

Pengaruh Pemaparan Cuaca terhadap Kekuatan Impak Komposit rHDPE Berpenguat Serat Pelepeh Salak

Mas'ud Nur Hanif¹, Dody Ariawan¹, Wijang Wisnu Raharjo¹

¹ Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

e-mail address : hanifelmasud@student.uns.ac.id

Keywords:

Pemaparan cuaca, sifat mekanik, rHDPE, serat pelepeh salak, impak, SEM

Abstrak :

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemaparan cuaca terhadap kekuatan impak dari komposit *recycled High Density Polyethylene* (rHDPE) - serat pelepeh salak. Fraksi volume pada komposit adalah 30%. Spesimen dibuat menjadi 3 variasi, yaitu spesimen rHDPE murni sebagai spesimen kontrol, komposit rHDPE berpenguat serat pelepeh salak dengan perlakuan alkali, dan komposit rHDPE berpenguat serat pelepeh salak tanpa perlakuan alkali. Pemaparan cuaca dilakukan selama 6 bulan, Agustus 2019 hingga Januari 2020. Untuk mengetahui kerusakan mikroskopis spesimen, pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) dilakukan. Setelah 6 bulan pemaparan cuaca, hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan alkali hanya berpengaruh sebelum pemaparan cuaca. Sedangkan setelah dipaparkan cuaca, hasil antara komposit dengan perlakuan dan tanpa perlakuan alkali menunjukkan kesetaraan.

1. PENDAHULUAN

Salak (*Salacca zalacca* sp.) merupakan tanaman asli Indonesia yang memiliki nilai ekonomis dan peluang pasar yang cukup tinggi. Tanaman buah ini memiliki ikatan famili dengan kelapa, akan tetapi penampilannya sangat berbeda dengan kelapa, yaitu tumbuh merumpun dan memiliki batang berduri [1]. Badan Pusat Statistik (2012) menyebutkan bahwa produksi salak di Indonesia mengalami fluktuasi, pada tahun 2002 berjumlah 768.015 ton, dan pada tahun 2011 mencapai 815.227 ton [2]. Serat pelepeh salak digunakan sebagai penguat komposit karena memiliki 42.54% selulosa, 34.35% hemiselulosa, 28.01% lignin, dan 14% air [3].

Umar dkk [4] yang meneliti tentang pengaruh pemaparan cuaca pada sifat mekanik komposit Kenaf-rHDPE. Penelitian tersebut menyatakan bahwa pemaparan cuaca yang dipercepat (*accelerated weathering*) menyebabkan penurunan kekuatan tarik yang menurun drastis setelah 400 jam pemaparan. Selain kekuatan tarik, warna komposit juga mulai memutih pada pemaparan 200 jam, dan menjadi benar-benar putih setelah 600 jam.

Pandey [5] juga pernah melakukan sebuah penelitian yang membahas tentang pengaruh

pemaparan sinar UV pada beberapa komposit dengan serat yang berbeda. Pemaparan UV dilakukan selama 2000 jam, dari proses tersebut diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya adalah perubahan pada warna komposit, penurunan kekuatan bending, dan kekuatan impak yang mengalami penurunan atau kenaikan pada beberapa komposit.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh dari pemaparan cuaca terhadap kekuatan impak rHDPE - serat pelepeh salak. Spesimen dipaparkan cuaca selama 6 bulan, dari bulan Agustus 2019 hingga Januari 2020. Untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat mekanik, spesimen diuji impak (ASTM D5941). Sedangkan untuk melihat kerusakan mikroskopisnya dilakukan pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada permukaan spesimen.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Material

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah serat pelepeh salak sebagai penguat dan rHDPE sebagai matrik. Serat pelepeh salak diberi perlakuan yaitu dengan direndam dalam cairan alkali (5% NaOH) selama 3 jam. Setelah itu serat direndam dan dibilas dengan larutan

asam asetat 1%. Kemudian serat dikeringkan selama 7 hari dalam kantong plastik pada suhu ruangan.

