



KAJI EKSPERIMENTAL MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS PADA PENGUJIAN BALISTIK

Galindra Mutiara Rahmatullah¹, Boy Rollastin², Juanda³
^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
galindramutiara01@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman nanas adalah salah satu tanaman yang unggul di Indonesia, nilai jual daun nanas dapat dikatakan tidak mempunyai nilai jual atau disebut sebagai limbah. Penggunaan material komposit dengan pengisi serat alam sudah semakin maju dan berkembang. Komposit merupakan material yang terbuat dari dua atau lebih material yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan komposit partikel yang tersusun dari epoxy dengan penguat berupa Hollow Glass Microsphere dan serat daun nanas. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan 3 ketebalan yaitu 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Hasil pengujian didapatkan bahwa spesimen tertembus proyektil dengan nilai kedalaman kerusakan setelah menembus spesimen berturut-turut yaitu 58 mm, 10 mm dan 4 mm. Dari hasil yang didapatkan, maka spesimen tidak aman digunakan karena kriteria kegagalan rompi anti peluru dari aspek penetrasi ialah penetrasi tidak boleh melebihi dari tebal rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus.

Kata Kunci: hollow glass microsphere, komposit, rompi anti peluru, serat daun nanas, uji balistik

ABSTRACT

The pineapple plant is one of the most prominent plants in Indonesia, the value of the pineapple leaf could be said to have no sell or be called a waste. The use of composite materials with natural fiber filtering is growing. Composites are materials made up of two or more different materials. In this study used epoxy particle composites with doubles of the hollow glass microsphere and fibers of the pineapple leaves. In this research conducted a 3 thickness test of 10 mm, 15 mm, and 20 mm. The test results were obtained that projectile-pierced specimens with depth damage after penetrating the succeeding specimens of 58 mm, 10 mm and 4 mm. From the results is obtained, specimens were not safe to use because according the criteria for failure of bulletproof vest from the aspect of penetration is penetration should not exceed from thick vest or can be said sould not a translucent.

Keywords: bulletproof vest, ballistic, composite, hollow glass microsphere, pineapple leaf fiber.

1. PENDAHULUAN

Rompi anti-peluru adalah pakaian pelindung untuk meminimalkan cedera karena terkena peluru. Biasanya dipakai oleh personil militer dan polisi dalam tugas-tugas tertentu. Rompi ini melindungi pemakainya dengan menghentikan kecepatan peluru. Peluru berhenti sebelum memasuki tubuh manusia. Ketika rompi menahan penetrasi oleh peluru, dorongan peluru berkurang dengan menyebarkan momentum melalui tubuh. Pengguna masih akan merasakan energi kinetik dari peluru, yang dapat menyebabkan luka memar, bengkak atau internal yang sangat parah (Tata Niaga Internasional, 2013). Prinsip kerja rompi anti peluru adalah mengurangi energi kinetik sebanyak mungkin, batas maksimal penekanan tidak boleh lebih dari 4,4 cm (44mm) agar tidak membahayakan keselamatan jiwa (U.S. Department of Justice, 2001).

Bahan komposit adalah bahan gabungan yang terdiri dari dua atau lebih bahan dengan sifat mekanik berbeda. Kombinasi bahan ini bertujuan untuk mendapatkan bahan ketiga yang memiliki sifat makro-mekanis yang lebih baik. Sifat mekanik yang ditingkatkan dalam pembuatan material komposit antara lain : kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, ketahanan korosi, *fatigue life*, ketahanan *thermal* dan ringan (Ashari, 2017). Tujuan dari penggunaan komposit adalah untuk mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya (Pulungan, 2017). Penggunaan material komposit dengan pengisi serat alam sudah semakin maju dan berkembang. Saat ini, persyaratan untuk teknologi ramah lingkungan, dapat didaur ulang, dan bahan yang dapat terurai secara alami. Salah satu bahan yang diharapkan untuk mencapai tujuan ini adalah bahan komposit yang terbuat dari bahan pengisi serat alami (Aji, et al., 2018).

