

## Peningkatan Mutu Produk Polyurethane (PU)/Coir/Pineapple Fiber Aplikasi Biomedis Melalui Unjuk Kinerja Scanning Electron Microscope (SEM)

Azhari azhari<sup>1</sup>, Syafari Syafari<sup>2</sup>, Hendra Yonhly<sup>3\*</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup> [azhariazhari@gmail.com](mailto:azhariazhari@gmail.com) (penulis korespondensi)

**Abstrak**— Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan. Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulkan pembentukan biofilm. Untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable, maka dapat dilakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam. Oleh karena itu, upaya penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk menemukan penggunaan baru untuk sabut, termasuk pemanfaatan sabut sebagai penguat dalam komposit berbasis polimer. Pada penelitian ini serat alami yang digunakan sebagai penguat dan pengisi dalam komposit yaitu sabut kelapa dan serat daun nanas. Sabut kelapa (coir) merupakan residu dari produksi kelapa di banyak daerah, yang menghasilkan serat sabut kasar. Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), yang kaya selulosa, relatif murah dan banyak tersedia memiliki potensi untuk memperkuat komposit polimer. Pada penelitian ini percobaan dilakukan dengan variasi serat sabut kelapa: 0 % wt, 1 %wt, 3 %wt, dan 5 %wt, serat nanas : 0 %wt, 1 %wt, 3 %wt, dan 5 %wt. Komposit Polyester berpenguat serat daun nanas (A:Matrik) menunjukkan nilai karakteristik uji tarik tertinggi pada perbandingan campuran 5 ml:1% yaitu 116 Mpa. Selanjutnya seiring dengan berkurangnya fraksi volume serat sifat tarik material ikut menurun sebagaimana yang ditunjukkan oleh perbandingan campuran 5 ml:3% yaitu 81 Mpa dan 61 Mpa pada perbandingan campuran fraksi volume 5 ml:5%. Hasil fraktografi SEM diketahui bahwa permukaan yang berwarna gelap merupakan plat besi yang telah dilapisi cat poliuretan, cat tersebut dihasilkan dari pencampuran senyawa kimia dan bahan utama berupa polioliol dan minyak sawit. Gumpalan putih lainnya yang muncul merupakan filler pineapple fiber dan coir yang telah berikatan dengan kandungan cat poliuretan.

**Kata kunci**— Cat, Poliuretan, Sabut kelapa (coir), Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), SEM, TGA

**Abstract**— The paint that is often used as a coating is polyurethane. However, these materials do not have anti-corrosion ability which can cause biofilm formation. To increase the ability of polyurethane as anti-corrosion and biodegradable paint, modifications can be made by adding fillers in the form of a combination with composites from natural fibers. Therefore, research and development efforts have been made to find new uses for coir, including the use of coir as reinforcement in polymer-based composites. In this study, the natural fibers used as reinforcement and filler in the composites were coconut husk and pineapple leaf fiber. Coconut coir (coir) is a residue from coconut production in many areas, which produces coir fiber. Pineapple leaf fiber, which is rich in cellulose, is relatively cheap and widely available has the potential to strengthen polymer composites. In this study, the experiment was carried out with variations of coir fiber: 0% wt, 1% wt, 3% wt, and 5% wt, pineapple fiber: 0% wt, 1% wt, 3% wt, and 5% wt. Pineapple leaf fiber reinforced polyester composite (A: Matrik) showed the highest tensile test characteristic value at a mixture ratio of 5 ml: 1%, namely 116 Mpa. Furthermore, as the fiber volume fraction decreases, the tensile properties of the material also decrease as shown by the mixture ratio of 5 ml: 3%, namely 81 Mpa and 61 Mpa at the mixture ratio of the volume fraction of 5 ml: 5%. The results of SEM fractography show that the dark surface is an iron plate coated with polyurethane paint, the paint is produced from mixing chemical compounds and the main ingredients in the form of polyol and palm oil. Other white lumps that appear are the pineapple fiber and coir filler which has bonded with the polyurethane paint content.

**Keywords**— Coir, Paint, Polyurethane, Pineapple leaf fiber, SEM, TGA

### I. PENDAHULUAN

Diseluruh dunia diperkirakan ada 10 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit-penyakit akibat infeksi bakteri, dari angka tersebut lebih dari 80% infeksi pada manusia disebabkan oleh pembentukan biofilm. Setiap tahun di Amerika Serikat, biaya yang harus dikeluarkan untuk menanggulangi penyakit akibat infeksi bakteri mencapai 25-48 juta dolar, lebih dari 60% pengeluaran tersebut digunakan untuk menangani peralatan medis yang terinfeksi [5]. Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan.

Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulkan pembentukan biofilm. Untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable, maka dapat dilakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam.

Serat alami seperti bambu, rami, sisal, nanas, abaca dan sabut telah dipelajari sebagai penguat dan pengisi dalam komposit. Sabut kelapa (coir) merupakan residu dari produksi kelapa di banyak daerah, yang menghasilkan serat sabut kasar. Sabut adalah serat alami ligno-selulosa. Ini adalah serat buah yang diperoleh dari kulit luar, atau kulit buah kelapa. Serat daun nanas (pineapple leaf fiber), yang kaya selulosa, relatif murah dan banyak tersedia memiliki potensi untuk memperkuat

komposit polimer. Oleh karena itu, upaya penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk menemukan penggunaan baru untuk sabut, termasuk pemanfaatan sabut sebagai penguat dalam komposit berbasis polimer [7].