Polietilena berdensitas tinggi atau *High Density Polyethylene* (HDPE) adalah polietilena termoplastik yang berasal dari minyak bumi dengan massa jenis sebesar $0,950 \text{ ton/m}^3$. Untuk menghasilkan 1 kg HDPE dibutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai bahan baku dan energi). HDPE dapat didaur ulang. HDPE banyak dipakai untuk bahan pipa bertekanan tinggi, pipa aliran gas, wadah kimia cair dan lain-lain. Karena sifatnya yang kuat, keras, kedap air, dan mampu bertahan pada suhu tinggi (120°C) dan rendah (-40°C) [6].

2.2 Proses Pembuatan Spesimen

Komposit yang dibuat mengandung fraksi volume serat 30% dan matrik 70% dengan panjang serat 9 mm. Pencetakan komposit menggunakan *hot press*. Parameter proses pengepresan meliputi suhu 150°C waktu penahanan 25 menit, dan tekanan 50 bar, kemudian spesimen didinginkan hingga suhu mencapai 40°C [7].

Dimensi spesimen untuk uji impact adalah panjang $80 \pm 0,2 \text{ mm}$, lebar $10 \pm 0,2 \text{ mm}$ dan tebal $4,0 \pm 0,2 \text{ mm}$ [8]. Spesimen dibuat menjadi 3 jenis, yaitu rHDPE murni/*neat resin* (NR), komposit dengan serat yang diberi perlakuan/*treatment* (T), dan komposit tanpa perlakuan/*untreatment* (UT).

2.3 Pemaparan Cuaca

Pengujian pokok yang dilakukan adalah pemaparan cuaca atau penjemuran secara natural langsung dibawah matahari. Tes ini dilakukan sesuai dengan ASTM D1435. Semua spesimen ditempatkan pada rak aluminium pada sudut 45° , menghadap ke timur. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini divariasikan dari 1 sampai 6 bulan dengan interval 1 bulan. Data cuaca yang diperlukan yaitu

kelembaban, curah hujan, suhu, *particulate matter* (PM10), *UV index*, dan lama penyinaran cahaya matahari (*day light*).

2.4 Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik pada spesimen adalah uji impact. Pengujian impact bertujuan untuk mengukur energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian impact menggunakan metode impact *izod* sesuai standar ASTM D5941, dengan persamaan sebagai berikut [8]:

$$W = w \cdot R \cdot (\cos\beta - \cos\alpha') \quad (3)$$

Keterangan:

- W = Energi total yang diserap (J)
- w = Berat pendulum (N)
- R = Jarak dari pusat rotasi pendulum ke pusat massa (m)
- β = Sudut pantul lengan ayun
- α' = Sudut naik awal lengan ayun

$$\alpha = \frac{w}{h \times b} \times 10^3 \quad (4)$$

Keterangan:

- W = Energi total yang diserap (J)
- α = Nilai kekuatan impact (J/m^2)
- h = Ketebalan benda uji (m)
- b = Lebar benda uji (m)

2.5 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Morfologi dan kerusakan mikroskopis spesimen diamati dengan pengamatan SEM. Alat yang dipakai adalah SEM Zeiss Evo 10. Sebelum diamati, spesimen terlebih dahulu dilapisi dengan *gold paladium*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemaparan Cuaca

Pemaparan cuaca dilakukan pada Bulan Agustus 2019 – Januari 2020. Data meteorologi selama berlangsungnya proses pemaparan cuaca didapatkan dari stasiun PUSLITBANG FP UNS



Gambar 1. Perubahan warna spesimen selama pemaparan.

Jumantono, Karanganyar dan situs www.accuweather.com.

