

PENGARUH WAKTU PERLAKUAN ALKALI TERHADAP KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT rHDPE SERAT PELEPAH SALAK

Syarif Hidayatulloh*, Dody Ariawan, Eko Surojo, Joko Triyono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Kota Surakarta - Jawa Tengah 57126.

*Email: 2syarif2@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanik komposit rHDPE-serat pelepah salak yaitu kekuatan bending dan kekuatan impak. Material komposit yang diteliti terdiri atas serbuk rHDPE sebagai matrik dan serat pelepah salak sebagai penguat. Variasi perlakuan alkali menggunakan NaOH 5% dari 1 jam hingga 5 jam. Spesimen dicetak dengan metode cetak tekan hot press pada tekanan 50 bar, temperatur 150 °C dan waktu penahanan 25 menit. Sifat mekanik komposit diketahui dengan melakukan uji bending dan impak berturut-turut menurut ASTM D-790 dan ASTM D-5941. Hasil penelitian komposit rHDPE-serat pelepah salak menunjukkan kekuatan bending dan kekuatan impak mengalami peningkatan pada perlakuan alkali serat pelepah salak pada perendaman 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada 4 jam dan 5 jam. Kekuatan bending dan kekuatan impak tertinggi dimiliki komposit dengan perlakuan alkali serat pelepah salak 3 jam masing-masing sebesar 33,62 MPa dan 38.295,1 J/m².

Kata kunci: alkali, kekuatan mekanik, komposit, rHDPE, serat pelepah salak

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi rekayasa material mengalami kemajuan yang sangat pesat, material baru diharapkan memiliki banyak kelebihan kemampuan mekanik tinggi, mempunyai densitas rendah, jumlahnya melimpah dan ramah lingkungan. Material komposit berpenguat serat alam merupakan salah satu material yang ramah lingkungan dibanding dengan material sintetis. Perkembangan komposit tidak hanya dari serat sintetis tetapi juga mengarah ke komposit natural dikarenakan keistimewaan sifatnya, sehingga mengurangi gangguan lingkungan hidup (Bifel,dkk., 2015).

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. (Matthews, 1993). Komposit tersusun dari pengisi matrik atau pengikat, dilihat dari jenis pengisinya komposit dibedakan menjadi 5 yaitu komposit serat, komposit *flake*, komposit partikel, komposit rangka, komposit *laminat* (Schwartz, 1984). Salah satu jenis komposit yang paling sering digunakan adalah komposit serat karena memiliki jumlah cacat persatuan volume serat yang lebih kecil (Agustiani, 2015). Komposit serat saat ini komposit tidak hanya menggunakan serat sintetis seperti *fiber glass*, *carbon fiber*, dan serat asbestos saja, namun sudah ada bahan penguat dari serat alam karena dinilai lebih murah, ramah lingkungan dan mudah untuk didapatkan di alam Indonesia. Oleh karena itu, serat alami sebagai penguat alternatif dalam komposit polimer digunakan karena lebih banyak keuntungannya.

Yang termasuk serat alam adalah rami, sisal, kenaf, sabut, kapuk, pisang, serat pelepah salak dan lainnya. Serat pelepah salak saat ini masih sedikit dalam pemanfaatannya, padahal di Kabupaten Sleman saja dengan luas perkebunan 2.438 ha, jumlah tanaman salak mencapai 5.302.298 pohon (Yudatiningsih, 2014). Bentuk upaya untuk menjamin tingkat produktivitas salak adalah dengan cara memangkas pelepah sebanyak 3 – 4 untuk setiap tanaman per-4 bulan (Sari, 2008). Dengan berat tiap 3 – 4 batangnya sebesar 0.5 - 1 kg, sehingga diperkirakan limbah dari pelepah salak sebanyak 1368 ton/bulan. Sampai sekarang pelepah salak hanya dibiarkan membusuk di area perkebunan sebagai pupuk, karena belum dimanfaatkan secara optimal.

Serat pelepah salak dapat digabungkan dengan polimer sebagai pengisi untuk membuat komposit. Salah satu jenis polimer yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah *High density polyethylene* (HDPE). HDPE merupakan salah satu jenis plastik termoplastik, karena memiliki ikatan antar molekul yang linier, sehingga dapat mengalami pelunakan atau

perubahan bentuk, dengan kata lain meleleh jika dikenai panas (Billmeyer, 1994). HDPE memiliki sifat kuat, keras dan tahan terhadap suhu yang tinggi serta dapat didaur ulang.

