and thermoplastic polyurethane involved cutting the palm fibre into pieces 2–3 mm long and pulverising it to produce compositions containing 10%, 20% and 30% by weight of palm fibre. The chemical used was 2% NaOH at room temperature. The results showed that the ultimate tensile strength and flexural strength increased [25, 38-39].

Palm fibre combustion waste can be used to produce composites containing 0%, 10%, 20%, 30%, 40% or 50% by weight of palm fibre. The results of the study show that the mechanical properties of the composite are optimal at a palm fibre percentage of 30 wt% [40]. Research on palm fibre treated with 1–5 w/v% NaOH shows that 5 w/v% NaOH results in the highest tensile strength and lowest water absorption [36, 38, 39]. Research on palm fibre cut into pieces measuring 5–10 cm and treated with a 2 wt% silane solution and acetic acid showed an increase in mechanical properties [41-42].

In this study, palm fronds were processed into fibres, which were subsequently exposed to chemical solutions like sodium hydroxide (NaOH), acetyl acid, and silane. Tensile strength was measured using test specimens [43-44]. Then, using a pistol that fired 9 mm rounds, more test specimens were made to evaluate bullet resistance [45].

2. Experimental

The following materials were used in this study: Palm frond fibres, UHMWPE fibres, SHCP 2668 WNC unsaturated polyester resin used as the matrix, NaOH, acetic acid and silane solutions, Methyl ethyl ketone peroxide (MEKPO) as a hardener/curing agent, Waxed moulds to prevent the resin from sticking to them.

The research involved collecting palm fronds from palm oil plantations. The palm fronds are processed into fibre, which is then used as a raw material for weaving. Palm fronds that have been turned into fibre must be chemically treated using NaOH, acetic acid, and silane in order to eliminate particles from the fibre and enhance its mechanical qualities. The NaOH chemical treatment process has two variations: the first uses 10% NaOH and has a soaking time of 90 minutes; the second uses 5% NaOH and has the same soaking time [38, 39].

The process of treatment with acetic acid involved four variations: the first with 5% acetic acid and a soaking time of 1 hour; the second with 5% acetic acid and a soaking time of 3 hours; the third with 10% acetic acid and a soaking time of 1 hour; and the fourth with 5% acetic acid and a soaking time of 3 hours [41]. To ensure that the acetic acid can function optimally, each variation that is soaked needs to be dried.

The silane chemical treatment process was carried out in four variations: the first for 2% silane and 10% fibre for 3 hours with a 3-hour soaking time; the second for 2% silane and 10% fibre for 1 hour with a 3-hour soaking time; the third for 2% silane and 5% fibre for 3 hours with a 3-hour soaking time; and the fourth for 2% silane and 5% fibre for 1 hour with a 3-hour soaking time [41]. Sun drying was carried out in the silane chemical process on palm fibre to obtain the optimal effect of the treatment.

In this investigation, test specimens with six variants were subjected to tensile testing (see Fig.1). For every variant, two specimens were created. In the meanwhile, four different specimens were used in the shooting test. The shooting test consists of five layers for each test specimen (see Fig.2).

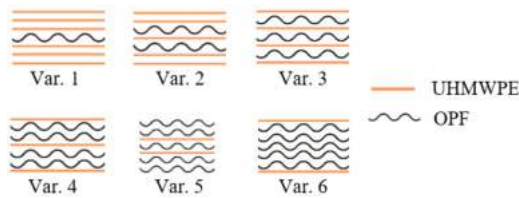


Fig. 1. Tensile test specimen variations.

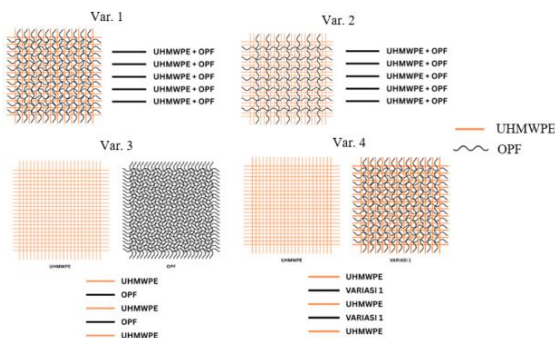


Fig. 2. Shooting test specimen variations.