Selama pemaparan cuaca terjadi perbedaan curah hujan yang cukup signifikan. Pada bulan Agustus-November belum ada curah hujan karena musim kemarau, sedangkan pada bulan Desember-Januari curah hujan cukup tinggi, terutama pada bulan Desember yang mencapai 12,97 mm. Dari perbedaan curah hujan tersebut berpengaruh pada kelembapan udara dan lama penyinaran matahari (*day light*). Semakin tinggi curah hujan, semakin tinggi pula kelembapan udara, kebalikannya *day light* semakin menurun. Kelembapan udara tertinggi 84,24 % dan *day light* terendah 44,91 % terjadi pada bulan Desember. Sedangkan untuk *Particulate Matter*, *UV index* maksimum, dan temperatur cenderung naik turun, dengan nilai rata-rata secara berurutan 59,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 9,53 (sangat tinggi), dan 28,23 °C.

Komposit yang sedang dipaparkan cuaca didokumentasikan dalam bentuk foto setiap bulan sekali untuk melihat perubahan warna yang terjadi. Menurut Penelitian Rowell [9], ia menemukan bahwa terdapat lapisan putih (*chalking*) pada permukaan komposit plastik setelah dipaparkan cuaca. Lapisan ini mudah rapuh dan keropos. Jumlah atau tingkat *chalking* bergantung pada proses pembuatan komposit, variabel cuaca, dan intensitas UV.

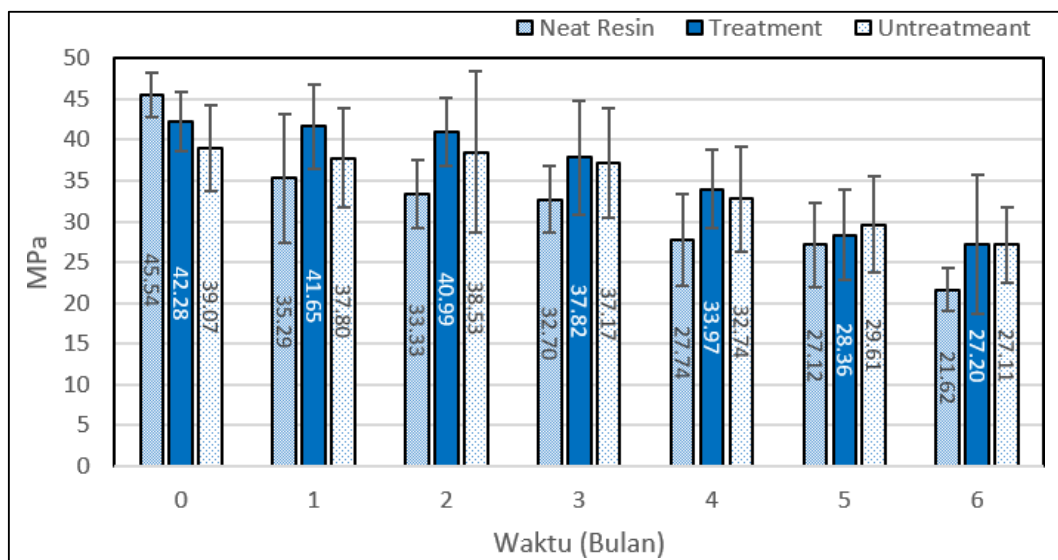
Gambar 1 menunjukkan perubahan warna pada permukaan spesimen yang terpapar langsung sinar matahari. Pada gambar tersebut

terlihat bahwa semakin lama terpapar cuaca, semakin pudar warna spesimen dan muncul warna keputihan/*chalking*. Perubahan warna tersebut mengindikasikan adanya degradasi pada komposit akibat sinar UV.