Serat pelepah salak dan HDPE memiliki sifat berbeda, hampir semua serat alam memiliki kelemahan yaitu sifat hidrofiliknya sehingga menyebabkan tingginya daya serap air sedangkan HDPE bersifat polimer sintesis yang hidrofobik hal ini berakibat kompatibilitas yang buruk dalam fabrikasi komposit. Kondisi ini menyebabkan kemampuan transfer tegangan yang rendah dari matriks ke serat ditambah lagi perubahan dimensi serat yang dapat menyebabkan retak mikro pada komposit sehingga menurunkan sifat mekaniknya. Kekurangan lainnya adalah karakteristiknya yang bervariasi tergantung dari iklim, daerah, jenis tanah, cuaca, pengolahan serat serta pembuatan komposit (Fiore, dkk., 2015). Untuk mendapatkan serat dengan kualitas yang baik perlu diberikan perlakuan terhadap serat seperti perlakuan alkali, perlakuan silane, perlakuan asetilasi, dan perlakuan peroxide (Khumar, dkk., 2011).

Perlakuan alkali pada serat alam juga disebut *mercerization*, merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menghasilkan kualitas serat yang lebih baik (Giuseppe, dkk., 2010). Perlakuan alkali memperbaiki permukaan serat yang hasilnya dapat meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Perlakuan alkali pada serat dilakukan dengan metode perendaman serat ke dalam basa alkali (Maryanti, dkk., 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah pelepah salak yang melimpah dan plastik HDPE daur ulang menjadi komposit, sehingga nanti diharapkan dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Penelitian ini juga bertujuan memaksimalkan kualitas dari serat pelepah salak dengan perlakuan alkali, agar dapat menyaingi kualitas serat alam lainnya.

2. METODOLOGI

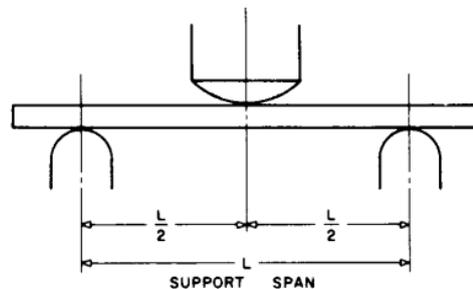
Pengujian spesimen yang dilakukan adalah mengukur kekuatan *bending* dan ketangguhan beban komposit rHDPE serat pelepah salak. ASTM yang digunakan dalam pengujian spesimen adalah ASTM D790 untuk uji *bending* mengukur kekuatan *bending*, ASTM D5941 untuk uji impak mengukur ketangguhan beban.

Proses pembuatan serat diawali dengan pembuangan kulit pelepah. Setelah itu pelepah direndam (*retting*) dalam air bersih dan tutup rapat selama 7 hari agar pelepah salak terurai menjadi serat. Serat dicuci dengan air lalu dijemur dibawah sinar matahari hingga kering. Kemudian untuk menghilangkan kadar air, serat dipanaskan didalam oven dengan suhu 60°C selama 8 jam (Zuraida, dkk., 2011). Serat kemudian disimpan didalam wadah anti lembab. Selanjutnya serat salak dilakukan perlakuan alkali (5% NaOH) dengan variasi waktu perendaman 1, 2, 3, 4, dan 5 jam. Serat pelepah salak yang sudah jadi direndam dengan larutan alkali (5% NaOH) dengan waktu yang ditentukan lalu serat dicuci dengan air suling diikuti dengan pencucian CH₃COOH 1% sampai didapat PH7 diketahui dengan mencelupkan kertas lakmus lalu di cuci dengan air suling kemudian dikeringkan kembali.

Persiapan awal proses pengolahan rHDPE adalah pengumpulan bahan-bahan dasar limbah HDPE. Serpihan HDPE kami dapatkan dari pengepul plastik, Jl. Makamhaji – Gawok, Km 3.6 Prampelan Waru, Baki, Sukoharjo. Setelah itu serpihan dicuci hingga bersih lalu dijemur di bawah sinar matahari langsung. Setelah kering serpihan dihancurkan dengan mesin *crusher* hingga mencapai ukuran butir 20 mesh namun tidak lolos ukuran 40 mesh.