Each variation of the shooting test consisted of five layers that were bolted together on a wooden frame to facilitate shooting (see Fig. 3). The police station was the location of this procedure (see Fig. 4). According to NIJ guidelines, the handgun used for the shooting test fired 9 mm calibre rounds with a velocity of 300 to 350 m/s. The speed at which bullets are fired at test objects in this shooting test is measured using a chronograph. The weapon and the test object are separated by five meters. This distance satisfies NIJ requirements for fireproof item testing.



Fig. 3. Shooting test specimen variations.



Fig. 4. The police station

3. Result and Discussion

After treating the test specimen composition with 10% NaOH and acetic acid for an hour, variation 5 reached its maximum tensile strength of 30,8105 MPa. This happened because when the palm fibres were orientated sideways, the matrix absorbed more into the palm fibre weave. In this fifth variant, test specimens treated for one or three hours with 5% NaOH and acetic acid outperformed those treated for three hours with 10% NaOH and acetic acid. This shows that applying acetic acid to palm fibre for three hours does not considerably improve the mechanical strength of natural fibres (see Fig.5).

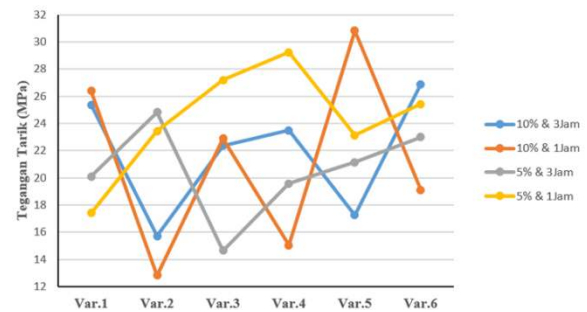


Fig. 5. Test specimen's tensile stress.

The 5% NaOH test specimens that had been exposed to acetic acid for an hour and showed the highest tensile stress dominated variations 3 and 4. Variation 4, which had the highest value of variation 3, demonstrated that applying 5% NaOH and acetyl acid to palm fibre for an hour may greatly improve its resistance to pressure when mixed with UHMWPE fibre. In variations 2, 5, and 6, the test object with 5% NaOH and acetyl acid for an hour likewise had the second-highest tensile strength (see Fig. 5). This shows that the tensile strength of natural fibres can be increased more successfully with a 5% solution of NaOH and acetyl acid for an hour.

The elastic modulus of the 5% NaOH test specimen dropped from variation 1 to variation 3, as shown in Figure 6, and then steadily climbed from variation 3 to variations 4 and 5. This indicates that the combination of 5% NaOH and 1 hour of acetyl acid works better than other chemical combinations. With 5% NaOH and 1 hour of acetic acid at a variation of 5, the maximum elastic modulus value is 472,7295 MPa. When it comes to enhancing the qualities of

natural fibres, 5% NaOH plus one hour of acetyl acid works better. Variations 1, 2, 4, 5, and 6 show that the greatest outcomes of all the chemical treatments are obtained by letting a solution of 5% NaOH and acetyl acid react for an hour (see Fig. 6).

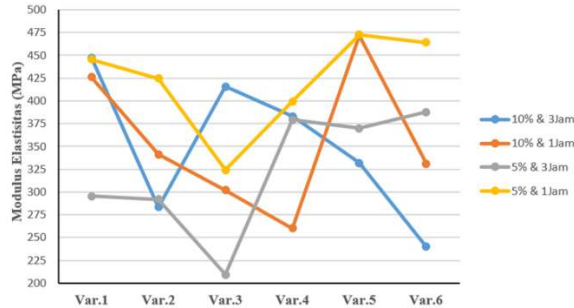


Fig. 6. Test specimen's elastic modulus.

