

SINTESIS BIOSEMIKONDUKTOR MENGGUNAKAN SERAT NATA DE CASSAVA DARI LIMBAH CAIR TAPIOKA

Rizal Kartika Wardhana¹, Hikmatul Husna Dian Kharisma¹, Ainun Mardiah¹, Eko Siswoyo¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas TSP, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang KM. 14,5, Yogyakarta
E-mail: eko_siswoyo@uii.ac.id

Abstract

Fiber of nata de cassava, one of biodegradable materials, has a fiber crystallinity formation and a good physical structure which is suitable to be developed as a super strong material. The purpose of the current study was to investigate the quality of biosemiconductor prepared from nata de cassava. In this study, filler Zink Oxide (ZnO) and catalyst resin were introduced into nata de cassava fibers by using handly up method. Tensile strength testing was carried out following the ASTM D-883 method. The results of the tensile strength test that has been carried out showed an elastic modulus of 2.68 Gpa, while the results of the largest tensile strength test were obtained from a mixture of fiber, ZnO, and also a resin of 316 MPa. The advantage of biocomposite made from nata de cassava fiber is that it has a low density compared to fiber products in the market that is equal to 0.108 g / cm³. One important component in electronic technology is made of a material known as semicoductor. Therefore, it is very important to develop environmentally friendly semiconductor materials. Semiconductor materials can be made from polymers doped with ZnO. This biocomposite can be classified as a semiconductor material because it has a conductivity value in the range of 10⁻⁸-10³ S / cm.

Keywords: Biosemiconductor, conductivity, nata de cassava, tapioca waste.

Abstrak

Serat *nata de cassava* memiliki karakteristik *biodegradable*, formasi kristalinitas serat, dan struktur fisik yang baik, sehingga cocok untuk dikembangkan menjadi material superkuat. Pada penelitian ini dilakukan penambahan *filler Zink Oxide (ZnO)* dan resin katalis ke dalam serat *nata de cassava* dengan menggunakan metode *handly up*. Untuk mengetahui kualitas dari produk semikonduktor, maka dilakukan pengujian kuat tarik dengan menggunakan metode ASTM D-883. Hasil uji kuat tarik yang telah dilakukan didapatkan modulus elastisitas sebesar 2,68 Gpa, sedangkan hasil uji kuat tarik terbesar didapatkan dari komposisi campuran serat, ZnO, dan juga resin sebesar 316 MPa. Keunggulan biokomposit berbahan serat nata de cassava ini yaitu memiliki densitas yang rendah dibandingkan dengan produk serat yang ada dipasaran yaitu sebesar 0,108 g/cm³. Salah satu komponen penting di dalam teknologi elektronika terbuat dari suatu material yang dikenal sebagai semikoduktor. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan bahan semikonduktor ramah lingkungan. Bahan semikonduktor dapat dibuat dari polimer yang didoping dengan ZnO. Biokomposit ini dapat diklasifikasikan sebagai bahan semikonduktor karena memiliki nilai konduktivitas dalam kisaran 10⁻⁸-10³ S / cm.

Kata kunci: Biosemikonduktor, konduktivitas, limbah Tapioka, nata de cassava.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan bidang teknologi informasi di dunia yang sangat pesat saat ini menuntut adanya ketersediaan material penunjang, seperti semikonduktor yang sangat diperlukan dalam pembuatan perangkat lunak seperti komputer, laptop, *hand phone* dan peralatan elektronik sejenisnya. Hingga saat ini, sebagian besar bahan semikonduktor tersebut dibuat dengan menggunakan material silikon yang merupakan zat mineral. Besarnya kebutuhan bahan

Dikirim/submitted: 13 Mei 2019

Diterima/accepted: 31 Mei 2019

pembuat semikonduktor ini menuntut adanya terobosan baru yang mampu menghasilkan material pembuat semikonduktor yang ramah lingkungan dan mempunyai kemampuan baik. Salah satu komponen penting di dalam teknologi elektronika terbuat dari suatu material yang dikenal sebagai semikonduktor. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan bahan semikonduktor yang ramah lingkungan. Bahan semikonduktor dapat dibuat dari polimer yang didoping dengan ZnO. Biokomposit ini dapat diklasifikasikan sebagai bahan semikonduktor karena memiliki nilai konduktivitas dalam kisaran 10^{-8} - 10^3 S/cm (Saputra dan Anindita, 2015).

