

## PENGARUH KONSENTRASI *SILANE COUPLING AGENT* TERHADAP SIFAT TARIK KOMPOSIT SERAT KENAF-POLYPROPYLENE

Alip Astabi<sup>1</sup>, Wijang Wisnu Raharjo<sup>2\*</sup>, Heru Sukanto<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl.Ir. Sutami 36A, Surakarta.

<sup>2</sup> Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir.Sutami 36A,Surakarta.

\*Email: m\_asyain@yahoo.com

### Abstrak

Salah satu faktor yang berpengaruh pada sifat tarik komposit adalah kualitas ikatan serat-matrik. Perbaikan kualitas ikatan dapat dilakukan dengan *silane coupling agent*. Akan tetapi, perbedaan komposisi kimia disetiap jenis serat alam akan berdampak pada keefektifan pemakaian *silane coupling agent*. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh konsentrasi *silane coupling agent* terhadap sifat mekanik komposit serat kenaf-polypropylene. Variasi konsentrasi *silane coupling agent* yang digunakan adalah 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, dan 1% dengan lama perendaman 4 jam. Pembuatan komposit dilakukan dengan *hot press*. Parameter proses yang digunakan adalah suhu proses 180 °C, waktu penahanan 5 menit dan tekanan pengepresan 5 bar. Sifat tarik komposit diamati melalui pengujian tarik yang mengacu ke standar ASTM D 638. Sedangkan, kualitas ikatan serat-matrik diamati menggunakan *scanning electron microscopy (SEM)*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi *silane coupling agent* 0.50% menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu 26.30 MPa.

**Kata kunci :** Komposit kenaf-polypropylene, sifat tarik, *silane coupling agent*,

## 1. PENDAHULUAN

Serat alam sekarang telah menjadi bahan alternatif dalam pembuatan komposit polimer. Bahan ini dipilih karena mempunyai beberapa kelebihan dibanding serat sintesis, diantaranya : densitasnya rendah, harganya murah, tidak beracun, ramah lingkungan dan dapat diperbarui (Mwaikambo dan Ansell, 2002; John and Anandjiwala, 2008; Mohanty dkk., 2000). Menurut Thamae dan Baillie (2007) pengembangan dan pemasaran komposit serat alam akan berhasil, jika untuk mendapatkan kualitas yang sama dengan komposit konvensional dibutuhkan biaya produksi rendah. Namun, beberapa kelemahan yang dimiliki oleh serat alam telah membatasi pengembangan dan pemakaian komposit jenis ini. Kelemahan yang paling mendasar yaitu jeleknya kualitas ikatan yang terbentuk antara serat dan matrik (Akil dkk., 2011). Kualitas ikatan yang jelek akan berdampak pada sulitnya perpindahan beban dari matrik ke serat.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas ikatan yaitu dengan pemakaian *silane coupling agent*. *Silane coupling agent* digunakan sebagai bahan pengikat antara serat alam dan matrik polimer (Dittenber & GangaRao, 2012). Bahan ini dapat mengurangi jumlah gugus hidroksil di antarmuka serat dan matrik (Akil dkk., 2011). *Silane* mempunyai struktur umum  $R - (CH_2)_n - Si - X_3$ , yang merupakan sebuah molekul multifungsi. Satu bagian dari *silane* akan bereaksi dengan selulosa yang berada di permukaan serat dan salah satu bagian lainnya akan berikatan dengan matrik (Hermanson, 2008).

Perbedaan komposisi kimia disetiap jenis serat alam akan berdampak pada keefektifan pemakaian *silane coupling agent*. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh konsentrasi *silane coupling agent* terhadap sifat tarik komposit serat kenaf-polypropylene. Sedangkan, variasi konsentrasi *silane coupling agent* yang digunakan adalah 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, dan 1% dengan lama perendaman 4 jam. .