Salah satu parameter dan persyaratan terpenting pada cat poliuretan/ coir/ pineapple fiber yang perlu diteliti adalah ketahanan material terhadap korosi yang disebabkan proses oksidasi pada suhu tinggi. Pada kondisi operasi suhu tinggi ketahanan oksidasi material yang baik ditentukan oleh kemampuan material dalam membentuk lapisan oksida yang dapat melindungi bahan dari proses oksidasi berlanjut atau bahkan kehancuran material yang dikenal dengan istilah Breakaway. Oksidasi temperatur tinggi merupakan proses kimia yang terjadi dalam skala mikroskopik. Proses pembentukan fasa oksidasi berikut fenomena yang menjadi ciri khas-nya seperti epitaxy, spinnel, dan metastability terjadi dalam ukuran yang lebih kecil dari panjang gelombang cahaya terlihat.

Dalam beberapa dekade ini penelitian tentang material biomedis yang lebih ramah lingkungan terus diupayakan. Industri Pertanian secara berlahan berhasil mengantikan ketergantungan terhadap minyak bumi, terutama untuk tumbuhan- tumbuhan yang bisa menghasilkan minyak nabati, seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak matahari dan sebagainya [8]. Minyak nabati banyak digunakan untuk berbagai industri di seluruh dunia setelah harga minyak bumi menjadi sangat mahal seiring dengan harga minyak nabati yang juga semakin terjangkau.

Kelebihan sumber yang dapat terbarukan ini adalah disamping bersifat biodegradasi (biodegradable), tanpa membawa sifat racun (non-toxicity), tidak membawa efek kanker (noncarcinogenicity) dan sangat ramah lingkungan karena semua materialnya berasal produk [9]. Sejak dilakukan sintesa pertama sekali pada tahun 1855, sangat banyak penelitian yang dilakukan tentang bagaimana menghasilkan polioli dari produk-produk pertanian [10].

Pembuatan molekul poliuretan membutuhkan paling tidak dua group molekul, yaitu group (polyisocyanates, -NHCO-O-) dan group yang mengandung hidroksil (polyethers, polyester dan sebagainya). PUs adalah group polimer penting karena berhubungan dengan material yang sangat kuat, memiliki ketahanan terhadap abrasi dan tahan terhadap pengaruh bahan kimia, memiliki ketahanan mekanik dan masih bersifat sangat elastis sehingga dari sifat poliuretan yang demikian maka diperlukan modifikasi dengan beberapa serat sehingga membentuk sebuah produk yang memiliki daya tahan yang kuat serta tidak korosi. Penggabungan antara dua atau lebih bahan yang

berbeda yang dicampur secara makroskopik disebut komposit.

Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana komposit merupakan bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat yang disebut matriks. Bahan utama komposit adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Komposit adalah perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing masing material.

Komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dari dua atau lebih material dimana sifat kimia dan fisika berbeda dari sifat kimia dan fisika material asalnya. Komposit, menjadi bahan penting hari ini, karena memiliki keuntungan seperti berat molekul rendah, ketahanan terhadap korosi, daya tahan tinggi, dan lebih cepat proses pembuatannya.

Komposit banyak digunakan sebagai bahan dalam membuat material pesawat, kemasan peralatan elektronik untuk medis, dan beberapa bahan bangunan rumah. Perbedaan antara campuran dan komposit adalah bahwa dalam komposit dua konstituen utama tetap dikenali sementara dalam campuran mungkin tidak dikenali. Bahan utama yang biasa digunakan adalah kayu, beton, keramik, dan sebagainya. Material komposit merupakan bahan yang terdiri dari dua atau lebih fase (fase matriks dan fasa terdispersi) yang berbeda sifat antara keduanya. Fase matriks adalah fase utama memiliki karakter kontinyu, biasanya lebih elastis dan kurang keras. Matriks ini mengikat fasa terdispersi. Fase terdispersi menguatkan matriks dalam bentuk diskontinyu. Fase sekunder disebut fase terdispersi. Fasa terdispersi biasanya lebih kuat dari matriks, oleh karena itu, kadang-kadang disebut fase penguat.

Teknik karakterisasi konvensional yang berbasis pada panjang gelombang 650nm keatas, seperti mikroskop optik pada analisis metalografi tidak memiliki resolusi yang cukup untuk mendapatkan informasi ilmiah yang diharapkan. Oleh karena itu diperlukan metode identifikasi dan karakterisasi lain yang dapat memberikan resolusi yang lebih tinggi sehingga dapat memberikan bantuan “penglihatan” bagi para peneliti untuk dapat mengamati apa yang terjadi di dalam dan sekitar interface antara bahan dengan lapisan oksida secara detil atau bahkan secara In-Situ. Untuk keperluan tersebut,

Scanning Electron Microscopy (SEM) dipahami sebagai teknik yang sesuai yang diterima dan diakui oleh komunitas peneliti material dunia, ini ditandai dengan diberikannya penghargaan Nobel terhadap para penemunya, Ernst Ruska dan Max Knoll Identifikasi struktur mikro lapisan oksida dengan menggunakan SEM tidaklah sekedar pengambilan gambar dan fotografi, tetapi harus dilakukan dengan teknik dan metode operasi yang benar mengingat proses pembentukan image pada alat ini merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan. SEM dapat memberikan kontras yang relatif rendah terlebih pada perbesaran tinggi. Oleh karena itu SEM harus dioperasikan dengan pengaturan parameter elektron seperti high voltage, spot size, bias dan beam current juga parameter optik seperti kontras, fokus dan astigmatismus yang tepat sehingga diperoleh hasil gambar yang optimal secara ilmiah dan tidak memberikan interpretasi ganda. Selain itu, proses pengambilan gambar dan analisis kimia dengan SEM sangatlah dipengaruhi oleh jenis sampel berikut cara penanganannya serta teknik preparasinya disamping kemampuan operasional dari operator nya.