3.2 Kekuatan Mekanik

Kekuatan impak spesimen dapat diukur dengan pengujian impak *izod* sesuai standar ASTM-D5941 [8]. Grafik hasil pengujian impak ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa ketiga jenis spesimen mengalami penurunan kekuatan impak seiring dengan lamanya pemaparan. Penurunan kekuatan impak terjadi karena pembebanan merupakan beban dinamik, sehingga spesimen menerima pembebanan kejut/*rapid loading*. Pada pembebanan tersebut spesimen menyerap energi dari pendulum yang diayunkan mengenai spesimen. Energi yang diserap tersebut akan mengubah respon yang diterima oleh spesimen seperti deformasi plastis dan efek inersia. Ketika diberikan pembebanan dengan kecepatan tinggi, spesimen akan patah getas yang diakibatkan rusaknya ikatan interfase antar matrik HDPE karena pelapukan oleh cuaca [10]. Jika dilihat dari Gambar 2, maka dapat disimpulkan bahwa spesimen jenis *neat resin* mengalami penurunan yang paling signifikan yaitu sebesar 52,52 %, kemudian disusul spesimen komposit dengan perlakuan alkali



Gambar 2. Grafik kekuatan impak spesimen selama paparan cuaca

sebesar 35,67 %, dan yang terakhir komposit tanpa perlakuan alkali yaitu sebesar 30,60 %. Hal ini terjadi karena perlakuan alkali hanya berperan

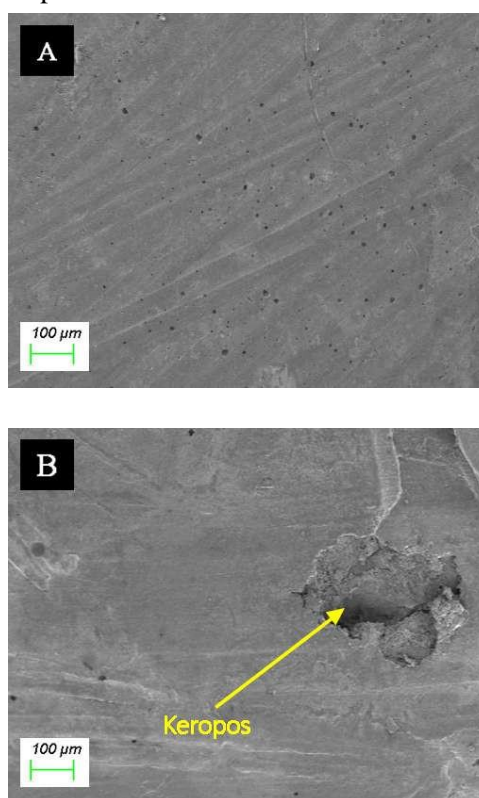
pada masa awal sebelum paparan cuaca. Setelah itu, efek dari perlakuan alkali mulai hilang. Setelah 6 bulan paparan, kekuatan impak komposit dengan perlakuan dan tanpa perlakuan menjadi setara yaitu sekitar 27 MPa.

3.3 Analisa Hasil SEM

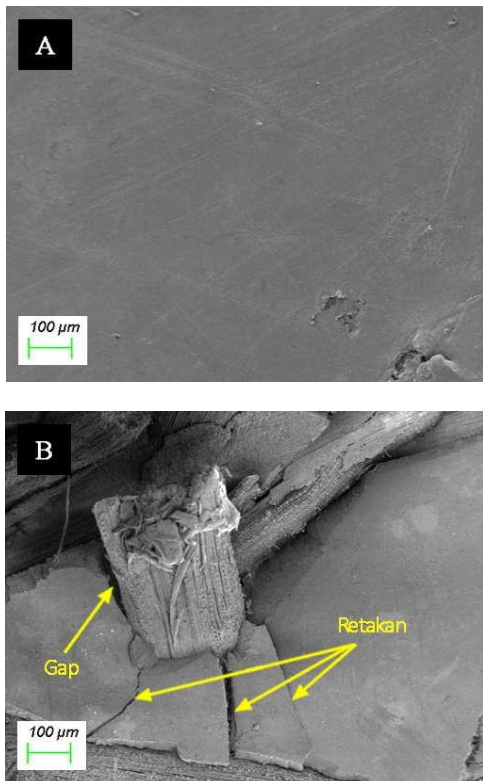
Gambar 3, 4, dan 5 berurutan adalah hasil SEM dari permukaan spesimen rHDPE murni (*neat resin*), komposit dengan perlakuan, dan komposit tanpa perlakuan. Gambar 3 menunjukkan perbedaan antara spesimen *neat resin* sebelum dan sesudah paparan. Pada Gambar 3 (a) menunjukkan permukaan spesimen yang masih bagus dan tidak ada kerusakan, sedangkan pada Gambar 3 (b) menunjukkan adanya keropos pada permukaan spesimen akibat paparan oleh cuaca dan lingkungan, fenomena tersebut disebut fenomena *chalking*/pengapuran. Walaupun terdapat kerusakan, tapi tidak terlalu signifikan. Pada Gambar 3 (b) juga terdapat *void* akibat ter terbakarnya oksigen ketika proses pencetakan spesimen.