Serat selulosa dari bakteri diketahui mempunyai susunan struktur fisik yang baik, sehingga mampu menghasilkan kekuatan mekanik yang lebih dibandingkan serat selulosa tumbuhan. Susunan struktur fisik yang didapatkan dari serat selulosa bakteri *Acetobacter Xylinum* memiliki *modulus young* yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat selulosa tumbuhan. Serat selulosa bakteri yang dihasilkan memiliki nilai *modulus young* sebesar 30 Gpa, sementara serat selulosa tumbuhan berupa *Micro Fibrillated Cellulose* (MFC) hanya dapat mencapai nilai *modulus young* sebesar 29-36 Gpa (Tanpichai et al., 2012). Banyak serat alam yang digunakan dalam pembuatan bahan komposit ramah lingkungan diantaranya serat bagasse (Clareyna dan Marwani, 2013), sabut kelapa (Astika et al., 2013), serat aren (Fatkhurrohman dan Irfa'i, 2016), serat bambu (Sujito, 2014), serat lidah mertua (Fajri et al., 2013), serat pelepah pisang (Nopriantina dan Astuti, 2013), dan serat nanas (Firman et al., 2015).

Menurut Mardiyati et al (2016) Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis, diantaranya lebih ramah lingkungan, dapat diperbarui, murah, serta memiliki densitas yang rendah. Disamping itu material alami tidak akan habis, karena dapat diperbarui dengan pengembangbiakan sesuai dengan keadaan alam di Indonesia. Atas dasar itulah, kini bahan organik hadir dan mulai menggantikan bahan anorganik yang telah lama dipakai oleh sebagian besar industri. Bahan yang demikian dapat diperoleh dengan membuat bahan komposit yang terdiri dari polimer *biodegradeble* dengan penguat berupa serat alam sehingga didapatkan perpaduan bahan yang lebih ramah lingkungan.

Salah satu partikel yang bisa digunakan sebagai filler untuk penguat biokomposit adalah Zink Oksida (ZnO) yang terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik. Hal ini dikarenakan ZnO terdispersi ke dalam sela-sela rantai polymer. Biokomposit mempunyai kelebihan akan daya tahan terhadap lingkungan korosif, rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, sifat mekanik, serta dapat dibuat dalam berbagai bentuk. Namun biokomposit memiliki kekurangan yaitu

tidak dapat digunakan pada temperature $>400^{\circ}\text{F}$ dan kekakuan tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan logam (Yano et al., 2008).

Teknik *handly up* merupakan salah satu proses pembuatan biokomposit yang dapat dilakukan, dimana serat bahan biokomposit ditata sedemikian rupa mengikuti bentuk cetakan, yang kemudian dituangkan resin katalis sebagai pengikat antara satu lapisan serat dengan lapisan yang lain. Demikian seterusnya, sehingga sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah ditentukan.

Resin atau matriks yang dikombinasikan dengan penguat, dalam hal ini selulosa akan menghasilkan kekuatan (sifat fisik dan mekanik) yang lebih baik dibandingkan dengan resin murni. Hal ini akan meningkatkan nilai guna dari material biokomposit yang dihasilkan. Resin katalis yang diaplikasikan untuk *coating*, memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki ketahanan terhadap asam, alkali, dan berbagai jenis pelarut (Yano et al., 2008). Resin katalis mempunyai gugus O, N, dan H yang memungkinkan terjadinya *crosslink* ikatan hidrogen diantara resin dan biokomposit. Dilihat dari karakteristik pada kedua resin tersebut juga berbeda, dimana resin memiliki karakteristik yang keras, sedangkan katalis *acrylic* cenderung memiliki karakteristik yang lentur. Diharapkan penggabungan resin katalis ini memiliki kekuatan mekanik yang tinggi.