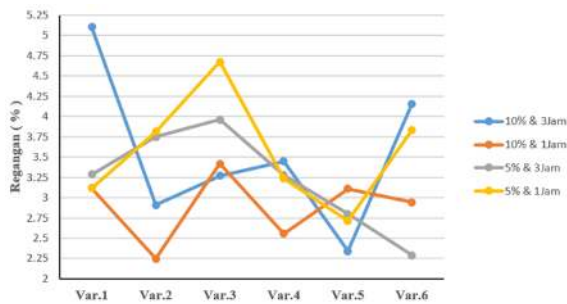


Fig. 7. Test specimen's strain.

For the 10% NaOH test specimen with acetic acid for three hours, variant 1 had the highest strain value, which was 5,099%. The 5% NaOH test specimen with acetic acid for an hour had the second-highest strain, which was 4,671%. Over the course of an hour, the strain value in 5% NaOH with acetyl acid decreased steadily from variation 3 to variation 5 (see Figure 7). The high tensile stress value seen in variation 4 of the 5% NaOH test specimen following an hour of acetic acid treatment is consistent with this condition.

The results of the shooting test for the 5% NaOH test item with an hour of acetic acid are displayed in Table 1, which indicates that the shots pierced the test object out of four variations with five layers each.

According to this investigation, there was not a significant bond between UHMWPE and OPF fibres. This is demonstrated by Table 1, which shows that while some of the UHMWPE fibres separated from the fabric, none of them broke as a result of the bullet impact.

Two OPF fibre strands are broken in variations 1, 2, and 4, as Table 1 illustrates. This is because the OPF fibres are kept from breaking by the UHMWPE fibres' near proximity to them. In contrast, variation 3 contains three OPF fibre

strands that are fractured. This indicates that variation 3 lacks a safe, high-quality construction. Bullets are more successfully stopped by Variation 1. Because the rear of the penetrable layer is denser than in the other versions listed in Table 1, it is therefore more successful at stopping bullets when paired with a UHMWPE layer, as in Variation 4.

Table 1. Results of a shooting test for NaOH 5% with acetic acid after 1 hour.

No. Test Specimen	First-layer picture	Fifth-layer picture	Speed (m/s)
NaOH 5% 1 Jam Var.1			327,2
NaOH 5% 1 Jam Var.2			318,5
NaOH 5% 1 Jam Var.3			323,9
NaOH 5% 1 Jam Var.4			321,7

Table 2. Results of a shooting test for NaOH 5% with acetic acid after 3 hour.

No. Test Specimen	First-layer picture	Fifth-layer picture	Speed (m/s)
NaOH 5% 3 Jam Var.1			339,2
NaOH 5% 3 Jam Var.2			321,7
NaOH 5% 3 Jam Var.3			318,5
NaOH 5% 3 Jam Var.4			303,2

Table 3. Results of a shooting test for NaOH 10% with acetic acid after 1 hour.

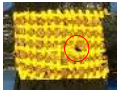
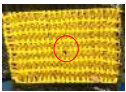
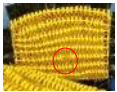
No. Test Specimen	First-layer picture	Fifth-layer picture	Speed (m/s)
NaOH 10% 1 Jam Var.1			323,9
NaOH 10% 1 Jam Var.2			334,1
NaOH 10% 1 Jam Var.3			327,2
NaOH 10% 1 Jam Var.4			333,7

Table 4. Results of a shooting test for NaOH 10% with acetic acid after 3 hour.

No. Test Specimen	First-layer picture	Fifth-layer picture	Speed (m/s)
NaOH 10% 3 Jam Var.1			318,9
NaOH 10% 3 Jam Var.2			323,9
NaOH 10% 3 Jam Var.3			327,2
NaOH 10% 3 Jam Var.4			321,7

Results are nearly comparable to those in Table 1 in Tables 2 and 3. But compared to Tables 2 and 3, Variations 1 and 4 in Table 1 are better. This is because, when mixed with UHMWPE fibre, 5% NaOH and Acetyl Acid 1 Hour have a stronger mechanical ability to lower bullet velocity. The test object's layer 5 holes' tiny size makes this clear.