Gambar 4 (a) dan 5 (a) berurutan menunjukkan hasil SEM dari permukaan spesimen komposit dengan perlakuan dan tanpa perlakuan sebelum paparan. Pada kedua

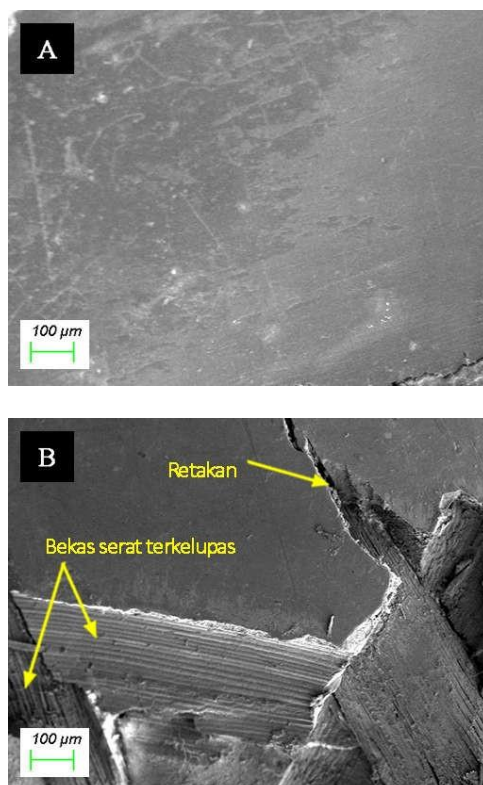
gambar tersebut fiber yang sedikit terlihat di permukaan. Hal ini yang terjadi karena ketika proses pembuatan komposit, sebagian fiber tidak tertutupi matrik.



Gambar 3. Hasil pengamatan SEM permukaan spesimen *neat resin* a) sebelum paparan, b) setelah 6 bulan paparan



Gambar 4. Hasil pengamatan SEM permukaan spesimen komposit dengan perlakuan alkali a) sebelum pemaparan, b) setelah 6 bulan pemaparan



Gambar 5. Hasil pengamatan SEM permukaan spesimen komposit dengan perlakuan alkali a) sebelum pemaparan, b) setelah 6 bulan pemaparan

Gambar 4 (b) dan 5 (b) adalah hasil SEM permukaan spesimen komposit dengan perlakuan dan tanpa perlakuan setelah pemaparan 6 bulan. Kondisinya jauh berbeda dengan spesimen sebelum pemaparan, pada kedua gambar tersebut menunjukkan permukaan yang sudah rusak parah dan muncul celah yang besar antara serat dan matriks. Terdapat *gap* antara serat dengan matriks, retakan, dan serat yang mengelupas. Hal tersebut terjadi karena serat yang menyerap cairan dari air hujan kemudian terkena panas/UV dari paparan matahari yang menyebabkan serat dan matriks menyusut atau memuai. Hal itu dapat meningkatkan tegangan pada ikatan interfase antara serat dan matriks dan mengakibatkan lepasnya ikatan interfase. Lepasnya ikatan interfase menyebabkan adanya retakan pada matriks di sekitar serat [11]. Terlepasnya serat dari matriks terjadi karena tekanan dari air hujan yang mengenai permukaan komposit terutama pada bulan ketiga hingga keenam. Hal ini sesuai dengan data curah hujan pada Tabel 1.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakann ini adalah:

- Semua spesimen, yaitu *neat resin*, komposit rHDPE-serat pelepah salak dengan perlakuan alkali, dan komposit tanpa perlakuan alkali mengalami perubahan warna/*chalking*.
- Perlakuan alkali pada kekuatan impak hanya berefek di awal sebelum pemaparan cuaca, setelah itu mulai hilang dan setelah 6 bulan kekuatan impak kedua jenis spesimen setara, yaitu sekitar 27 MPa.
- Hasil pengamatan SEM dari permukaan spesimen komposit terdapat *gap* antara serat dengan matriks, lepasnya serat dari matriks, dan terdapat retakan pada matrik di sekitar serat.

5. REFERENSI

- [1] F. F. Haryanto, "Analisis Kromosom dan Stomata Tanaman Salak Bali (*Salacca Zalacca* Var. *Amboinensis* (Becc.) Moge), Salak Padang Sidempuan (*S. Sumatrana* (Becc.)) dan Salak Jawa (*S. Zalacca* Var. *Zalacca* (Becc) Moge)," Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, 2010.

Salak," Fakultas Teknik, Universitas Sebelas
Maret, 2019.

- [2] S. Ariviani and N. H. R. Parnanto, "Kapasitas Antioksidan Buah Salak (*Salacca Edulis Reinw*) Kultivar Pondoh, Nglumut Dan Bali Serta Korelasinya dengan Kadar Fenolik Total dan Vitamin C," *Agritech*, vol. 33, pp. 324-333, 2013.
- [3] M. Y. Hashim, M. N. Roslan, A. M. Amin, A. M. A. Zaidi, and S. Ariffin, "Mercerization Treatment Parameter Effect on Natural Fiber Reinforced Polymer Matrix," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 6, pp. 1382-1388, 2012.
- [4] Umar, Zainudin, and Sapuan, "Effect of Accelerated Weathering on Tensile Properties of Kenaf Reinforced High-Density Polyethylene Composites," *Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES)*, vol. 2, pp. 198-205, 2012.
- [5] P. Pandey, "Performance of UV weathered HDPE composites containing hull fiber from DDGS and corn grain," *Industrial Crops & Products*, vol. 107, pp. 409-419, 2017.
- [6] R. A. Arisandhi, "Analisa Getaran Pada Kapal Sar (*Search And Rescue*) Dengan Material HDPE (*High Density Polyethylene*)", Marine Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [7] I. Fadli, D. Ariawan, E. Surojo, and J. Triyono, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit rHDPE dengan Penguat Serat Pelepah Salak," *Prosiding SNST*, vol. 8, pp. 18-23, 2017.
- [8] *Standard Test Methods for Determining the Impak Izod Strength Plastics*, 2003.
- [9] R. M. Rowell, S. E. Lange, and R. E. Jacobson, "Weathering Performance of Plant-Fiber/Thermoplastic Composites," *Mol. Cryst and Liq. Cryst.*, vol. 353, pp. 85-94, 2000.
- [10] W. Adhi, W. W. Raharjo, and H. Sukanto, "Pengaruh Waktu Pemaparan Cuaca (Weathering) Terhadap Karakteristik Mekanik Komposit HDPE-Sampah Organik " *Mekanika*, vol. 12, pp. 11-16, 2013.
- [11] M. F. Asfar, "Pengaruh Perendaman Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit rHDPE dengan Penguat Serat Pelepah