Serat daun nanas (pineapple-leaf fibres) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (vegetable fibre) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu Ananas Cosmosus, (termasuk dalam Family Bromeliaceae), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599. Di Indonesia tanaman tersebut sudah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatera yang antara lain terdapat di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung dan Palembang, yang merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup berpotensi.

Daun nanas merupakan bahan buangan (limbah buah nanas) yang cukup banyak jumlahnya. Sejauh ini daun nanas belum dimanfaatkan secara komersial, melainkan hanya dibuang sebagai limbah saja. Padahal jumlah daun nanas yang cukup banyak memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit dan secara ekonomis sangat menguntungkan bagi produsen.

Kelapa merupakan tanaman perkebunan/ industri berupa pohon batang lurus dari family Palmae. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) merupakan tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga pohon ini sering disebut pohon kehidupan (tree of life) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan

kehidupan manusia sehari-hari. unsur pada buah kelapa yaitu sabut kelapa diambil setelah pengangkatan daging kelapa dan digunakan dalam industri sabut untuk pembuatan benang dan produk-produk berbasis coir seperti karpet, tikar dari kulit dan sabut sekitar 20-30%. Serat putih (yang lebih lentur) yang diperoleh dari kelapa hijau. Serat coklat yang diperoleh dengan pemanenan kelapa matang dipanen setelah 6 - 10 bulan pada tanaman. Struktur serat ditentukan oleh dimensi dan pengaturan sel-sel berbagai unit, yang juga mempengaruhi sifat serat. "Serat adalah sel memanjang dengan ujung runcing dan sangat tebal dinding sel berlignin. Bagian penampang dari sel unit dalam serat seperti pada gambar 3 memiliki pusat berongga yang dikenal sebagai lumen dan bahwa bentuk dan ukuran tergantung pada dua faktor seperti ketebalan dari dinding seldan sumber serat. Rongga berfungsi sebagai isolator akustik dan termal sehingga menurunkan bulk density serat.

Penelitian ini melakukan modifikasi melalui penambahan filler berupa gabungan dengan komposit dari serat alam untuk meningkatkan kemampuan poliuretan sebagai cat anti korosi dan biodegradable. Salah satu serat alaminya yaitu serat sabut kelapa dan serat daun nanas untuk aplikasi biomedis. Cat yang sering digunakan sebagai pelapis adalah poliuretan. Namun material tersebut belum memiliki kemampuan antikorosi yang dapat menyebabkan timbulnya pembentukan biofilm yang bertujuan untuk meningkatkan mutu suatu produk dari hasil penelitian yaitu cat poliuretan/ coir/ pineapple fiber untuk aplikasi biomedis dengan menggunakan alat pengujian skala laboratorium salah satunya alat scanning electron microscope (SEM) serta menghasilkan material biomedis poliuretan anti karat dan anti mikroba dengan penambahan filler serat alam yaitu coir dan pineapple fiber dan dapat menjadi material yang memiliki karakteristik dan sifat ketahanan yang baik.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan proses sintesa yang akan dilakukan diantaranya yaitu, sintesa polioliol, preparasi serat sabut kelapa, preparasi serat nanas dan sintesa poliuretan. Hasil dari sintesa polioliol yang telah dihasilkan dilakukan pengujian dengan menggunakan alat FTIR (Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red), serta karakterisasi coir fiber dan pineapple fiber menggunakan FT-IR, TGA

serta SEM untuk mengetahui gugus fungsi serta struktur morfologi, kemudian dilakukan analisa komposit poliuretan/coir/pineapple fiber gugus fungsi dengan menggunakan FTIR (Spektrofometer Fourier Transform Infra Red), TGA, SEM. Tensile Test dan Flextural Test. Hasil penelitian yang sudah dilakukan diharapkan dapat diaplikasikan kedalam keilmuan biomedis.

#### A. Alat dan Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi Asam oleat dari minyak kelapa sawit, aquadest, Doceylbenzene Sulfonic Acid / DBSA (Sigma Aldrich), HCl p.a (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a (Merck), NaCl p.a (Merck), NaOH p.a (Merck), (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> p.a (Merck), CH<sub>3</sub>COOH p.a (Merck), Glycerol (Merck), Toluene Diisocyanate /TDI (Sigma Aldrich), Panel logam 10 x 10 cm, Molecular sieve, resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah polyester sebagai matriks.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi peralatan gelas kimia, neraca analitik, kertas saring whatman 25 m, termometer, hotplate, oven, pH meter, desikator, ayakan, mesin crisher dan grinding. Scanning Electron Microscopy (JEOL JSM 6510 LA), Thermal Gravimetric Analyzer (Shimadzu DTG -60), Fourier Transform InfraRed (Shimadzu FTIR Prestige-21 Model) dan Universal Testing Machine (Model Exceed E43, Japan).