Mengingat banyaknya tanaman yang mengandung serat terutama di Indonesia, banyak peneliti yang tertarik untuk menggunakan serat alami sebagai pengisi atau bahan penguat pada material komposit. Bahan komposit yang berasal dari serat alami tidak kalah dengan bahan komposit logam. Dalam pembuatan bahan komposit ilmiah, penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit adalah metode alternatif, di mana serat daun nanas dikenal karena kekuatannya seperti aluminium (Daulay, et al., 2014). Tanaman nanas adalah salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Produksi nanas di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Indonesia salah satu penghasil nanas terbanyak urutan ke-5 setelah Brasil, Thailand, Filipina dan China (Susanti, 2018). Berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik, rata-rata di Indonesia produksi nanas adalah 1,8 juta ton/tahun (Badan Pusat Statistik (BPS), 2019). Melihat hasil tahunan tanaman nanas, daun nanas tentu memiliki potensi besar untuk menjadi limbah. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua hingga tiga kali panen dan diganti dengan tanaman baru, sehingga limbah daun nanas akan terus ada dan memiliki cukup potensi untuk digunakan sebagai produk yang dapat memberikan nilai tambah (Supriyatna & Solihin, 2018).

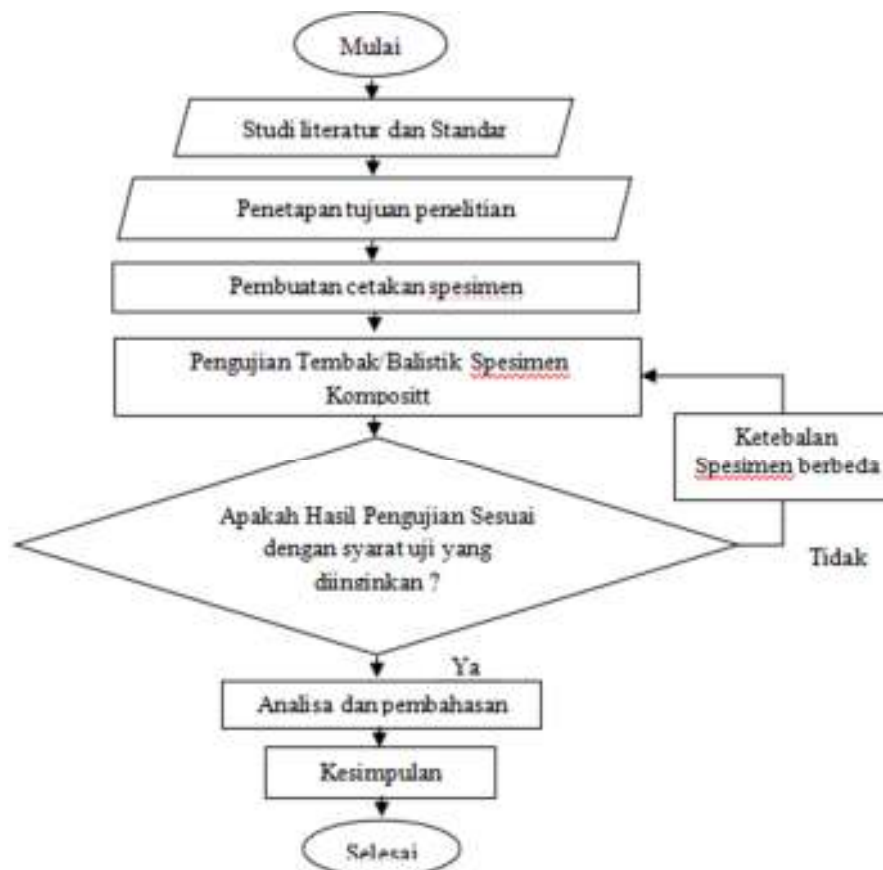
Anhar Pulungan, melakukan investigasi mengenai penyerapan energi impak dan mereduksi bobot pada rompi anti peluru oleh beban balistik impak proyektil yang menggunakan komposit partikel yang terbuat dari serat karbon dan HGM 16 % dengan matrix epoxy. Hasil penelitian didapatkan bahwa besar ketebalan dan bobot rompi anti peluru pada HGM dan serat karbon lebih kecil dibandingkan dengan Kevlar dan HGM dan rompi dengan ketebalan 20 mm dengan energi kinetik yang diteruskan ketubuh aman untuk digunakan (Pulungan, 2017). Syahrinal Anggi