Pembuatan spesimen komposit dilakukan dengan menimbang serat rHDPE dan serat pelepah salak. Fraksi volume untuk serat pelepah salak sebesar 30%. Keduanya dicampur dengan menggunakan *mixer*. Hasil campuran dimasukkan ke dalam cetakan yang sudah dilapisi *wax* secara merata. Setelah itu, cetakan dimasukan ke dalam alat *hot press* dengan tekanan 30 bar. Suhu dalam pengepresan diatur sebesar 150°C, setelah dicapai suhu tersebut, suhu dijaga tetap selama 25 menit dan tekanan dinaikan sampai 50 bar, lalu alat hot press dimatikan. Setelah itu, komposit didalam cetakan dibiarkan mendingin sampai 40°C. Setelah proses pendinginan selesai, hasil cetakan dikeluarkan. Hasil cetakan selanjutnya dipotong sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan, yaitu uji *bending* dan uji impak.

Sifat mekanik yang diuji pada penelitian ini adalah kekuatan *bending* dan kekuatan *impak* komposit. Pengujian *bending* menggunakan *three point bending* yang mengacu pada ASTM D790. Pengujian *impak* menggunakan mesin uji *impak izod* yang mengacu pada ASTM D5941. Kekuatan *bending* adalah tegangan terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar. Ketika spesimen benda uji diuji *bending*, maka bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah. Pengujian kekuatan *bending* menggunakan *three point bending* standar pengujian ASTM D790 seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

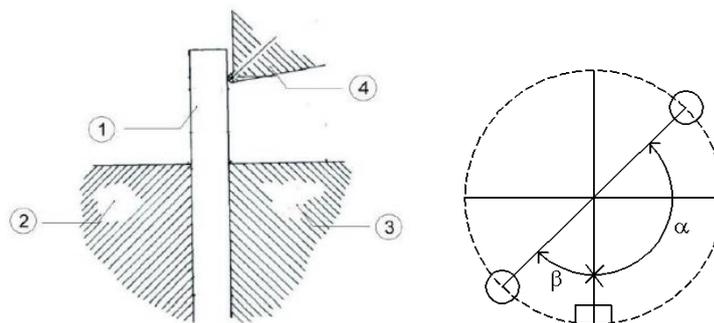


Gambar 1. Mekanisme pengujian *three point bending* (ASTM D790, 2004)

Besarnya kekuatan *bending* secara umum ditentukan berdasarkan standar (Hartanto, 2009):

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \tag{1}$$

Dengan σ_b adalah kekuatan *bending* (MPa), P adalah beban *bending* maksimal (N), L adalah panjang penumpu (mm), b adalah lebar spesimen (mm), dan d adalah tebal spesimen (mm). Dasar pengujian *impak* ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Metode *izod* adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah takikan. Kekuatan *impak* terlebih dahulu dihitung energi yang diserap oleh komposit (W) yaitu selisih energi potensial pendulum sebelum dan sesudah mengenai komposit. Kekuatan *impak* dapat diketahui dengan mengacu pada ASTM D5941 dengan bentuk dan gambar spesimen seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Peletakan spesimen uji *impak izod* (ASTM D5941, 2004)

Keterangan : (1) adalah spesimen, (2) adalah ragum penjepit tetap, (3) adalah ragum penjepit yang dapat diubah posisinya, dan (4) adalah pendulum.

Besarnya kekuatan *impak* secara umum ditentukan sebagai berikut (Hartanto, 2009):

$$W = w.R. (\cos\beta - \cos\alpha) \tag{2}$$

Dengan w adalah berat pendulum (N), R adalah jarak dari pusat rotasi pendulum ke pusat massa (m), B adalah sudut pantul lengan ayun, dan α adalah Sudut naik awal lengan ayun.