#### B. Tahapan Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti ; gelas kimia, neraca analitik, kertas saring whatman 25 m, termometer, hotplate, oven, pH meter, desikator, ayakan, mesin crusher dan grinding dan alat-alat lainnya. Untuk persiapan bahan yang digunakan adalah Asam oleat dari minyak kelapa sawit, aquadest, Doceylbenzene Sulfonic Acid / DBSA, HCl p.a, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a, NaCl p.a, NaOH p.a, (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> p.a, CH<sub>3</sub>COOH p.a, Glycerol, Toluene Diisocyanate /TDI, Panel logam 10 x 10 cm, Molecular sieve, resin. Pada penelitian ini ada beberapa sintesa yang akan dilakukan diantaranya yaitu, sintesa polioliol, preparasi serat sabut kelapa, preparasi serat nanas dan sintesa poliuretan.

adalah suatu senyawa alkohol yang mempunyai gugus -OH atau gugus hidroksil lebih dari satu. Polioliol terdiri atas dua jenis, yaitu polioliol alam dan polioliol sintesis. Polioliol yang digunakan pada penelitian ini yaitu polioliol alam yang berasal dari minyak nabati. Minyak nabati tidak mengandung gugus hidroksil, tetapi rata-rata mempunyai ikatan rangkap salah satunya asam oleat. Ikatan rangkap ini dikonversi menjadi gugus epoksi pada tekanan atmosfer melalui reaksi epoksidasi yang selanjutnya dilanjutkan dengan proses hidroksilasi untuk membentuk gugus hidroksil.

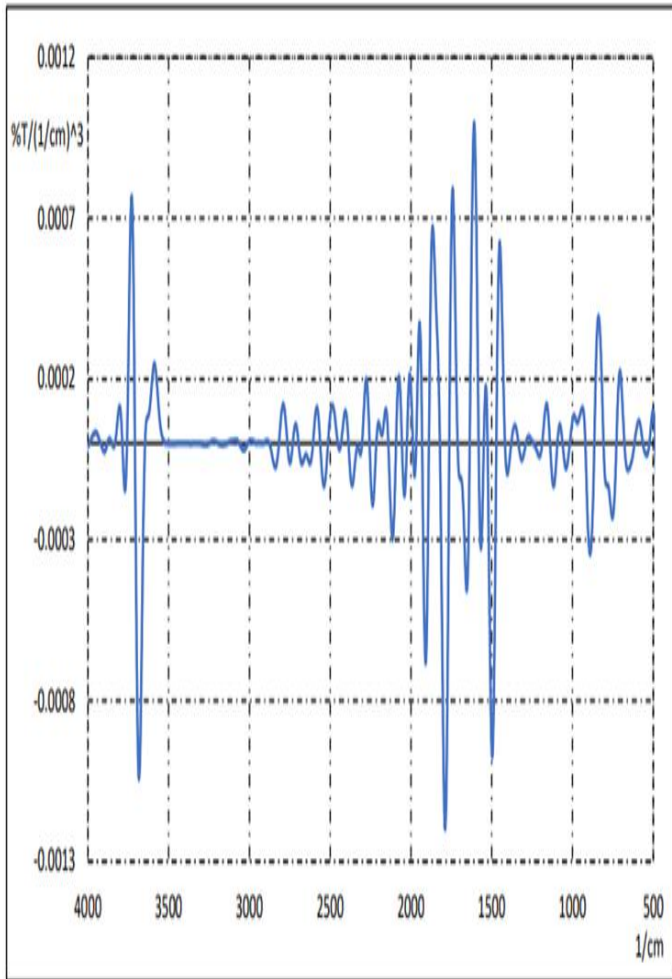
Pada tahap epoksidasi, minyak direaksikan dengan asam perasetat untuk membentuk senyawa epoksida, Asam perasetat merupakan bahan yang sulit didapatkan dan berbahaya, oleh karena itu penggunaan asam perasetat dibuat secara in situ dengan mereaksikan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan CH<sub>3</sub>COOH dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam minyak sawit sehingga menghasilkan minyak terepoksidasi (senyawa epoksida). Kemudian dilanjutkan pada proses hidroksilasi dimana minyak terepoksidasi direaksikan dengan campuran alkohol (methanol dan isopropanol), katalis dan air untuk membentuk gugus hidroksil dari pembukaan cincin epoksida.

#### A. Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR)

Bahan baku yang digunakan serta produk polioliol yang dihasilkan diuji secara kuantitatif dengan analisa menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk mengetahui keberadaan gugus molekul, dalam hal ini keberadaan gugus hidroksil.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Polioliol merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan poliuretan. Polioliol



Gambar 1. Hasil Analisa FTIR polioliol yang disintesis minyak sawit (oleat acid)

Dari gambar 1 didapatkan hasil polioliol yang disintesis dari asam oleat, gugus yang di peroleh yaitu gugus hidroksil pada Panjang gelombang 3300 – 3600  $\text{cm}^{-1}$  (Gala, 2011). Ikatan O-H pada Panjang gelombang 3510,45  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan C-H pada Panjang gelombang 2956,87  $\text{cm}^{-1}$  dan ikatan C=O pada Panjang gelombang 1710,86  $\text{cm}^{-1}$ .