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Lembaran kenaf-PP diperoleh dari PT.Toyota Boshoku Indonesia. Bahan ini mempunyai tebal berkisar antara 10-15 mm dengan rasio kenaf: PP =50:50 dan kekuatan tarik 100 N/100 mm. Sedangkan, *silane coupling agent* yang digunakan adalah *amino ethylamino propyl trimethoxy*

*silane*. Bahan ini diperoleh dari PT. BIOPOLYTECH INOVATION Jakarta. Bahan ini mempunyai *specific gravity* 1.03 dengan viskositas 5 mm<sup>2</sup>/s.

## 2.2 Perlakuan Kimia

Larutan *silane coupling agent* dengan variasi konsentrasi 0% , 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1% digunakan untuk perlakuan kimia. pH pada larutan diatur pada kisaran 3-4.5 menggunakan asam asetat Potongan lembaran kenaf-PP dengan ukuran 175 mm x 90 mm direndam selama 4 jam pada suhu ruang. Setelah itu, lembaran kenaf-PP dibilas dengan air hingga pH menjadi normal dan terakhir dipanaskan pada suhu 100 °C selama 45 menit.

## 2.3 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dimulai dengan pembuatan panel komposit kenaf-PP menggunakan *hot press*. Pertama, potongan lembaran kenaf-PP dimasukkan ke dalam cetakan alumunium. Setelah itu, cetakan alumunium dimasukkan ke dalam *hot press*. Parameter proses yang digunakan adalah suhu pemanasan 180 °C, waktu penahanan 5 menit, dan tekanan pengepresan 5 bar untuk semua spesimen. Setelah temperatur cetakan sesuai dengan temperatur ruang, cetakan diambil dari *hot press* dan panel komposit kenaf-PP diambil dari cetakan. Selanjutnya, spesimen uji tarik diperoleh dengan memotong panel komposit. Dimensi spesimen uji tarik seperti terlihat pada gambar 1 mengacu ke standard ASTM D 638.



Gambar 1. Spesimen uji tarik

## 2.4 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di laboratorium material Jurusan Teknik Mesin, UNS. Pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) merk JTM. Spesimen tulang anjing (*dogbone*) digunakan untuk pengujian tarik komposit kenaf-PP. Sebelum dipasang pada rahang mesin, maka pada bagian ujung spesimen uji tarik dipasang tab dari bahan *double tape spon* untuk mencegah grip mesin uji tarik merusak spesimen. *Load cell* sebesar 5000 N digunakan dalam pengujian tarik dengan laju *cross-head* sebesar 2 mm/min.

## 2.5 Kualitas Ikatan

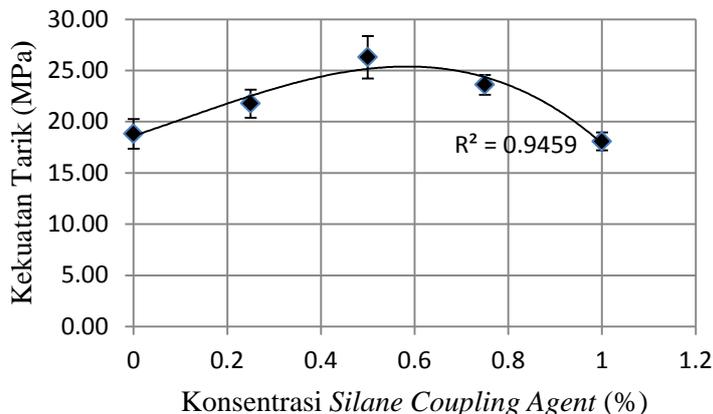
Pengamatan kualitas ikatan antara serat dan matrik dilakukan melalui pengamatan struktur permukaan patah spesimen uji tarik dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merk FEI, *type: Inspect-S50*. Pengamatan dilakukan di laboratorium sentral FMIPA Universitas Negeri Malang (UM).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