Nata de cassava memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan semikonduktor, namun demikian pemanfaatan limbah nata de cassava sebagai salah satu bahan pembuat semikonduktor tersebut masih sangat jarang dilakukan. Penelitian ini diharapkan akan menjadi salah satu pelopor dalam pemanfaatan limbah Nata de Casava sebagai material semikonduktor. Dalam penelitian ini, sifat mekanik yang akan diuji adalah *Tensile Strength*, dimana dapat diketahui puncak kurva tegangan-regangan yang akan menunjukkan kapan terjadinya regangan itu tertarik. Nilai dari besaran ini tidak bergantung pada ukuran bahan, akan tetapi bergantung pada preparasi bahan yang dilakukan beserta suhu pengujian. *Ultimate Tensile Strength* menunjukkan hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sintesis semikonduktor dari Nata De Casava

Serat nata de Cassava dibuat dengan kondisi yang telah ditentukan yang meliputi beberapa variasi seperti pH atau komposisi asam asetat, komposisi sukrosa dan komposisi urea. Pada

penelitian ini, kondisi-kondisi tersebut dibuat pada kondisi optimum pada merupakan hasil dari penelitian sebelumnya. Lembaran nata de cassava yang sudah jadi, dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar air nya berkurang hingga 85%. Tahap pengeringan juga dilakukan dengan oven untuk melanjutkan kembali pengeringan yang sudah dilakukan secara manual di bawah sinar matahari tersebut dengan suhu 110°C. Serat nata de Cassava yang sudah kering dan berbnetuk seperti lembaran, diblender dan diayak dengan *shieve shaker* ukuran 50 mesh. Serat nata de cassava dibagi menjadi 3 komponen campuran yaitu ZnO dan resin, ZnO, resin, serat nata, dan yang terakhir resin. Biokomposit dengan 3 variasi tersebut menggunakan teknik *handly up* dengan pengeringan selama 3 hari. Sintesis komposit dimulai dengan mengukur kerapatan material. Densitas akrilik adalah 0,83 g/ml, ZnO adalah 0,88 g/ml, dan bubuk nata de cassava adalah 0,27 g/ml. Langkah selanjutnya adalah menimbang bahan berdasarkan komposisi pengisi yang diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Resin dan pengisi kemudian dicampur dan ditambahkan dengan 1% berat katalis resin. Campuran ini kemudian dicampur selama 10 detik sebelum dituangkan ke dalam cetakan dan biarkan polimerisasi selama 12 jam.

Tabel 1. Variasi komposisi filler

No	Sample	% Volume ZnO	% Volume Resin
1	Z0	0	100
2	Z1	10	90
3	Z2	20	80
4	Z3	30	70
5	N0	0	100
6	N1	10	90
7	N2	20	80
8	N3	30	70

2.2 Uji konduktivitas

Resistivitas listrik suatu material dapat diuji menggunakan metode Van Der Pouw yaitu mengukur besar arus listrik yang mengalir dalam suatu material dengan cara memberikan harga beda potensial berbeda-beda. Dengan menggunakan hukum Ohm akan didapatkan nilai hambatan listrik material yang nilainya tergantung pada geometri dan resistivitas listrik material. Rangkaian Four Point Probe (metode Van Der Pouw) ditunjukkan pada Gambar 1.

$$V = iR = i\rho \frac{l}{A}$$

Dimana:

V = beda potensial (volt)

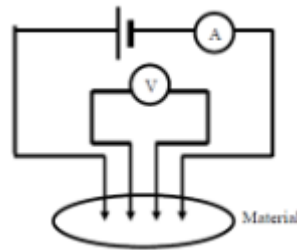
R = hambatan bahan (ohm)

i = arus listrik (amper)

ρ = resistivitas listrik (ohm-m)

l = panjang (m)

A = luas penampang kerja (m²)