**B. Pengaruh Perlakuan Alkali NaOH pada Serat**

Serat daun nanas juga merupakan salah satu serat alam dari daun yang memiliki nilai mekanik yang tinggi. Berbagai upaya peningkatan sifat mekanik juga telah diinvestigasi oleh peneliti seperti merendam Serat daun ke dalam NaOH (<sup>1</sup>Kasim, 2016). Dalam penelitian ini serat daun nanas juga dilakukan proses alkali treatment dengan merendam dalam NaOH 5 % selama 1 jam. Hal ini selain meningkatkan nilai Tensile Strength juga dapat menghilangkan impurities dan kandungan air serta sifat adhesi antara hydrophilic dan hydrophobic serat daun nanas.



Gambar 2. Serat Daun Nanas

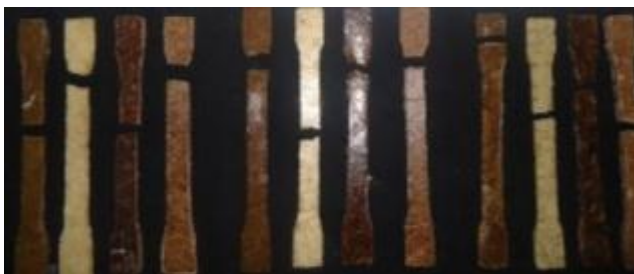
Selanjutnya Sabut kelapa yang diperoleh dari perkebunan aceh utara sangat melimpah, sabut kelapa terlebih dahulu di cuci dengan air kemudian di potong menjadi ukuran pendek yang selanjutnya dilakukan proses perendaman dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa berpengaruh terhadap sifat alami hydrophilic serat yang dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal.



Gambar 3. Serat sabut kelapa

**C. Hasil Analisa Uji Kuat Tarik**

Pengujian tarik material komposit ployester diperkuat serat alam dilakukan analisa menggunakan Universal Testing Machine (UTM) Model E43 dengan spesimen sampel yang digunakan yaitu ASTM D-638 ditunjukkan pada gambar 5 Sampel yang akan diuji dijepit dengan penjepit yang terdapat pada alat dan sampel ditarik sampai putus dengan rate time yaitu 0,8 mm/s.



Gambar 4. Sampel spesimen ASTM D-638

Hasil akan ditunjukkan dalam bentuk grafik ketika sampel mengalami regangan tarik atau nilai stress vs strain at break.

TABEL 1.  
DATA HASIL UJI KUAT TARIK

Fraksi Volume (Filler:Matrik)	Kekuatan Tarik (Mpa)		
	A:Matrik	B:Matrik	A:B:Matrik
5ml : 1%	116	92	136
5ml : 3%	81	58	103
5ml : 5%	61	30	90

*D. Sifat Karakteristik Analisa Kuat Tarik Komposit Serat Tunggal Daun Nanas/Polyester*

Komposit Polyester berpenguat serat daun nanas (A:Matrik) menunjukkan nilai karakteristik uji tarik tertinggi pada perbandingan campuran 5 ml:1% yaitu 116 Mpa. Selanjutnya seiring dengan berkurangnya fraksi volume serat sifat tarik material ikut menurun sebagaimana yang ditunjukkan oleh perbandingan campuran 5 ml:3% yaitu 81 Mpa dan 61 Mpa pada perbandingan campuran fraksi volume 5 ml:5%. Penggunaan polimer dalam membentuk komposit serat juga sangat berpengaruh terhadap nilai karakteristik sebagaimana penelitian serat daun nanas yang dicampur dengan polimer polypropylene hanya menghasilkan nilai tertinggi tensile strength 70.22 Mpa dengan perbandingan serat:matrik yaitu 70%:30% [1].

*E. Sifat Karakteristik Analisa Kuat Tarik Komposit Serat Tunggal Sabut Kelapa/Polyester (C/Ps)*

Berbeda halnya dengan daun nanas yang mempunyai harga tensile strength lebih tinggi, serat sabut kelapa memiliki nilai karakteristik sifat tarik yang rendah. Hal ini dapat dilihat sebagaimana yang ditunjukkan oleh tabel 5.1 bahwa pada perbandingan campuran serat:matriks 5ml:1%

menghasilkan nilai uji tarik sebesar 92 Mpa. Sementara pada perbandingan campuran 5ml:3% dan 5ml:5% masing-masing menghasilkan nilai sebesar 58 Mpa dan 30 Mpa. Hal ini dikarenakan bahwa sabut kelapa memiliki kandungan selulosa yang lebih sedikit dibandingkan dengan bambu dan daun nanas.

Meskipun keberadaan serat sabut kelapa (B:Matrik) lebih rendah dari pada daun nanas (A:Matrik) dan (A:B:Matrik) namun memiliki sifat mekanik yang lebih baik dari pada penggunaan serat panjang dalam resin epoxy sebagaimana yang dilakukan oleh [4] yang memvariasikan panjang serat sabut kelapa dan volume serat 5-7% dengan panjang serat sabut kelapayaitu 10 mmdan15 mm. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan panjang serat 10 mm memberikan nilai yang optimum sebesar 60 Mpa. Hal ini terjadi karena efek keriting dari pada serat sabut kelapa yang menjadi alasan reduksi sehingga lebih baik menggunakan serat pendek dari pada serat panjang.