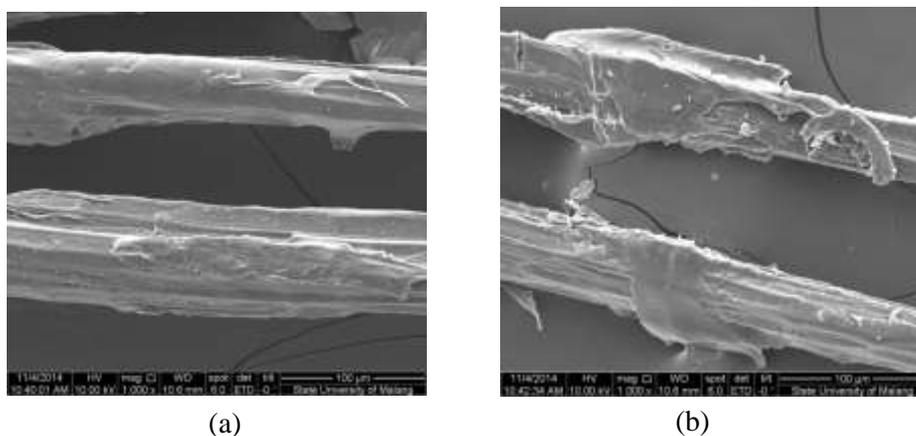
Hasil pengujian tarik komposit kenaf-PP dapat dilihat pada gambar 2. Hasil yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari 5 spesimen uji untuk setiap variasi konsentrasi *silane coupling agent*. Kekuatan tarik komposit meningkat dengan bertambahnya konsentrasi *silane* sampai dengan 0.5%, diatas konsentrasi tersebut kekuatan tarik akan mengalami penurunan. Kekuatan tarik tertinggi sebesar 26.30 MPa diperoleh pada konsentrasi *silane* 0.5%. Peningkatan kekuatan tarik disebabkan keberadaan *silane* pada konsentrasi sampai dengan 0.5% mampu merubah sifat serat yang *hydrophilic* menjadi *hydropobic* dan membuat matrik menyelimuti seluruh permukaan serat secara merata. Kesesuaian sifat serat-matrik akan menghasilkan ikatan serat-matrik dengan kualitas baik, sehingga transfer beban dari matrik ke serat dan sebaliknya dapat berlangsung dengan baik. Pada konsentrasi 0.75% dan 1% kekuatan tarik komposit kenaf-PP mengalami penurunan. Nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada konsentrasi 1%. Rendahnya kekuatan tarik ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi *silane coupling agent* mengakibatkan penyebaran matrik pada serat tidak merata. Pada konsentrasi 1%, matrik tidak menyelimuti serat secara menyeluruh sehingga terjadi penurunan kekuatan tarik seperti yang terlihat pada gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan penyebaran matrik pada komposit dengan kandungan *silane* 0.5% dan 1%. Pada gambar 3.a terlihat bahwa komposit dengan kandungan *silane* 0.5%

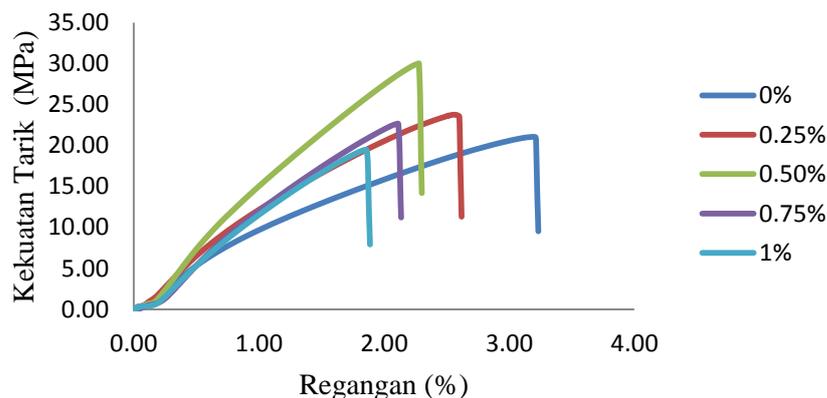
menyebar dengan merata, sedangkan untuk komposit kandungan *silane* 1% (gambar 3.b) penyebaran matrik tidak bisa merata. Konsentrasi *silane* 1% cenderung membuat matrik menggumpal, sehingga menyebabkan serat tidak terselimuti secara menyeluruh.