Table 4 displays comparable outcomes as Table 1. The perforations in layer 5, however, are greater in variant 4 of Table 4 than in variation 4

of Table 1. In contrast to the previous variations, variation 1 in Table 4 has a stronger, tighter weave, which results in tighter holes in layer 5. All things considered, however, the combination of variant 1 and the UHMWPE layer produces greater, more dependable mechanical strength.

4. Conclusions

In our methodical study, we treated palm frond fibres with chemicals like silane, acetic acid, and NaOH before combining them with UHMWPE fibres. The NaOH 5% with Acetyl acid 1 hour specimen demonstrated superior tensile strength compared to the other three, according to tensile testing of four test specimens (5% for 1 hour, 5% for 3 hours, 10% for 1 hour, and 10% for 3 hours), each with six variations. For the 5% NaOH test specimen with one hour of acetyl acid, the elastic modulus and strain were likewise of a similar quality to the tensile strength. The shooting test findings on four test objects (5% for one hour, 5% for three hours, 10% for one hour, and 10% for three hours) revealed that each test object had four variations with five layers that could all be penetrated by a 9 mm diameter pistol bullet. Because the penetration hole in the fifth layer was smaller than in the other variations, variation 4 of 5% NaOH with acetyl acid for an hour demonstrated greater 9 mm bullet resistance. The combination of layers between the UHMWPE fibre layer and the layer in the first variation was responsible for variation 4's increased reliability. The test objects should have a matrix of resin added to them for further investigation, and the number of layers should be increased to six or eight. Additionally, the weaving technique needs to be stronger and tighter.

Nomenclature

<i>UHMWPE</i>	Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene
<i>NIJ</i>	National Institute of Justice
<i>OPF</i>	Oil Palm Frond
<i>MEKPO</i>	Methyl ethyl ketone peroxide
<i>SHCP</i>	Styrene-Hardened Polyester
<i>WNC</i>	White Non-Crystalline
<i>PBO</i>	Polyphenylene benzobisoxazole
<i>ASTM</i>	American Society for Testing and Materials

Acknowledgments

We are grateful to the Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic, the Polman Babel Research and Community Service Centre, and the Ministry of Education, Science, and Technology of the Republic of Indonesia for their support in financing and organising all research activities, which allowed the study to be finished on schedule.

Funding Statement

The Republic of Indonesia's Ministry of Education, Science, and Technology provided financial support for this study (project number 116/C3/DT.05.00/PL-BATCH II/2025).

Conflicts of Interest

The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Appendixes

The appendix's documents are not shown.

