

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *BACTERIAL CELLULOSE* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN TRANSPARANSI BAHAN KOMPOSIT AKRILIK-*BACTERIAL CELLULOSE*

Dini Cahyandari*, Ahmad Solichan

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kasipah No. 12 Semarang

*Email: dinimutiaral6@yahoo.com

Abstrak

Bagi industri optoelektronik, material resin transparan yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik sangatlah penting seiring dengan berkembangnya peralatan display atau layar monitor. Resin epoxy yang diperkuat dengan partikel atau serat gelas ukuran mikro telah berhasil meningkatkan kekuatan dan ekspansi panas rendah dengan penurunan ekspansi yang sangat kecil. Dengan penambahan serat bacterial cellulose sebagai penguat diharapkan kekuatan mekanik akrilik akan meningkat namun tidak menurunkan transparansi dari akrilik. Bacterial cellulose adalah serat selulose yang dihasilkan oleh bacteria *Acetobacter xylinum*. Serat Bacterial cellulose ini berbentuk jaring-jaring yang mempunyai ukuran nano. Sehingga serat Bacterial cellulose ini dapat dijadikan kandidat sebagai penguat bahan polimer seperti akrilik. Pada penelitian ini akan dicari perubahan sifat mekanik dan transparansi material akrilik dan komposit akrilik-bacterial cellulose. dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa kekuatan tarik komposit akrilik-bacterial cellulose meningkat menjadi 20 MPa dibandingkan kekuatan tarik akrilik yang hanya 5 MPa. Sedangkan regular transmitance akrilik yang sebesar 90% menurun menjadi 81% pada material komposit akrilik-bacterial cellulose. yang berarti penurunan transmisi cahaya komposit akrilik-bacterial cellulose sebesar 0,7%. Hal ini sangat kecil jika dibandingkan dengan peningkatan kekuatan tarik komposit akrilik-bacterial cellulose yang mencapai 5 kali lipat kekuatan tarik akrilik. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa material akrilik-bacterial cellulose mempunyai potensi untuk digunakan sebagai bahan display.

Kata Kunci : komposit, akrilik, bacterial cellulose, kekuatan tarik, transparansi

1. PENDAHULUAN

Pasar flat panel display (FPD) termasuk display kristal cair dan plasma berkembang dengan pesat seiring dengan perkembangan teknologi optoteknologi yang berujung pada harga jual yang kompetitif (AN. Nakagaito, 2005). Karena FPD dihasilkan dari pendeposisian material fungsional pada substrat gelas induk yang luas dan kemudian dibagi menjadi ukuran komersial, maka ukuran gelas induk harus semakin besar untuk menurunkan ongkos produksi per panel. Sepuluh tahun yang lalu ukuran gelas induk hanya sekitar 300x400 mm². Dan berkembang menjadi 2200x2500 mm² pada saat ini dan dapat dikembangkan lagi menjadi 3000x3200 mm². Namun pada kenyataannya gelas setebal 0,7 mm dengan permukaan yang luas, sistem pemindahan dan pemotongan mengalami kesulitan. Sehingga penambahan luas gelas induk bukan menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi ongkos produksi per panel.

Sehingga dalam teknologi FPD proses kontinyu *roll-to roll* menggunakan substrat plastik yang fleksibel adalah salah satu proses antisipasi untuk menggantikan proses konvensional per batch gelas induk. Proses roll to roll memungkinkan deposisi kontinu material fungsional seperti lapisan konduktif transparan, lapisan barier gas, menjadi lebih mudah dan murah dan sesuai dengan teknologi yang sedang berkembang seperti display fleksibel, sel surya, kertas elektronik, penel sensor.

Namun penggunaan proses roll to roll proses terkendala pada koefisien ekspansi termal (CTE) plastik yang tinggi. Hampir semua plastik mempunyai CTE sebesar 50 ppm K⁻¹ dan plastik yang dapat di lipat mempunyai CTE melebihi 200 ppm K⁻¹ (Yoko Okahisa, 2009). Sehingga material fungsional yang akan dideposiskan ke substrat plastik dapat rusak oleh temperatur selama pembuatan dan memperlihatkan adanya perbedaan CTE yang mencolok antara material yang

berbeda. Sehingga plastik transparan yang dapat ditekuk dan ulet dengan CTE rendah senilai dengan kristal silikon (3 ppm K^{-1}) menurut Masaya Nogi, 2005. Sangat penting untuk mewujudkan proses kontinu roll to roll. Menurut Masaya Nogi, 2006 serat nano selulose bakteria mempunyai CTE kecil sebesar $0,1 \text{ ppm K}^{-1}$. Sehingga pada penelitian ini, diteliti potensi penggunaan serat selulose bakteria sebagai penguat pada plastik fleksibel dalam hal ini adalah akrilik.