Gambar 1. Rangkaian Four Point Probe metode Van Der Pouw

Jajaran empat probe berjarak masing masing S dipasang diatas semikonduktor. Sumber tegangan dipasang pada dua probe terluar untuk menghasilkan arus I dan voltmeter dihubungkan pada dua probe yang ditengah untuk mengukur tegangan jatuh V .

$$\rho = 2 \pi S V / I S = 0.5 \text{ mm atau } 1 \text{ mm}$$

Dimana:

V = beda potensial (volt)

I = arus listrik (amper)

S = jarak antara dua jarum (probe) (meter)

ρ = resistivitas listrik Ohm meter (Ω -m)

Dari nilai resistivitas listrik ini dapat dihitung nilai koefisien konduktivitas listrik material karena nilai resistivitas listrik (ρ) berbanding terbalik dengan nilai koefisien konduktivitas listrik (σ).

$$\sigma = 1 / \rho$$

Dimana:

σ = konduktivitas listrik

ρ = resistivitas listrik Ohm meter (Ω -m)

Pada sifat mekanik ini dilakukan untuk melihat performa serat nata de cassava murni dan resin, serat nata de cassava dengan campuran ZnO, serta resin yang dicampurkan dengan ZnO. Biokomposit ini diuji dengan menggunakan tensile strength. Uji sifat mekanik ini perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan mekanik serat nata de cassava dengan resin. Hal ini untuk mengetahui interaksi yang terjadi diantara serat dengan masing-masing resin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

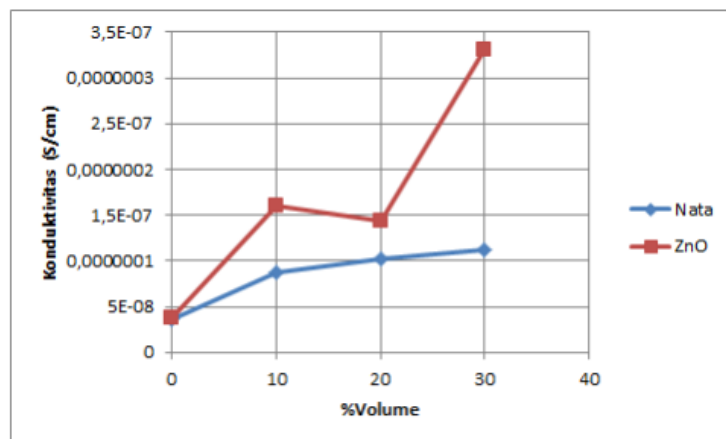
3.1. Analisis Konduktivitas

Material semikonduktor yang banyak dikembangkan saat ini adalah senyawa semikonduktor oksida logam. Salah satu dari material semikonduktor logam adalah Seng oksida (ZnO), oleh karena itu pengujian konduktivitas pada penelitian ini menggunakan 2 filler utama, yaitu ZnO dan Nata De Cassava. Penggunaan filler ZnO dilakukan untuk melakukan perbandingan, dikarenakan ZnO merupakan filler utama dalam pembuatan semikonduktor. Produk semikonduktor yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 2.