References

- [1] Arsyad, M. G., "Analisis Kuat Tekan Pada Paving Block Akibat Variasi Komposisi Fly Ash Dan Serat Pelelepah Kelapa Sawit," Skripsi, pp. 1–42, 2023.
- [2] B. P. Statistik, P. Kepulauan, and B. Belitung, "Dokumen sumber daya alam Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," vol. 24, 2025, [Online]. Available: <https://babel.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/552f2d09ab64e68fd538b737/provinsi-kepulauan-bangka-belitung-dalam-angka-2025.html>
- [3] M. J. Suriani et al., "Critical review of natural fiber reinforced hybrid composites: Processing, properties, applications and cost," *Polymers*, vol. 13, no. 20, pp. 1–43, 2021, doi: 10.3390/polym13203514.
- [4] D. O. Bichanga'a, O. O. Alabi, I. O. Oladele, F. O. Aramide, A. A. Adediran, and P. A. I. Popoola, "A review on the influence of natural-synthetic fibre hybrid reinforced polymer composites for bulletproof and ballistic applications," *Materiaux et Techniques*, vol. 110, no. 5, 2022, doi: 10.1051/mattech/2022034.
- [5] M. N. Ahmad, M. R. Ishak, M. Mohammad Taha, F. Mustapha, Z. Leman, and Irianto, "Mechanical, thermal and physical characteristics of oil palm (*Elaeis Guineensis*) fiber reinforced thermoplastic composites for FDM – Type 3D printer," *Polymer Testing*, vol. 120, no. December 2022, 2023, doi: 10.1016/j.polymertesting.2023.107972.
- [6] M. Karhankova et al., "Composites in Ballistic Applications Focused on Ballistic Vests—A Review," *Journal of Composites Science*, vol. 8, no. 10, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3390/jcs8100415.
- [7] H. A. Aisyah, E. Hishamuddin, A. W. Noorshamsiana, Z. Ibrahim, and R. A. Ilyas, "Oil Palm Fiber Hybrid Composites: A Recent Review," 2024, doi: 10.32604/jrm.2024.055217.
- [8] M. Hasanah and T. J. Saktisahdan, "Physical and Mechanical Properties of Palm Frond-based Fiberboard Composite," vol. 32, no. 5, pp. 2313–2326, 2024.
- [9] I. T. Satria Uji Perdana, Sri Hastuti, "Sifat Mekanik Komposit Serat Pelelepah Kelapa Sawit sebagai Penguat Komposit Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak," *Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 4, 2024, doi: 10.55606/jtmei.v3i4.4329.
- [10] I. Zahar, M. Hasanah, A. H. Pane, N. E. Fahrizar, N. D. Mirabel, and H. A. Marlina, "Physical, mechanical and thermal properties of composite board based on palm frond fibers and feather clam shells," *Journal of Ecological Engineering*, vol. 26, no. 4, pp. 59–70, 2025, doi: 10.12911/22998993/199590.
- [11] A. Niken_Ellani_Patitis, Sri_Wahyuni, "ANALYSIS OF COMPOSITE BOARD CHARACTERISTICS FROM," *Jurnal Disprotek*, vol. 15, no. 2, pp. 113–118, 2024, doi: 10.34001/jdpt.
- [12] M. R. M. Asyraf et al., "Mechanical properties of oil palm fibre-reinforced polymer composites: a review," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 17, pp. 33–65, 2022, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.12.122.
- [13] V. Naik, M. Kumar, and V. Kaup, "A Review on Natural Fiber Composite Materials in Automotive Applications," *Engineered Science*, vol. 18, pp. 1–10, 2022, doi: 10.30919/es8d589.
- [14] M. Adamu, F. Alanazi, Y. E. Ibrahim, H. Alanazi, and V. C. Khed, "A Comprehensive Review on Sustainable Natural Fiber in Cementitious Composites: The Date Palm Fiber Case," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 11, pp. 1–31, 2022, doi: 10.3390/su14116691.
- [15] I. Mawardi, S. Aprilia, M. Faisal, and S. Rizal, "Investigation of thermal conductivity and