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi *silane* dengan kekuatan tarik komposit



Gambar 3. Foto permukaan patah tarik komposit : a). 0.5% *silane*; b). 1% *silane*



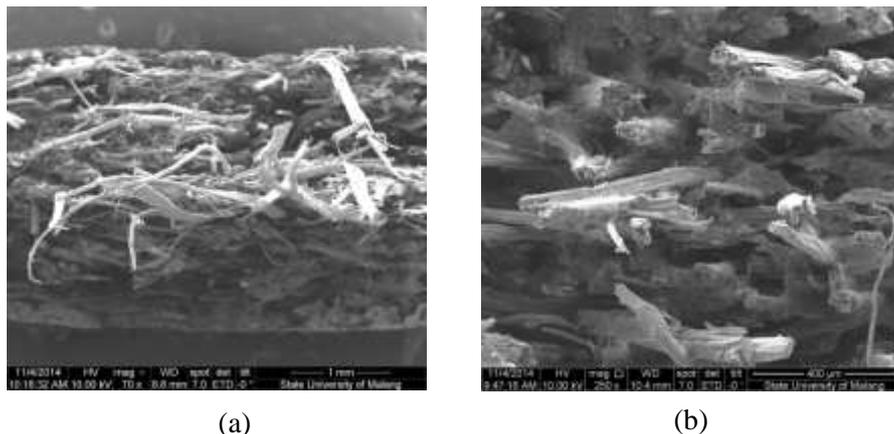
Gambar 4. Grafik uji tarik komposit

Penyebaran matrik yang tidak merata berpengaruh pada kekuatan tarik komposit. Penggumpalan matrik menyebabkan transfer beban dari matrik ke serat atau sebaliknya terhambat, sehingga terjadi penurunan kekuatan tarik komposit. Lemahnya kekuatan tarik tersebut juga tidak lepas dari jeleknya ikatan yang terjadi pada serat dan matrik. Gambar 4 menunjukkan grafik uji

tarik komposit kenaf-PP. Pada gambar 4 terlihat bahwa komposit tanpa *silane* mempunyai regangan paling besar. Sebaliknya, komposit dengan kandungan *silane* 1% mempunyai regangan terendah. Pada gambar 4 juga terlihat bahwa komposit pada konsentrasi *silane* 0.5% mempunyai regangan diantara komposit tanpa *silane* dan komposit dengan konsentrasi *silane* 1%.

Komposit tanpa *silane* mempunyai regangan terpanjang karena pada komposit ini ikatan yang terbentuk lemah. Pada saat beban dikenakan ke komposit, beban akan ditahan serat dan matrik secara bersama-sama. Lemahnya ikatan yang terbentuk menyebabkan ikatan antara serat dan matrik lepas sebelum serat atau matrik patah. Selanjutnya, beban akan diterima oleh matrik maupun serat secara terpisah. Matrik lebih lemah dibandingkan dengan serat, maka beban terlebih dahulu ditahan oleh matrik sampai dengan patah sebelum dipindahkan ke serat. Karena beban komposit ditahan oleh matrik maka regangan yang terjadi akan panjang. Sifat elastis matrik menyebabkan komposit mengalami regangan besar sebelum patah. Lemahnya ikatan serat-matrik dapat dilihat pada gambar 5.a. Pada gambar 5.a terlihat serat mengalami *pull-out*. *Pull-out* serat terlihat panjang yang menandakan ikatan serat-matrik lemah.