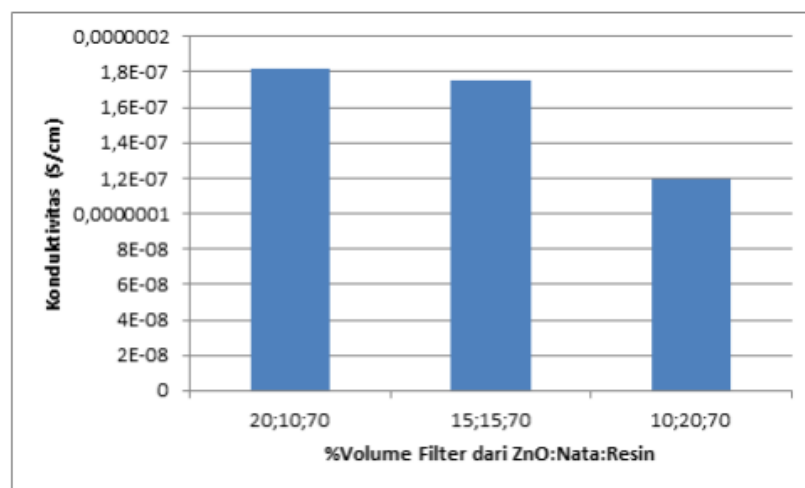
Gambar 2. Sampel Serat Nata+ZnO+Resin

Hasil pengujian konduktivitas dengan filler ZnO menjadi standar dalam membandingkan kualitas kelistrikan yang dihasilkan oleh semikonduktor dengan filler Nata De Cassava. Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian konduktivitas berbahan Nata De Cassava dan ZnO yang didapatkan pada penelitian ini.



Gambar 3. Hasil Konduktivitas Komposit ZnO dengan Nata De Cassava

Pada hasil konduktivitas komposit dengan pengisi tunggal, dapat dilihat bahwa untuk kedua jenis pengisi konduktivitas tertinggi diperoleh dari komposit dengan 30% volume pengisi. Dari hasil konduktivitas, dapat dilihat bahwa penurunan konduktivitas dengan penurunan ZnO filler. Hasil konduktivitas tertinggi masih dicapai oleh komposit berfiller ZnO dan terendah dicapai oleh komposit berfiller Nata De Cassava. ZnO filler lebih semikonduktif daripada Nata De Cassava filler. Oleh karena itu dilakukan percobaan dan pengujian dengan menggabungkan filler ZnO dan Nata De Cassava dengan perbandingan yang divariasikan untuk melihat dampak dari filler yang lebih semikonduktif. Berikut hasil pengujian konduktivitas komposit dengan perbandingan tertentu yang didapatkan sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Konduktivitas Komposit ZnO: Nata: Resin Akrilik

Dari hasil pengujian didapatkan hasil konduktivitas tergantung pada komposisi ZnO filler. Namun, hasil konduktivitas dari komposit hibrida lebih tinggi daripada konduktivitas berfiller Nata De Cassava karena kehadiran ZnO meskipun dalam jumlah kecil dapat memberikan karakteristik semikonduktor yang baik terhadap komposit.

Semua komposit yang telah dibuat dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai bahan semikonduktor karena konduktivitas dalam kisaran 10^{-8} - 10^3 S/cm. Hasil konduktivitas tertinggi yaitu $2,7 \times 10^{-7}$ S/cm dicapai oleh komposit akrilik / ZnO dengan 30% volume pengisi. Konduktivitas komposit ini 3 kali lebih tinggi dari komposit akrilik / Nata De Cassava dan 9 kali lebih tinggi dari akrilik.

3.2. Pengaruh Penambahan Filler Resin dan Katalis Terhadap Material Komposit Ditinjau dari Kelenturan Elastisitas

Keterkaitan antara pemberian filler resin terhadap ZnO dan Nata dapat dilihat pada Gambar 4. Nata De Cassava dengan campuran filler memberikan hasil modulus elastisitas yang lebih tinggi yaitu sebesar 2,68 Gpa, dibandingkan dengan komposit ZnO filler sebesar 1,7 Gpa. Hal tersebut dikarenakan penggunaan resin akrilik mempunyai tingkat kelenturan hingga 240 Mpa. Sampel yang digunakan yaitu berjumlah 3 yaitu terdiri dari seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Material Komposit

Volume (%)			
Sampel	ZnO	Nata de Cassava	Acrylic Resin
A	20	10	70
B	15	15	70
C	10	20	70