- physical properties of oil palm trunks/ramie fiber reinforced biopolymer hybrid composites as building bio-insulation," *Materials Today: Proceedings*, vol. 60, pp. 373–377, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.01.249.
- [16] F. Hanan et al., "Thermal characterization of epoxy bilayer hybrid composites reinforced with kenaf and oil palm fibers," *Polymer Composites*, vol. 44, no. 1, pp. 444–452, 2022, doi: 10.1002/pc.27108.
- [17] N. F. Azman et al., "Sustainable oil palm biomass waste utilization in Southeast Asia: Cascade recycling for mushroom growing, animal feedstock production, and composting animal excrement as fertilizer," *Cleaner and Circular Bioeconomy*, vol. 6, no. September, pp. 1–9, 2023, doi: 10.1016/j.clcb.2023.100058.
- [18] F. Ngosong, C. N. Anyanwu, and I. S. Eze, "An assessment of the renewable energy potential of oil palm residues: A case study of CDC plantation, Cameroon," *Heliyon*, vol. 10, no. 12, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e32410.
- [19] R. Kumar, M. I. Ul Haq, A. Raina, and A. Anand, "Industrial applications of natural fibre-reinforced polymer composites—challenges and opportunities," *International Journal of Sustainable Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 212–220, 2019, doi: 10.1080/19397038.2018.1538267.
- [20] F. S. da Luz, F. da C. G. Filho, M. S. Oliveira, L. F. C. Nascimento, and S. N. Monteiro, "Composites with natural fibers and conventional materials applied in a hard armor: A comparison," *Polymers*, vol. 12, no. 9, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3390/POLYM12091920.
- [21] N. M. Nurazzi et al., "A review on natural fiber reinforced polymer composite for bullet proof and ballistic applications," *Polymers*, vol. 13, no. 4, pp. 1–42, 2021, doi: 10.3390/polym13040646.
- [22] and H. A. K. Maryam Khosravi, Javad Seyfi, Ardeshtir Saeidi, "Spin-coated polyvinylidene fluoride/graphene nanocomposite thin films with improved b-phase content and electrical conductivity," 2020.
- [23] A. Khodadadi et al., "Experimental and numerical analysis of penetration into Kevlar fabric impregnated with shear thickening fluid," *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, vol. 31, no. 3, pp. 392–407, 2018, doi: 10.1177/0892705717704485.
- [24] R. Nayak et al., "Body armor for stab and spike protection, Part 1: Scientific literature review," *Textile Research Journal*, vol. 88, no. 7, pp. 812–832, 2018, doi: 10.1177/0040517517690623.
- [25] A. M. H. S. Lubis, A. R. Jeefferie, A. A. M. Damanhuri, A. U. Rahmah, and M. N. A. A. Razak, "Mechanical Properties of Oil Palm Frond Wood Filled Thermoplastic Polyurethane," *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 2020.
- [26] M. Jawaid, S. A. Awad, M. Asim, H. Fouad, O. Y. Alothman, and C. Santulli, "A comparative evaluation of chemical, mechanical, and thermal properties of oil palm fiber/pineapple fiber reinforced phenolic hybrid composites," *Polymer Composites*, vol. 42, no. 12, pp. 6383–6393, 2021, doi: 10.1002/pc.26305.
- [27] T. N. Manik, S. A. Nuki, N. A. Fauziyah, Mashuri, M. Zainuri, and Darminto, "Structure, dynamic-mechanical and acoustic properties of oil palm trunk modified by melamine formaldehyde," *Journal of Renewable Materials*, vol. 9, no. 9, pp. 1647–1660, 2021, doi: 10.32604/jrm.2021.016089.
- [28] M. Muneer Ahmed, H. N. Dhakal, Z. Y. Zhang, A. Barouni, and R. Zahari, "Enhancement of impact toughness and damage behaviour of natural fibre reinforced composites and their hybrids through novel improvement techniques: A critical review," *Composite Structures*, vol. 259, no. December 2020, 2021, doi: 10.1016/j.compstruct.2020.113496.
- [29] C. Bopda Fokam, E. Toumi, B. Kenmeugne, N. C. Wiryikfu, and L. Mevaa, "Experimental study of the addition of oil palm mesocarp fiber on the physical and mechanical properties of fiber cement mortar composites," *SN Applied Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1007/s42452-020-04037-7.
- [30] F. Sakinah, M. J. Suriani, R. A. Ilyas, M. Petru, and S. M. Sapuan, "Flammability, Tensile, and Morphological Properties of Oil," *Polymers*, vol. 13, no. 1282, pp. 1–18, 2021.
- [31] N. Saba et al., "Mechanical performance and dimensional stability of Washingtonia/Kenaf fibres-based epoxy hybrid composites," *Scientific Reports*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-73300-3.
- [32] A. Srivastava, A. Majumdar, and B. S. Butola, "Improving the impact resistance