D, dkk melakukan penelitian terhadap pemanfaatan serat daun nanas sebagai pengisi resin epoksi dengan tujuan menghasilkan bahan komposit yang memiliki sifat-sifat yang lebih baik, hasil yang didapatkan bahwa pengisi serat daun nanas mampu meningkatkan kekuatan bentur komposit (Daulay, et al., 2014). Abdurrachman Fiqri melakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan bending dan impact dari serat daun nanas dan serat ampas tebu untuk material kapal, berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar volume serat daun nanas daripada serat tebu maka semakin besar kekuatan yang mempengaruhi hasil pengujian (Fiqri, et al., 2017).

Dari latar belakang yang sudah dipaparkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen mengenai penggunaan serat daun nanas sebagai penguat material komposit yang dapat diaplikasikan pada *body vest* guna memanfaatkan limbah serat daun nanas agar memiliki nilai tambah dan juga mengetahui kekuatan dan karakteristik dari gabungan material tersebut.

2. METODE

Pada penelitian ini metode yang dilakukan menggunakan metode eksperimen. Adapun tahapan penelitian yang dijelaskan secara sederhana sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut :





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Standar Pengujian

Standar pengujian untuk alat uji menggunakan Standar NIJ Standard 01.01.06. Penelitian yang dilakukan menggunakan tipe III-A untuk *test ammunition* sebesar 9 mm FMJ, nominal *bullet mass* sebesar 8,0 g, minimum *required bullet* sebesar 365 m/s dan maksimum *depth of deformation* sebesar 44mm. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 Standart Pengujian NIJ Standard 0101.06

<i>BulletPro of Vest Type</i>	<i>Weapons</i>	<i>Test Variables</i>		<i>Performance Requirements</i>	
		<i>Test Ammunition</i>	<i>Nominal Bullet Mass</i>	<i>Minimum Required Bullet Velocity</i>	<i>Maximum Depth of Deformation</i>
II-A		9 mm FMJ RN	8,0 g (124 gr)	365 m/s	44 mm
		40 S&W FMJ	11,7 g (180 gr)	325 m/s	44 mm

Sumber : NIJ 0101.06

2.2 Alat dan bahan penelitian

1. Cetakan Spesimen
2. Timbangan Digital
3. Alat Bantu : Jangka sorong, penggaris, gunting, cutter, gergaji, gerinda, lem.
4. Serat Daun Nanas
5. *Hollow Glass Microsphere* (HGM)
6. Resin *Epoxy*
7. *Hardener*
8. Larutan *NaOH*
9. *Wax*
10. Serta peralatan dan bahan pendukung lainnya.

2.3 Pembuatan model spesimen uji

Pembuatan model spesimen pengujian menggunakan cetakan kaca dengan ukuran 15x15x2cm³. Variasi ketebalan spesimen yaitu 10mm, 15mm dan 20mm.