2. METODOLOGI

Gel bakteria selulose diperoleh dari pengrajin nata de cassava di Desa Pundong Kabupaten Bantul Yogyakarta. Bibit bakteria selulose diinkubasi selama 15 hari dalam kultur statis terdiri dari air ketela, 1% gula dan asam acetat untuk menjaga pH tetap 4. Gel nata de cassava di rendam dalam 5% larutan NaOH selama 12 jam untuk menghilangkan sisa-sisa medium dan kotoran. Residu dihilangkan dengan cara mencuci dalam air mengalir selama 2 hari. Pelikel dengan ketebalan 10 mm terdiri dari 1 vol% serat nano selulose bakteria dan 99 vol% air digunakan sebagai material awal.

Untuk mengevaluasi struktur lapisan nano selulose bakteria dan mengevaluasi sifat mekanik lembaran selulose bakteria, gel selulose bakteria ditekan dingin sampai ketebalan 0,7 mm kemudian di freeze dried. Lembaran selulose bakteria yang dihasilkan mempunyai ketebalan 0,7 mm dan kerapatan $0,1 \text{ g cm}^{-3}$ secara struktur sama dengan rangka nanokomposit selulose bakteria.

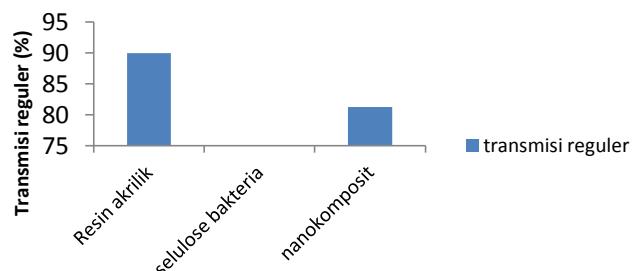
Untuk membuat lembaran komposit, gel selulose bakteria yang sudah di press kemudian direndam ke dalam 50% larutan ethanol/air diikuti secara bertahap peningkatan jumlah ethanol sampai 100% untuk menjaga kohesi serat nano. Gel yang pelarutnya sudah digantikan di impragnasi dengan resin akrilik yang mempunyai indeks refraktif 1.536 dibawah tekanan vakum sebesar -0,09 selama 12 jam. Ethanol terevaporasi secara sempurna selama impragnasi resin dalam vakum. Resin kemudian dicure- dengan sinar ultra violet.

Transmisi sinar regular ditentukan menggunakan UV-vis spectrometer dengan meletakkan spesimen 25 cm dari pintu masuk. Sedangkan kekuatan tarik diukur dengan menggunakan alat uji tarik universal dan menggunakan ASTM D882.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

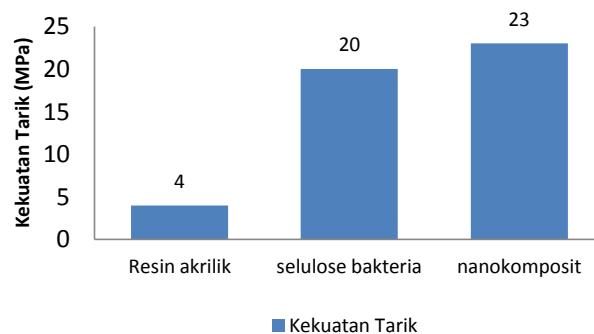
Pada penelitian ini digunakan bahan nanokomposit selulose bakteria transparan dan dapat ditekuk dengan CTE rendah (4 ppm K^{-1}). Sifat ini didapat dengan memperkuat resin akrilik yang mempunyai modulus young yang rendah dengan serat bakteria selulose yang mempunyai modulus young yang tinggi yang dapat dipengaruhi oleh struktur planar serat nano selulose bakteria yang berbentuk jaring.