Regangan maksimum menunjukkan nilai keuletan atau besarnya deformasi plastis yang dimiliki bahan pada saat bahan tersebut patah (Sujito, 2014). Semakin besar nilai regangan bahan komposit maka bahan komposit dikatakan semakin ulet, sehingga bahan komposit hasil sintesis tidak mudah putus saat dilakukan pengujian tarik. Hal ini menunjukkan bahwa bahan komposit hasil sintesis dengan arah serat longitudinal memiliki tingkat keuletan yang baik dibandingkan dengan bahan komposit hasil sintesis arah serat acak. Hal ini dikarenakan adanya beberapa variasi fraksi massa yang digunakan, pada fraksi massa serat tertentu bahan komposit akan lebih kuat, menurut Firman et al (2015) semakin besar fraksi massa serat yang digunakan mampu meningkatkan sifat mekanik dari komposit tersebut, namun setelah melampaui nilai optimum maka akan cenderung menurun, ini disebabkan karena ikatan antar matriks dan serat yang rendah, hal ini dapat diketahui dengan melakukan uji SEM.

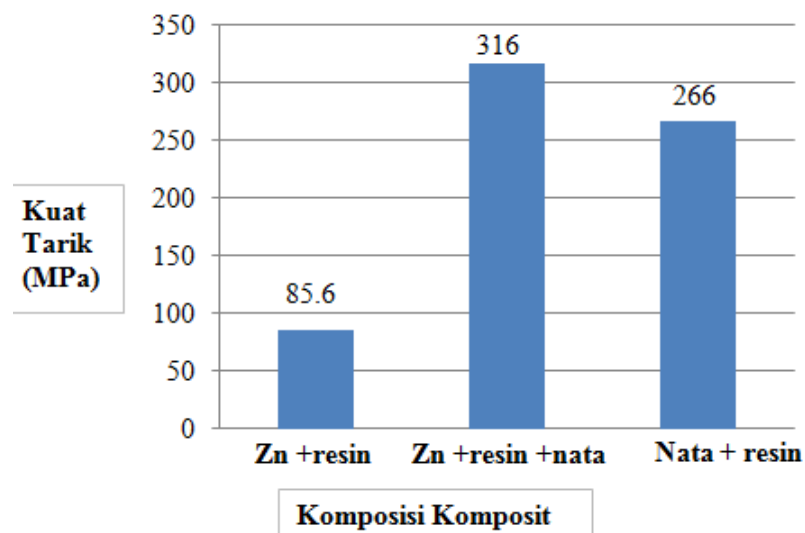
3.3 Hasil Uji Kuat Tarik Material

Untuk mengetahui dan membandingkan kekuatan mekanik dari sampel serat Nata De Cassava dan komposit serat Nata De Cassava dengan resin, maka dilakukan pengujian kuat tarik untuk mengetahui kekuatan tarik dari masing-masing sampel tersebut. Kekuatan tarik ini umum dijadikan acuan untuk mengetahui kekuatan mekanik dari suatu material. Pengujian kekuatan tarik menggunakan alat *Ultimate Tensile Strength (UTS)* sesuai dengan ASTM D 882. Uji ini

digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari lembaran serat Nata De Cassava sebelum dan setelah menjadi komposit. Pengujian kuat tarik ini dilakukan sesuai dengan ASTM-D 882. Tabel 3 berikut merupakan hasil pengujian kekuatan tarik pada sampel serat Nata De Cassava maupun komposit serat Nata De Cassava dengan resin.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tarik

Sampel	Kuat tarik N/cm ² .10 ⁻²	Berat Akhir (gr)	Dimensi					Kuat Tarik Spesifik
			Ketebalan Akhir (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	
Zn+resin	85.6	1.21	0.19	10	2.5	4.75	0.298	1615.58
Zn+resin+nata	316	2.07	0.22	10	2.5	5.5	0.108	2888.17
Nata+resin	266	2.64	0.22	10	2.5	5.5	0.121	2456.31



Gambar 7. Hasil Uji Kuat Tarik Material Komposit

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa hasil uji tarik lembaran serat Nata De Cassava maupun komposit serat Nata De Cassava dengan resin memiliki kekuatan tarik yang berbeda satu sama lain. Untuk sampel dengan kekuatan tarik terbesar adalah sampel Zn+nata+resin dimana kekuatan tariknya mencapai 316 MPa. Sementara untuk sampel yang memiliki kekuatan tarik terkecil adalah sampel Zn+resin yaitu sebesar 85,5 MPa. Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa terjadi interaksi yang baik antar serat Nata De Cassava, zink oksida, dan resin yang dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit tersebut sebesar 18.79% dari kekuatan tarik serat Nata De Cassava murni. Interaksi antara serat Nata De Cassava dan resin yang baik tersebut terjadi karena adanya ikatan crosslink antara struktur serat Nata De Cassava dengan struktur dari resin.