Bila pada kondisi pendulum diayunkan bebas (tanpa mengenai benda uji) sudut pantul lengan ayun lebih kecil dari pada sudut naiknya berarti terdapat gesekan, maka nilai W dikurangi dengan energi gesekan (W_{gesek}). Jadi, persamaan untuk menghitung energi total yang diserap oleh benda (W) adalah (Hartanto, 2009) :

$$W = W_{spesimen} - W_{gesek} \quad (3)$$

$$W = w.R.(\cos\beta - \cos\beta') \quad (4)$$

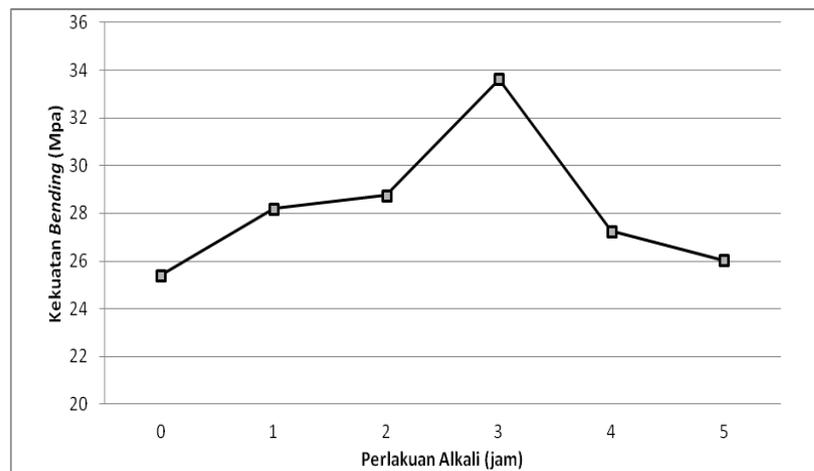
Dengan W adalah energi total yang diserap (J) dan β' adalah sudut pantul lengan ayun tanpa mengenai benda. Maka perhitungan nilai kekuatan impact benda uji adalah sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{W}{h \times b} \times 10^3 \quad (5)$$

dengan W adalah energi total yang diserap (J), α adalah nilai kekuatan impact (J/m^2), h adalah ketebalan benda uji (m), dan b adalah lebar benda uji (m).

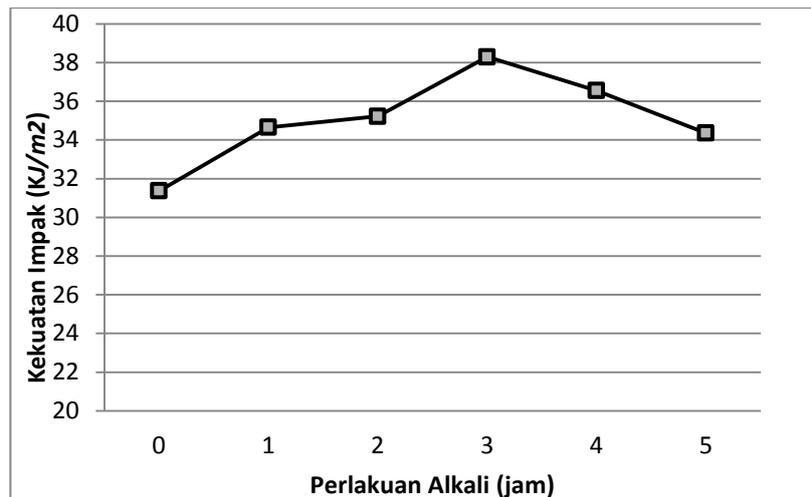
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian bending komposit serat pelepah salak-rHDPE ini menggunakan ASTM D790 dengan metode *three point bending*. Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kekuatan bending komposit rHDPE serat pelepah salak terhadap lama perlakuan alkali serat pelepah salak

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kekuatan bending komposit meningkat pada perlakuan alkali serat 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada perlakuan alkali serat 4 jam dan 5 jam dan mencapai nilai tertinggi pada perlakuan serat 3 jam yaitu sebesar 33,62 Mpa. Perlakuan alkali pada serat meningkatkan kekuatan *bending* komposit karena ikatan *interface* antara serat dan matrik meningkat (Jamarsi, 2006) akan tetapi jika perlakuan alkali terlalu lama maka serat akan rusak dan berakibat menurunkan kekuatan mekaniknya.