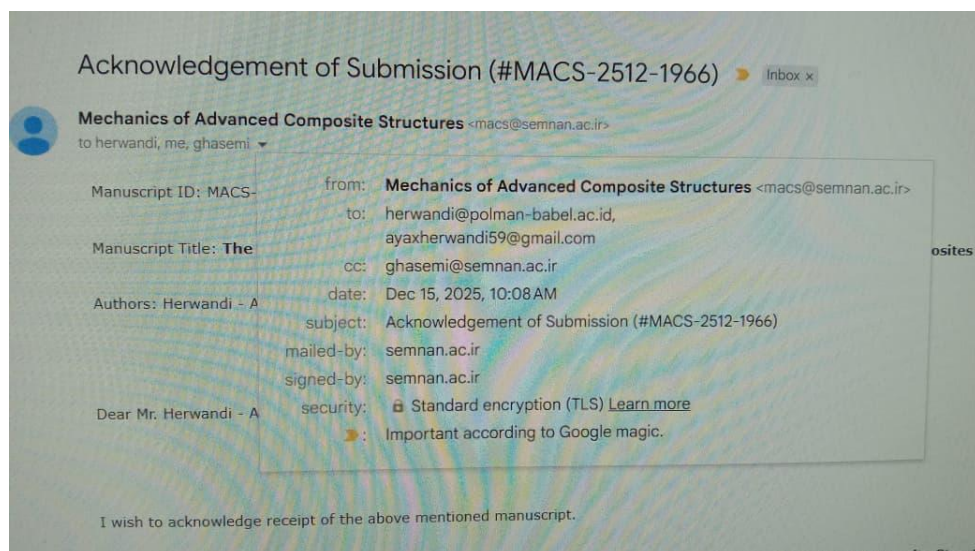
- performance of Kevlar fabrics using silica based shear thickening fluid,” *Materials Science and Engineering: A*, vol. 529, no. 1, pp. 224–229, 2011, doi: 10.1016/j.msea.2011.09.021.
- [33] P. Bajaj and Sriram, “Ballistic protective clothing: An overview,” *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, vol. 22, no. 4, pp. 274–291, 1997.
- [34] B. A. Cheeseman and T. A. Bogetti, “Ballistic impact into fabric and compliant composite laminates,” *Composite Structures*, vol. 61, no. 1–2, pp. 161–173, 2003, doi: 10.1016/S0263-8223(03)00029-1.
- [35] M. Karahan, A. Kuş, and R. Eren, “An investigation into ballistic performance and energy absorption capabilities of woven aramid fabrics,” *International Journal of Impact Engineering*, vol. 35, no. 6, pp. 499–510, 2008, doi: 10.1016/j.ijimpeng.2007.04.003.
- [36] W. Chaiwong, N. Samoh, T. Eksomtramage, and K. Kaewtatip, “Surface-treated oil palm empty fruit bunch fiber improved tensile strength and water resistance of wheat gluten-based bioplastic,” *Composites Part B: Engineering composites*, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107331>.
- [37] B. S. B. Rupayan Roy, Animesh Laha, Nikita Awasthi, Abhijit Majumdar, “Multi Layered Natural Rubber Coated Woven P-aramid and UHMWPE Fabric Composites for Soft Body Armor Application,” *POLYMER COMPOSITES*, 2017, doi: [doi:org/10.1002/pc.24391](https://doi.org/10.1002/pc.24391).
- [38] H. Herwandi and R. Napitupulu, “Pengaruh Peningkatan Kualitas Serat Resam Terhadap Kekuatan Tarik, Flexure Dan Impact Pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil,” *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 67–71, 2015, doi: 10.24127/trb.v4i2.72.
- [39] R. Herwandi, “PENINGKATAN KUALITAS SERAT REKEL UNTUK BAHAN KOMPOSIT SEBAGAI BAHAN KOMPONEN KENDARAAN BERMOTOR,” *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 9–15, 2017, [Online]. Available: <https://journal.ubb.ac.id/machine/article/view/456>
- [40] S. Rizal et al., “Value-added utilization of agro-waste derived oil palm ash in epoxy composites,” *Journal of Renewable Materials*, vol. 7, no. 12, pp. 1269–1278, 2019, doi: 10.32604/jrm.2019.07227.
- [41] N. A. Ramlee, M. Jawaaid, E. S. Zainudin, and S. A. K. Yamani, “Modification of Oil Palm Empty Fruit Bunch and Sugarcane Bagasse Biomass as Potential Reinforcement for Composites Panel and Thermal Insulation Materials,” *Journal of Bionic Engineering*, vol. 16, no. 1, pp. 175–188, 2019, doi: 10.1007/s42235-019-0016-5.
- [42] L. Y. Mwaikambo and M. P. Ansell, “The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok for composite reinforcement,” *Angewandte Makromolekulare Chemie*, vol. 272, no. 4753, pp. 108–116, 1999, doi: 10.1002/(sici)1522-9505(19991201)272:1<108::aid-apmc108>3.3.co;2-0.
- [43] American Society for Testing and Materials, “Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials (D3039/D3039M),” *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 15, no. Reapproved 2000, pp. 1–13, 2014, [Online].
- [44] D. Stankovic, S. Bulstrode, J. R. Davidson, D. Fernando, and D. Ray, “Developing hybrid C-sections from waste and recycled composite materials,” *Sustainable Materials and Technologies*, vol. 41, no. August, 2024, doi: 10.1016/j.susmat.2024.e01102.
- [45] R. Stopforth and S. Adali, “Experimental study of bullet-proofing capabilities of Kevlar, of different weights and number of layers, with 9 mm projectiles,” *Defence Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 186–192, 2019, doi: 10.1016/j.dt.2018.08.006.