Ikatan crosslink menghubungkan dan mengikat kedua lapisan (Serat Nata De Cassava dan resin) (Hadiyawardman et al., 2008). Salah satu jenis ikatan crosslink yang kuat dan terjadi antara serat Nata De Cassava dengan resin katalis adalah ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen dapat terjadi karena unsur memiliki O, dan H yang terdapat pada ujung-ujung struktur Nata De Cassava. Pada lain sisi struktur resin katalis juga terdapat unsur O, H, dan N yang terdapat pada strukturnya. Banyaknya jumlah unsur-unsur tersebut memungkinkan terjadinya banyak ikatan hidrogen antara lapisan serat Nata De Cassava dengan resin yang disebut dengan crosslink.

Sementara itu, dari Gambar 4 juga terlihat bahwa interaksi yang terjadi antara resin katalis dengan Zink Oxide terlihat interaksi yang tidak baik. Hal ini terlihat dari kekuatan tarik komposit sebesar 85,6 MPa. Apabila dibandingkan dengan kekuatan tarik Nata De Cassava, resin, dan Zn, mengalami penurunan sebesar 72,9%. Hal ini diakibatkan oleh 2 faktor. Faktor yang pertama yaitu tidak terjadi atau terjadi sedikit crosslink antara lapisan resin katalis dengan lapisan zink oxide tersebut. Faktor yang kedua adalah karena lapisan resin yang melapisi permukaan zink oxide tidak menyebar secara merata. Hal ini menyebabkan ketika dilakukan pengujian tarik lapisan resin terlepas dengan mudahnya dari lapisan permukaan zink oxide yang menyebabkan pembacaan nilai kuat tarik komposit tersebut menjadi rendah.

Pada Tabel 5 dapat dilihat perbandingan kekuatan tarik material komposit yang dihasilkan pada penelitian ini dibandingkan dengan berbagai jenis material kuat yang sudah ada di pasaran.

Tabel 5. Kuat Tarik Material di Pasaran

No	Material	Tensile Strength (Gpa)	Densitas (g/cm ³)	Spesific Strength (Gpa/g.cm ⁻³)
1	Jute	0.39 - 0.77	1.3	0.3 - 0.59
2	Ramie	0.4 - 0.94	1.5	0.27 - 0.63
3	HM Carbon	2.4	1.95	1.23
4	HS Carbon	3.4	1.75	1.94
5	E-Glass	2	2.56	0.78
6	Kevlar 49	3	1.45	2.07

Dari Tabel 5 diatas didapat bahwa kekuatan tarik dari material komposit yang dihasilkan dari penelitian ini nilainya masih lebih rendah dibandingkan dengan beberapa material kuat yang sudah ada dipasaran. Hal tersebut dapat dilihat dengan cara membandingkan sampel serat Nata De Cassava, resin katalis, serta ZnO yang memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 316 MPa, dibandingkan dengan kekuatan tarik Kevlar yang dapat mencapai 3000 MPa (10x lipat).

Namun disisi lain terdapat keunggulan yang dimiliki oleh material komposit yang dihasilkan dari serat Nata De Cassava yaitu material yang dihasilkan memiliki berat yang ringan. Hal ini terlihat perbandingan densitas dari material komposit yang dihasilkan jauh lebih rendah dibandingkan dengan material kuat lainnya. Jika membandingkan kekuatan tarik dengan memperhitungkan densitas didapatkan kekuatan tarik spesifik. Kekuatan tarik spesifik material komposit yang dihasilkan ternyata memiliki nilai yang dapat bersaing dengan material kuat lainnya.