*F. Sifat Karakteristik Analisa Kuat Tarik Komposit HybridPolyester (A:B:Matrik)*

Secara umum, kinerja mekanik komposit serat / polimer tergantung pada kekuatan dan ketangguhan dari matriks sertaefektivitas transfer tegangan permukaan antara serat dan matriks. ikatan permukaan antara serat dan matriks memainkan peran penting dalam menentukan sifat mekanik dari komposit. Komposit Hybrid merupakan gabungan dari pada dua atau lebih serat tanaman dalam matrik. Penelitian mengenai komposit hybrid telah banyak diinvestigasi dalam pengembangan komposit polimer.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rosbini, 2016 Komposit serat tunggal kenaf, bambu, dan sabut kelapa penguat PLA menunjukkan nilai Tensile Strength yang lebih rendah dibandingkan komposit hybrid [2] melaporkan Komposit HybridPolyester yang diperkuat serat pisang dan serat sisal tidak menunjukkan hasil yang signifikan dan hal ini dikarenakan serat pisang memiliki kandungan selulosa lebih rendah dibandingkan serat sisal. Kemudian [3] juga telah mengevaluasi mengenai komposit hybridpolyester yang diperkuat serat sisal-jute dan serat gelas bahwa campuran jute-serat gelas dalam polimer polyester menghasilkan sifat mekanik terbaik dibandingkan campuran sisal-jute dan serat gelas dalam polyester. Berdasarkan tabel 1 dari pengujian kekuatan tarik material komposit hybridpolyester berpenguat daun nanas dan sabut kelapa yang dengan perbandingan 5ml:1% mempunyai kekuatan tarik sebesar 136 Mpa.

Kekuatan tarik 103 Mpa dihasilkan dari komposit hybrid pada perbandingan 5ml:3% dan 90 Mpa dengan perbandingan 5ml:5%. Hal ini menunjukkan bahwa komposit hybrid mampu menghasilkan nilai tensile strength yang lebih baik dibandingkan dengan campuran serat tunggal sabut kelapa (B:Matrik) dan serat daun nanas (A:Matrik) dalam matrik polyester. Kekurangan terhadap komposit serat tunggal yang memiliki sifat karakteritik yang kurang optimal bisa

ditingkatkan dengan menggabungkan dua atau lebih jenis serat dalam matrik sehingga akan menghasilkan komposit yang mempunyai sifat karakteristik mekanik yang lebih baik. Efek ini disebabkan oleh sifat mekanik yang baik dari serat bambu yang terkait dengan komposisi serat alami [6]. Sehingga menjadikan komposit hybridpolyester mampu menghasilkan nilai sebesar 136 Mpa. Memang sifat tarik dari komposit hybridpolyester masih dibawah ini dikarnakan perbedaan fraksi volume antara pencampuran ketiga serat (A:B:Matrik) lebih sedikit dibandingkan dengan fraksi volume serat tunggal sebagai penguat matrik polyester sehingga menunjukkan perbedaan sifat kekuatan tarik antara komposit serat tunggal dengan komposit hybrid.

Studi terbaru telah menghasilkan hasil yang menjanjikan dengan hibridisasi dari serat alami sebagai penguat sifat mekanik dan dampak kekuatan hibridisasi daun nanas dan sabut kelapa sebagai penguat komposit polimer sangat berpengaruh sebagaimana yang ditunjukkan pada table 1 Sifat mekanik dari serat alami sangat tergantung pada kadungan selulosa. Kandungan selulosa yang berbeda mempengaruhi sifat mekanik dari serat alami. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa serat alami dengan kandungan selulosa lebih tinggi menghasilkan sifat tarik yang lebih baik.

G. Hasil Analisa Kuat Lentur (Flexural)

Bending merupakan salah satu uji untuk melihat ketahanan material akibat pembebanan. Aplikasi dari sebuah material sangat dipengaruhi oleh sifat fisis dan mekanis dari material tersebut. Sifat fisis dan mekanis dari sebuah material dapat diketahui apabila sudah dilakukan pengujian. Tujuan dari dilakukannya suatu pengujian mekanis adalah untuk menentukan respon material dari suatu konstruksi, komponen atau rakitan fabrikasi pada saat dikenakan bebanatau deformasi dariluar.Kekuatan lentur komposit ditentukan dari uji tikungan 3 titik atau yang disebut dengan three point bend terhadap sampel uji yang telah dilakukan. Kekuatan lentur untuk berbagai komposit serat tunggal dan hybrid disajikan pada Tabel 2.

TABEL 2.  
DATA HASIL PENGUJIAN FLEXTURAL

Fraksi Volume (Filler:Matrik)	Kekuatan Lentur (KN)		
	A:Matrik	B:Matrik	A:B:Matrik
5ml:1%	0.074	0.047	0.093
5ml:3%	0.062	0.033	0.089
5ml:5%	0.045	0.024	0.083

Sifat lentur sampel komposit diperkuat serat tunggal dan hybrid diperoleh hasil yang optimum yaitu pada komposisi campuran A:B:Matrik atau yang disebut dengan sampel komposit hybrid. Load vs crosshead yang dihasilkan langsung dari pengujian menggunakan mesinUTM Exceed Model E43selama pemuatan lentur untuk sampel terbaik komposit hibrid ditunjukkan pada tabel yang menegaskan bahwa beban lentur komposit hybrid lebih unggul dari masing-masing komposit yang diperkuat serat tunggal A/Matrik, B/ Matrik dan.