Hal yang berbeda terlihat pada komposit dengan kandungan *silane*. Komposit dengan kandungan *silane* 0.5% mempunyai kekuatan tarik tertinggi seperti yang terlihat pada gambar 4. Komposit dengan kandungan *silane* 0.5% mempunyai regangan diantara konsentrasi 0% dan 1%. Hal ini membuktikan bahwa komposit dengan kandungan *silane* 0.5% mempunyai ikatan terbaik diantara yang lainnya. Pada konsentrasi *silane* 0.5%, penyebaran matrik terlihat merata dan ikatan yang terbentuk antara serat dan matrik berkualitas baik sehingga kekuatan komposit yang dihasilkan maksimal. Pada gambar 4 terlihat bahwa regangan yang terjadi pada komposit dengan *silane* lebih pendek dibanding tanpa *silane*. Ikatan antara serat dan matrik yang baik membuat transfer beban dari serat ke matrik atau sebaliknya dapat berlangsung dengan baik. Pada saat pembebanan tarik, beban akan ditahan serat dan matrik secara bersamaan. Ikatan kuat antara serat-matrik menjamin beban yang dikenakan pada komposit akan didukung oleh serat dan matrik secara bersamaan sampai komposit patah. Ikatan yang kuat akan menyebabkan kekuatan tarik komposit tinggi dan regangan yang dihasilkan pendek, karena ikatan akan mencegah matrik meregang berlebih sebelum patah. Kualitas ikatan yang kuat dapat dilihat pada gambar 5.b. Gambar tersebut memperlihatkan terjadinya *pull-out* serat di permukaan patah tarik komposit. Namun, *pull-out* serat yang terjadi lebih pendek dibanding komposit tanpa *silane*. Hal ini menandakan ikatan yang terbentuk antara serat dan matrik berkualitas baik.



Gambar 5. Foto permukaan patah tarik komposit : a). tanpa *silane*; b) *silane* 0.5%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, komposit dengan kandungan *silane* 0.5% mempunyai kekuatan tarik tertinggi. Kandungan *silane* 0.5% merupakan nilai tertinggi agar dihasilkan komposit dengan kualitas ikatan serat-matrik yang baik. Kualitas ikatan yang baik menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik tinggi dan regangan rendah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA No. 023.04.1.673453/2015 tanggal 14 November 2014, DIPA Revisi 01 tanggal 29 pebruari 2015, Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Akil H.M., Omar M.F., Mazuki A.A.M., Safiee S., Ishak Z.A.M., Abu Bakar A., 2011, *Kenaf Fiber Reinforced Composites: A review, Material and Design*, 32: 4107-4121.
- Dittenber D.B. and Ganga, R.H.V.S., 2012. Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure, *Composites part A: Application of Science Manufacture*. 43: 1419–1429.
- Hermanson, G.T., 2008. *Bioconjugate Techniques*, Second edition. Elsevier's Science & Technology Rights. United Kingdom.
- John, M.J, and Anandjiwala, R.D., 2008. Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber reinforced composites, *Polymer composites*. 29: 187-207.
- Mohanty, A.K., Khan, M.A., Hinrichsen, G., 2000, *Influence of Chemical Surface Modification on The Properties of Biodegradable Jute Fabrics – polyester Amide Composites*, Composite Part: A, 32: 143-150.
- Mwaikambo, L.Y. and Ansell, M.P., 2002. Chemical modification of hemp, sisal, jute and kapok fibres by alkalization, *Journal Applied Polymer Science*. 84(12): 2222-2234.
- Thamae, T., Baillie, C., *Influence of Fibre Extraction Method, Alkali and Silane Treatment on The Interface of Agave Americana Waste HDPE Composites as Possible Roof Ceilings in Lesotho*, Composite Interface, 14 (7-9): 821-836.