10% 3Jam Var. 6		• Semua serat OPF putus semua. • Semua serat UHMWPE tidak putus. • Ada void, sehingga mudah terjadi retakan.
--------------------	---	--

Dari hasil pengambilan gambar permukaan benda uji dengan mikroskop type Raxvision SWH 45x, keseluruhan benda uji memiliki void, sehingga sangat berpengaruh sekali terhadap kekuatan dari benda uji. Selain itu regangan dari serat UHMWPE lebih besar dari regangan dari serat OPF dan resin maka serat UHMWPE tidak mengalami kerusakan sedangkan serat OPF dan resin langsung hancur atau putus.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Hasil untuk penelitian ini adalah mendapatkan komposit yang memiliki kemampuan dasar pada TKT 3 untuk Level II-A, II dan III-A dari Soft Body Armors (Peralatan anti peluru) [8][9][10][11] dan luaran dari Penelitian ini untuk mendapatkan jurnal International di Journal Mechanics of Advanced Composite Structures (<https://m.acs.semnan.ac.ir/>) dan mendapatkan paten. Untuk hasil yang diperoleh saat ini untuk Jurnal International di Journal Mechanics of Advanced Composite Structures (<https://m.acs.semnan.ac.ir/>) sudah dilakukan pengiriman dan menunggu proses publikasi (lihat gambar 25 dan Gambar 26). Sedangkan untuk paten masih dalam proses persiapan untuk pengiriman ke paten.



Gambar 25. Tanggal submit artikel

Acknowledgement of Submission (#MACS-2512-1966) Inbox x



Mechanics of Advanced Composite Structures <macs@semnan.ac.ir>
to herwardi, me, ghasemi ▾

Manuscript ID: MACS-2512-1966

Manuscript Title: **The Effect of Palm Fiber Weaving and UHMWPE on The Strength of Soft Body Armour Composites**

Authors: Herwardi - Alwi

Dear Mr. Herwardi - Alwi

I wish to acknowledge receipt of the above mentioned manuscript.

It should be noted that the manuscript will be reviewed for possible publication in **Mechanics of Advanced Composite Structures**.

We kindly remind you that the submitted manuscript must not have been published previously and should not be submitted elsewhere while under consideration by our journal.

Our editorial decision will be communicated to you once the manuscript has been reviewed by the referees.

I wish to take this opportunity to thank you for sharing your work with us.

Sincerely,

Executive Managing Editor

Mechanics of Advanced Composite Structures

<https://macs.semnan.ac.ir/>

Gambar 26. Informasi submit artikel dari jurnal International

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta unggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (Fundamental, Pascasarjana, PKDN, Dosen Pemula) boleh mengisi bagian ini (tidak wajib) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

Penelitian yang dilakukan ini melibatkan mitra dari PT Gunung Maras Lestari (PT.GML) dalam hal penyediaan pelepah kelapa sawit. Proses pengambilan pelepah ini langsung kami ambil diperkebunan PT GML beberapa kali pengambilan dan kami pun dibantu selain penyediaan pelepah sawit juga tenaga kerja dalam pengambilan pelepah sawit di perkebunan. Kami sangat terbantu dengan adanya penyediaan pelepah sawit dan tenaga kerja dari operator perkebunan yang telah membantu dalam proses pengambilannya. Gambar 27 menunjukkan peran mitra PT.GML dalam menyediakan pelepah sawit untuk penelitian.