Untuk pengembangan penelitian kedepannya, dari hasil yang didapat bahwa material komposit serat Nata De Cassava yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik spesifik yang tinggi dengan keunggulan memiliki berat yang ringan, maka untuk meningkatkan kekuatan tarik dari material komposit serat Nata De Cassava dilakukan lebih dari satu lapisan yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatannya. Hal tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa nantinya material komposit yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari Kevlar, Carbon Fiber.

4. KESIMPULAN

Semua komposit yang telah dibuat dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai bahan semikonduktor karena konduktivitas dalam kisaran 10^{-8} - 10^3 S/cm. Biokomposit serat Nata De Cassava dengan campuran resin katalis dan ZnO memiliki hasil kuat tarik yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel nata+ resin, dan ZnO+resin yaitu sebesar 316 MPa. Nata de cassava dengan campuran filler memberikan hasil modulus elastisitas yang lebih tinggi yaitu sebesar 2,68 Gpa, dibandingkan dengan komposit ZnO filler sebesar 1,7 Gpa. Apabila dibandingkan dengan material yang ada dipasaran keunggulan biokomposit ini memiliki densitas yang rendah yaitu sebesar $0,108 \text{ g/cm}^3$.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih kepada Ristekdikti yang sudah memberikan grant melalui Program PKM dan kepada Laboratorium Teknik Lingkungan UII atas semua fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan PKM.

DAFTAR PUSTAKA

Asitika, I. M., Lokantara, I. P., dan Karohika, I. M. G. (2013). Sifat Mekanis Komposit Poliester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, **6**: 95-202.

- Clareyna, E.D., dan Marwani, L. J. (2013). Pembuatan dan Karakteristik Berpenguat Bagasse. *Jurnal Teknik POMITS*, **2** : F208-F213.
- Fajri, R. I., Tarkono, dan Sugiyanto. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sanseveira Cylindrica dengan Variasi Fraksi Volume Bermatriks Polyester. *Jurnal Fema*, **1**: 85-93.
- Fatkhurrohman, dan Irfa'i, M.A. (2016). Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pohon Aren. *Jurnal Teknik Mesin*, **4** : 161- 168.
- Firman, S. H., Muris, dan Subaer. (2015). Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas- Epoxy Ditinjau dari Fraksi Massa dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, **11** : 185- 191.
- Hadiyawardman, Agus R, Bebeh W. N, Mikrajuddin A, dan Khairurrijal M. (2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan, dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, **1** (1): 14-21.
- Mardiyati, Steven, Rizkiyansyah, R.R., dan Purnomo, I. (2016). Sifat Mekanik Komposit Polipropilena Berpenguat Serat Sanseviera Unidirectional. *Jurnal Mesin*, **25**:63-82.
- Nopriantina, N., dan Astuti. (2013). Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Mussa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester- Serat Alam. *Jurnal Fisika UNAD*, **2** : 195- 203.
- Saputra, A.H., dan Anindita, H. N. (2015). Synthesis and Characterization of Polymer Matrix Composite Material with Combination of ZnO Filler and Nata De Cassava Fiber as A Candidate of Semiconductor Material. *International Journal of Technology*, **7**: 1198-1204.
- Sujito. (2014). Fabrication and Characterization of Short Single Bamboo Fibers Reinforced PolyLatic Acid (PLA) Green Composites (GC). *Internasional Jurnal of Basic & Applied Sciences IJBAS- IJENS*, **14** (2): 33-36.
- Tanpichai S., Quero F., Nogi M., Yano H., Young R. J., Lindstrom T., Samson W. W., and Eichhorn S. J. (2012). Effective Young's Modulus of Bacterial and Microfibrillated Cellulose Fibrils in Fibrous Networks. *Biomacromolecules* **13** (5): 1340-1349
- Yano S., Maeda H., Nakajima M., Hagiwara T., Sawaguchi T., (2008). Preparation and Mechanical Properties of Bacterial Cellulose Nanocomposite Loaded with Silica Nanoparticles. *Cellulose*, **15** (1):111-120.