Peningkatan kemampuan material komposit menahan beban meningkat secara signifikan dengan penambahan fraksi volume serat dalam pencampuran membentuk komposit. Hasil pengamatan menunjukkan nilai flexural optimum untuk komposit hybrid (A:B: Matrik) yaitu 0.093 KN. Sementara untuk serat tunggal (A/ Matrik) yaitu 0.091 KN, dan (B// Matrik) mempunyai flexural optimum sebesar 74 N. Penelitian mengenai sifat lentur komposit hybridpolyester juga pernah diinvestigasi oleh ramesh, 2013. Bahwa pencampuran sisal-jute-GFRP/Ps menghasilkan kekuatan lentur maksimum 3 KN dibandingkan pencampuran antara sisal-GFRP/Ps dan jute-GFRP/Ps.Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa komposit hybrid memainkan peran dalam membentuk suatu material komposit yang memiliki nilai dan karakteristik flexural yang lebih baik dan hal ini dibuktikan dengan hasil analisa scanning electron microscopy yang menunjukkan komposit hybrid A:B: Matrik memiliki struktur permukaan yang lebih rata.

H. Hasil Analisa SEM

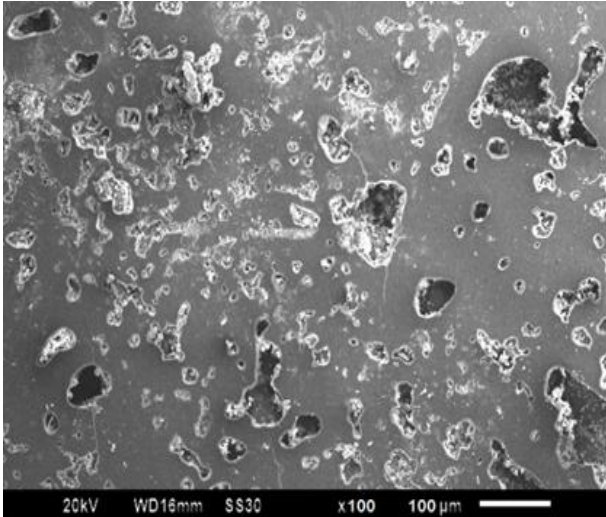
Analisa scanning electron microscope (SEM) digunakan untuk mempelajari struktur permukaan suatu material. Dalam penelitian ini analisa SEM dilakukan pada komposit yang memiliki sifat mekanik terbaik dan terendah dengan tujuan untuk melihat kegagalan yang terjadi dalam komposit tersebut.

Dari hasil analisa yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6 tampak jelas bahwa komposit polyester yang diperkuat serat sabut kelapa (B/Matrik) menunjukkan beberapa kesenjangan antara serat dan matriks pada komposit bahwa banyaknya jumlah void sehingga tidak membentuk sebuah ikatan antar muka yang baik yang diperlukan agar efektif ketika transfer tegangan dari matriks ke serat, dimana maksimum penggunaan kekuatan serat dalam komposit tercapai dan interaksi tersebut mempengaruhi sifat mekanik komposit yang telah dikonfirmasi oleh hasil uji tarik pada pembahasan sebelumnya.

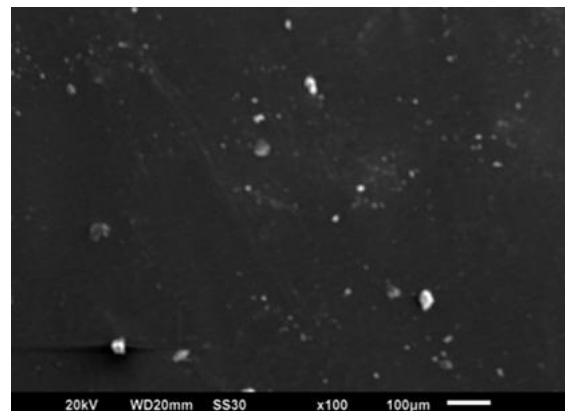
Morfologi komposit hybrid yang ditunjukkan oleh gambar (c) dan (d) yang diamati pada pembesaran x100 dan x500 menunjukkan peningkatan adhesi serat dan matrik yang terdistribusi merata keseluruh bagian komposit sehingga menunjukkan perlekatan antar muka yang optimal antara serat dan matrik. Interlocking merupakan salah satu mekanisme ikatan yang terjadi antara serat dengan matriks polimer yang diperkuat serat. Sifat interlocking yang ditunjukkan oleh komposit hybrid A:B:Matrik melibatkan difusi matriks polimer ke dalam permukaan serat berpori. Matriks polimer akan mengalir ke permukaan serat berpori dan polimer tertanam dan memadat sehingga membentuk suatu ikatan yang kuat antara serat dan matriks sehingga menunjukkan nilai optimum sebagaimana yang telah dilaporkan pada hasil uji flexural di sebelumnya.

Hasil fraktografi SEM pada gambar 9 menunjukkan permukaan plat besi yang telah dilapisi dengan poliuretan termodifikasi dengan filler pineapple fiber dan coir dalam berbagai perbesaran. Dapat dilihat dari gambar bahwa permukaan yang berwarna gelap merupakan plat besi yang telah dilapisi cat poliuretan, cat tersebut dihasilkan dari pencampuran senyawa kimia dan bahan utama berupa polioli dan minyak sawit. Gumpalan putih lainnya yang muncul merupakan filler pineapple fiber dan coir yang telah berikatan dengan kandungan cat poliuretan.