Gambar 4. Grafik kekuatan impak komposit rHDPE terhadap lama perlakuan alkali serat pelepah salak

Grafik kekuatan impak komposit rHDPE terhadap lama perlakuan alkali serat pelepah salak ditunjukkan pada Gambar 4. menunjukkan bahwa kekuatan impak bertambah pada perlakuan alkali serat 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada perlakuan alkali serat 4 jam dan 5 jam dan mencapai nilai tertinggi pada perlakuan serat 3 jam yaitu sebesar 38,295 KJ/m².

Serat alam memiliki karakter yang berbeda-beda. Serat alam yang mengalami perlakuan alkali akan meningkatkan kekuatan mekaniknya karena ikatan *interface* antara serat dan matrik meningkat, sehingga transfer beban dari matrik ke serat dapat lebih maksimal. Perlakuan alkali yang terlalu lama akan mengakibatkan serat rusak sehingga menurunkan kembali ikatan *interface* antara serat dan matrik akhirnya berakibat menurunkan kekuatan mekanik komposit tersebut. Hartanto (2009) yang menyatakan bahwa perlakuan alkali mempengaruhi kekuatan impak. Ia meneliti komposit serat rami *polyester* dengan variasi waktu perlakuan alkali 2, 4, 6, dan 8 jam, hasil penelitian tersebut optimal pada perlakuan alkali 6 jam yaitu sebesar 18,33 KJ/m².

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan ini didapatkan bahwa komposit serat pelepah salak rHDPE mengalami peningkatan kekuatan *bending* dan impak pada perlakuan alkali serat 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada perlakuan alkali serat 4 jam dan 5 jam, nilai tertinggi kekuatan *bending* dan impak pada perlakuan serat 3 jam yaitu sebesar 33,62 Mpa dan 38,295 KJ/m². Perlakuan alkali meningkatkan kekuatan mekanik komposit akan tetapi jika perlakuan alkali terlalu lama maka serat akan rusak dan berakibat menurunkan kekuatan mekaniknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, (2015), Pemanfaatan Serat Pelepah Laos (*Alpinia Galanga*) dan Matriks Recycled Polypropylene (Rpp) sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit (Papan Serat) dengan Variasi Massa. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- ASTM D5941-96, *Standart Test Method for Determining the Izod Impact Strength of Plastics*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- ASTM D 790 – 02 5 . Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- Bifel,dkk., (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester, 2(1), 61–68.
- Billmeyer, (1984). “*Texbook of Polymer Science*”. John Wiley and Sons, Singapore, p. 518.
- Fiore, V., Di Bella, G., & Valenza, A. (2015). *The effect of alkaline treatment on mechanical properties of kenaf fibers and their epoxy composites*. Composites Part B: Engineering, 68(January), 14–21.

- Giuseppe, Latteri, A., Recca, G., & Cicala (2010). *Composites Based on Natural Fibre Fabrics. University of Catania*, Department of Physical and Chemical Methodologies for Engineering, Catania Italy.
- Hartanto L., (2009). Study Perlakuan Alkali Dan Fraksi Volume Bermatrik Polyester BQTN 157, Skripsi, Teknik Mesin Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta
- Jamasri (2006), Studi Perlakuan Alkali Dan Tebal Core Terhadap Sifat Bending Komposit Sandwich Berpenguat Serat Sawit Dengan Core Kayu Sawit Jurnal ISSN, Vol.8 Oktober 2006 hal 76-82.
- Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), hal 123-129.
- Matthews, F.L., Rawlings, RD., (1993). *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
- Sari (2008). Studi Budaya Dan Penanganan Pasca Panen Salak Pondoh (Salacca zalacca Gaertner Voss.) Di Wilayah Kabupaten Sleman. Skripsi, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Schwartz, (1984). *Composite Materials Handbook*, New York: McGraw Hill Inc.
- Yudatiningsih, (2013). Roadmap Penguatan Sistem Inovasi Daerah Kabupaten Sleman, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Yogyakarta
- Zuraida, Norshahida, Sopyan I., Zahurin H. (2011). *Effect of Fiber Length Variations on Mechanical and Physical Properties of Coir Fiber Reinforced Cement-Albumen Composites (CFRCC)*, IJUM Engineering Journal. Vol. 12, No. 1.