Material dalam penelitian ini adalah resin akrilik yang diperkuat oleh 5% serat celulose bakteria. Komposit selulose bakteria ini menunjukkan transparansi optik yang tinggi walaupun pada ketebalan 0,7 mm sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Dari gambar 1 ditunjukkan bahwa transmisi regular pada panjang gelombang 600 nm untuk lembaran akrilik sebesar 90% sementara nanokomposit selulose bakteria sebesar 81,3%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan transmisi sinar bahan nanokomposit sangat kecil yaitu 8,7% dari bahan akrilik. Pada kenyataannya indeks refraksi resin akrilik adalah 1,536 yang tidak sesuai benar dengan indeks refraksi selulose bakteria yang sebesar 1,618 sepanjang serat dan 1,544 pada arah tegaknya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa resin akrilik yang transparan hampir tidak memperlihatkan perubahan setelah diperkuat oleh serat selulose bakteria.

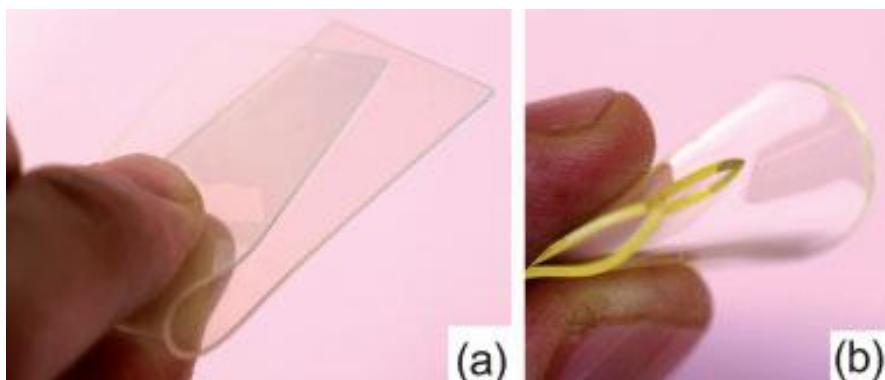


Gambar 1. Transmisi reguler material nanokomposit selulose bakteria

Tegangan komposit selulose bakteria, lembaran akrilik dan lembaran selulose bakteria ditunjukkan oleh gambar 2. Resin akrilik yang mempunyai modulus young sebesar 25 MPa meningkat menjadi 335 MPa setelah menjadi nanokomposit berpenguat serat selulose bakteria yang setara dengan modulus young HDPE (High Densiti Polyethilen). Bagaimanapun sifat mekanik yang terpenting adalah kemampuan ditekuk. Sebagaimana diperlihatkan oleh gambar 3.



Gambar 2. Kekuatan tarik



Gambar 3. Kemampuan tekuk a) nanokomposit akrilik-selulose bakteria, b)resin akrilik

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa material nanokomposit akrilik diperkuat serat selulose bakteria berpotensi untuk digunakan sebagai bahan substrat transparan display pengganti material kaca dengan proses produksi roll to roll karena penurunan transmisi sinar bahan nanokomposit sangat kecil yaitu 8,7% dari bahan akrilik, sifat mekanik komposit selulose bakteria-akrilik lebih tinggi jika dibanding dengan sifat mekanik akrilik dan lembaran komposit selulose bakteria-akrilik dapat ditekuk tanpa sobek.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Dirjen DIKTI atas dana Hibah Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Yoko Okahisa, Ayako Yoshida, Satoshi Miyaguchi, Hiroyuki Yano.,(2009), Optically Transparent Wood-Cellulose nanocomposites as a base substrate for flexible organic light-emitteng diode displays, Composites Science and Technology, 69, 1958-1961

- A.N Nakagaito, S Iwamoto, H Yano., 2005, Bacterial Cellulose : the ultimate nano-scalar cellulose morphology for the production of high composites, materials Science and processing, 80, 93-97
- Masaya Nogi, Keishin Handa, Antonio Norio Nakagaito.,2005, Optically Transparant bionanofiber composites with low sensitivity too retractive index of the polymer matrix, Applied Physics Letters, 87, 1-3
- Masaya Nogi., 2006, Fiber content dependency of the optical transparency and thermal expansion of bacterial nanofiber reinforced composites, Applied Physics Letters, 88, 1-3