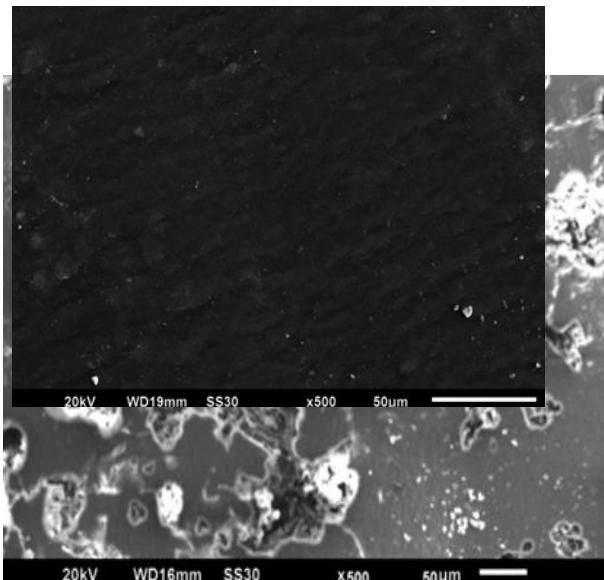
Gambar 5. B/ Matrik pada Pembesaran 100x



Gambar 6. A/ Matrik pada Pembesaran 100x



Gambar 8. Analisa SEM dari poliuretan dengan filler pineapple fiber dan coir



Gambar 7. A.B. Matrik pada Pembesaran 100x

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa semakin banyak penambahan filler terhadap matrik maka akan semakin meningkat sifat karakteristik dari material komposit. Karakteristik uji kuat tarik dan kelenturan material komposit semakin meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serat dalam matriks. Struktur morfologi komposit menunjukkan keberadaan jumlah void dan interlocking antar muka filler dengan matrik sehingga mempengaruhi sifat mekanik dari komposit. Kandungan selulosa pada serat memainkan peran penting terhadap karakteristik sifat tarik dan lentur komposit. Berdasarkan uji SEM yang telah dilakukan pada dari poliuretan dengan filler pineapple fiber dan coir dapat dipastikan bahwa komposit tersebut mampu bergabung dengan poliuretan.

#### REFERENSI



- [1] Kasim, A. N., Selamat, M. Z, Daud, M. A. M., Yaakob, M. Y., Putra, A., Sivakumar, D., 2016. Mechanical Properties of Polypropylene Composites Reinforced with Alkaline Treated Pineapple Leaf Fibre from Jospine Cultivar. *International Journal of Automative and Mechanical Engineering*. Vol.13, hal:3157-3167.
- [2] M Rajesh, M., Pitchaimani Jeyara., Rajini. N. 2016. Free Vibration Characteristics of Banana/Sisal Natural Fibers Reinforced Hybrid Polymer Composite Beam. *Procedia Engineering* . Vol.144, hal: 1055 – 1059.
- [3] Ramesh. M., Palanikumar. K., Reddy, Hemachandra, K., 2013. Mechanical property evaluation of sisal–jute–glass fiber reinforced polyester composites. *Composites: Part B*. Vol.48, hal:1–9.
- [4] Sanjay, M. R., Yogesha, B. 2017. Studies on Natural/Glass Fiber Reinforced Polymer Hybrid Composites: An Evolution. *Materials Today: Proceedings*. Vol. 4, hal: 2739–2747.
- [5] Shrivastava Rahul., TelangAmit., Rana. R. S and Purohit Rajesh. 2017. Mechanical Properties of Coir/ Glass Fiber Epoxy Resin Hybrid Composite. *Materials Today: Proceedings* . Vol. 4, hal: 3477–3483.
- [6] Sujaritjun Wassamon., Uawongsuwan Putinun., Pivsa-Art Weraporn., Hamada Hiroyuki. 2013. Mechanical Property of Surface Modified Natural Fiber Reinforced PLA Biocomposites. *Energy Procedia*.Vol.34, hal:664-672.
- [7] Yashwanth, M. K., Easwara Prasad, G. L., and N. K, Akshay. 2016. Comparative Study on Properties of Coir And Sisal Fibre Reinforced Composites. *International Journal of Inovative Research in Science, Engineering and Technology*. Vol.5, Special Issue 9, hal:992-926.
- [8] Yusoff, B. R., Takagi, H., Nakagaito, A. N. 2016. Tensile and Flexural Properties of Polylactic Acid-Base Hybrid Green Composites Reinforced by Kenaf, Bamboo And Coir Fibers. *Industrial Crops and Product*. Vol.94, hal:562-573.
- [9] Yusri Yusof., Bin Nazuandi Mat Nawi., Bin Muhammad Shazni Hilmi Alias. 2016. Pineapple Leaf Fiber and Pineapple Peduncle Fiber Analyzing and Characterization for Yarn Production. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol.11, No.6, hal:4197-4202.
- [10] Zakikhani Parnia, R. Z., Zahari, R., Sultan, M. T. H., Majid. D. I. 2014. Extraction and preparation of bamboo fibre reinforced composites. *Materials and Design*. Vol.63 , hal:820-828.