Gambar 2. Cetakan Spesimen

Prosedur pembuatan model spesimen uji adalah sebagai berikut :

1. Lakukan proses pemisahan atau pengambilan serat dari daun nanas, kemudian dicuci dan keringkan melalui sinar matahari.
2. Kemudian serat daun nanas direndam dengan NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu dikeringkan pada suhu ruangan

3. Ukur serat daun nanas menggunakan timbangan digital. Timbangan digital terlebih dahulu dikalibrasi. Kemudian letakkan serat nanas kedalam cetakan dengan variasi susunan serat berlapis (vertikal-horizontal)
4. Setelah itu, ukur massa material yang akan digunakan lainnya seperti HGM, resin *epoxy*, hardener sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan timbangan digital.
5. Kemudian lapiasi cetakan dengan *Wax* secara merata agar komposit tidak lengket atau mudah terlepas dari cetakan.
6. Lalu campurkan resin *epoxy* dan hardener serta *Hollow Glass Microsphere* (HGM) yang telah ditimbang ke dalam wadah yang lainnya sebelum dimasukkan ke dalam cetakan (mal). Kemudian bahan diaduk hingga merata ± 15 menit agar campuran merata serta mengurangi ruang kosong diantara material komposit.
7. Setelah selesai, campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan ratakan.
8. Campuran dibiarkan selama 24 jam untuk menjalani proses curing.
9. Lepas spesimen komposit dari cetakan.
10. Setelah proses *curing*, komposit diamati apakah terdapat cacat atau tidak. Apabila terdapat cacat, maka komposit tersebut tidak dapat digunakan. Maka harus dilakukan pembentukan komposit dari cetakan.

2.4 Pelaksanaan Uji Tembak

Pengujian tembak dilakukan di lapangan tembak MAKOSAT BRIMOB KEP. BANGKA BELITUNG menggunakan senjata api *Glock17* dan jenis peluru *FMJ*, 115grs 7.5g diameter 9 mm. Pengujian menggunakan jarak tembak sejauh 25 m.





Gambar 3. (a) senjata yang digunakan (b) pengujian tembak

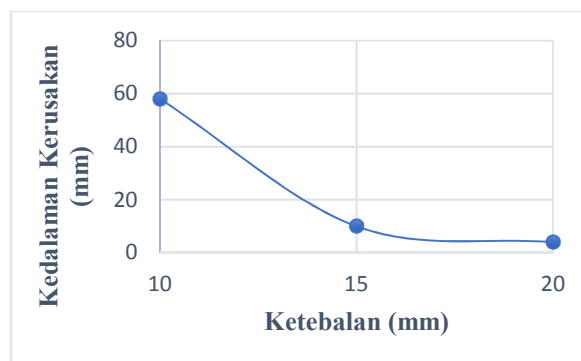
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian balistik untuk *body vest* level IIA dilakukan menggunakan senjata api kaliber 9 mm dengan jarak tembak 25 m.. Berdasarkan hasil dari pengujian balistik didapatkan hasil dari masing-masing variasi ketebalan dengan persentase rasio volume matrix dan serat yang sama yaitu serat nanas 10%, resin *epoxy* 74% dan HGM 16%. Pengujian balistik dilakukan dengan cara menembak 1 spesimen dengan ukuran berbeda masing-masing sebanyak 3 kali. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian balistik yang dilakukan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tembak

Ketebalan (mm)	Tampak Depan	Tampak Belakang	Kedalaman Kerusakan (mm)
10			58 mm
15			10 mm
20			4 mm

Kriteria kegagalan rompi anti peluru menurut standar NIJ 0101.06 dari aspek penetrasi ialah penetrasi proyektil tidak boleh melebihi dari ketebalan rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus. Hasil pada spesimen dengan ketebalan 10 mm, 15 mm dan 20 mm disimpulkan mengalami kegagalan dikarenakan spesimen dapat ditembus *proyektil*. Kedalaman kerusakan pada spesimen 10 mm adalah 58 mm, spesimen 15 mm adalah 10 mm, dan 20 mm adalah 4 mm. Kegagalan dalam menahan proyektil dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi meliputi proses pencampuran antara HGM epoxy dan serat nanas yang menyebabkan spesimen kurang sempurna/cacat seperti terdapat void/gelembung dan kurang padatnya serat sehingga masih terdapat rongga. Prosedur pembuatan sangat berpengaruh untuk mendapatkan hasil yang homogen sehingga mendapatkan hasil mekanik yang diinginkan. Faktor eksternal yang mempengaruhi diantaranya adalah sudut penembakan, sifat mekanis peluru, bentuk peluru dan temperatur. Gambar 4 menunjukkan grafik kedalaman kerusakan dengan ketebalan berbeda.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian

Dilihat dari grafik hasil pengujian pada gambar 4, adanya peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya ketebalan spesimen, dimana semakin tebal

spesimen maka kedalaman kerusakan semakin kecil. Hal ini berarti menunjukkan bahwa adanya pengaruh ketebalan spesimen terhadap kekuatan spesimen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian eksperimen uji tembak atau balistik pada spesimen komposit HGM-Epoxy berpenguat serat daun nanas dengan ukuran cetakan 15x15x2cm³ dengan ketebalan 10 mm, 15 mm dan 20 mm didapatkan hasil bahwa peluru dapat menembus spesimen dengan nilai kedalaman kerusakan berturut-turut yaitu 58 mm, 10 mm dan 4 mm. Diamati dari kedalaman kerusakan, tebal spesimen mempengaruhi kekuatan spesimen, semakin tebal spesimen maka semakin kecil kerusakan yang terjadi. Namun dari kerusakan yang terjadi dapat disimpulkan bahwa spesimen tidak aman digunakan karena menurut standar NIJ 0101.06, kriteria kegagalan rompi anti peluru dari aspek penetrasi ialah penetrasi tidak boleh melebihi dari tebal rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus. Kegagalan dalam menahan peluru dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal dan faktor eksternal seperti proses pencampuran material yang kurang baik sehingga menyebabkan, spesimen kurang padat atau rapat, faktor cuaca, sudut penembakan, sifat mekanis peluru, bentuk peluru dan juga temperatur peluru.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DANKORBRIMOB dan Jajarannya yang sudah mengizinkan serta membantu penulis dalam mendapatkan hasil pengujian tembak di MAKOSAT BRIMOB Kep.Bangka Belitung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, T. A., Purwanto, H. & Respati, S. M. B., 2018. Pengaruh Ketebalan Komposit Matrik Resin dengan Penguat Kulit Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) yang dianyam terhadap kemampuan Balistik. *Jurnal Momentum*, pp. 75-79.
- Ashari, W., 2017. Aplikasi Kemampuan Rompi Anti Peluru Terbuat dari Epoxy-HGM-Carbon Fiber dalam Menahan Back Face Signature dan Energi Impact Akibat Proyektil. p. 7.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2019. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*. s.l.:Badan Pusat Statistik/ BPS-Statistics Indonesia.
- Daulay, S. A., Wirathama, F. & Halimatuddahlia, 2014. Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Volume 3, pp. 13-14.
- Fiqri, A., Yudo, H. & Budiarto, U., 2017. Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (*Smooth Cayenne*) Dan Serat Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L*) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Volume 5, p. 408.
- Pulungan, M. A., 2017. Analisis Kemampuan Rompi Anti Peluru yang Terbuat dari Komposit HGM - Epoxy dan Serat Karbon dalam Menyerap Energi Akibat Impak Peluru. *Jurnal Inotera*.
- Supriyatna, A. & Solihin, M. Y., 2018. Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas untuk Aplikasi Interior Mobil. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, Volume 8, p. 89.

- Susanti, D. N., 2018. Pengaruh Variasi Panjang Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit Polyester-Serat Nanas. *Skripsi*, pp. 2-10.
- Tata Niaga Internasional, 2013. *Cara Kerja Rompi Anti Peluru*. [Online] Available at: <http://www.tni.co.id/2013/05/cara-kerja-rompi-anti-peluru.html>
- U.S. Department of Justice, 2001. *NIJ-0101.04*. Washington, DC: National Institute of Justice.